

El papel de la explicación en la evaluación de la evidencia inductiva

Autor:

Spehrs, Adriana R.

Tutor:

Gaeta, Rodolfo

2003

Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título en Doctor de la Universidad de Buenos Aires en Filosofía

Posgrado

TESIS 10-4-2

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Filosofía y Letras

FACULTAD
Nº 48722
28 AGO 2003
Agg.

Tesis de Doctorado

El papel de la explicación
en la evaluación de la evidencia inductiva

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas

Director de Trabajo de Investigación y Plan de Tesis:

Dr. Rodolfo Gaeta

Doctorando:

Lic. Adriana Spehrs

El papel de la explicación en la evaluación de la evidencia inductiva

Presentación

Esta investigación se refiere a las dificultades que enfrentan las tentativas llevadas a cabo para caracterizar el concepto de evidencia confirmadora relacionándolo de manera esencial con la noción de explicación. Este propósito se inspiraba en la opinión de autores como Hanson, Harman, Glymour y Achinstein, quienes consideran que la capacidad explicativa de una hipótesis incrementa su verosimilitud, de modo tal que si una hipótesis puede explicar un conjunto más amplio de fenómenos que otra, también debería ser mayor el grado de confirmación inductiva que esa evidencia le proporciona a la hipótesis. Esta postura, junto con las dificultades derivadas de las tentativas tradicionales de caracterizar la noción de evidencia confirmadora, motivó propuestas como las de Brody, Smokler y Achinstein, quienes sugirieron modificar o complementar las definiciones tradicionales de evidencia mediante la referencia a la capacidad de las hipótesis para explicar sus instancias confirmadoras.

Como resultado de la evaluación preliminar realizada para elaborar el proyecto de la investigación, surgió la conjetura de que, aunque las propuestas de los autores recién mencionados eran insatisfactorias porque carecían de una adecuada concepción de la relación de relevancia explicativa, el núcleo de tales propuestas era correcto. De este modo, esta investigación estuvo originalmente orientada a mostrar que la noción de explicación podría proporcionar los elementos adecuados para establecer la pertinencia de la evidencia con respecto a las proposiciones nomológicas correspondientes. Esta creencia en la posibilidad de elucidar la noción de evidencia inductiva apelando a la capacidad explicativa de las hipótesis con respecto a sus instancias confirmadoras, se sustentaba a su vez en la confianza que tenía inicialmente en la posibilidad de encontrar una caracterización satisfactoria de la noción de relevancia explicativa empleando una interpretación apropiada del concepto de probabilidad. Sin embargo, el análisis sistemático llevado a cabo en este trabajo sugiere que el concepto de explicación no permite definir la noción de evidencia puesto que, cualquiera sea la interpretación del concepto de probabilidad que se adopte, las definiciones resultantes serán inadecuadas en tanto no se disponga de un modo de establecer la distinción entre enunciados legaliformes—ya sea universales o probabilísticos— y generalizaciones accidentales.

En el presente trabajo se discute la posibilidad de que la noción de explicación permita elucidar el concepto de evidencia confirmadora, cuestionando que disponer de una definición adecuada de explicación implica la previa resolución de problemas semejantes a los que plantea la caracterización del concepto de evidencia. En síntesis, mi argumentación intenta proporcionar sustento a las siguientes tesis principales:

1. Las tentativas de elucidar el concepto de evidencia en términos de la noción de explicación son poco promisorias a causa de las dificultades que plantea la caracterización de la relación de relevancia explicativa.

2. La posibilidad de caracterizar adecuadamente tanto la noción de evidencia como la de explicación supone la previa solución del problema de establecer las condiciones de adecuación que debe satisfacer toda enunciado nomológico -o contrafáctico- genuino.

A su vez, la segunda tesis da lugar a las siguientes sub-tesis:

2.1. El problema de elucidar la relación de confirmación o de apoyo inductivo que cierta evidencia puede proporcionar a una hipótesis no puede resolverse independientemente del problema de distinguir entre enunciados nomológicos y generalizaciones accidentales.

2.1.1. La distinción entre enunciados legaliformes genuinos y espurios no puede establecerse en términos puramente sintácticos, por eso las caracterizaciones sintácticas de la noción de evidencia confirmadora – cualitativas o cuantitativas- son inadecuadas.

2.1.2. Las tentativas de discriminar las relaciones de relevancia nomológica genuinas de las espurias apelando a la supuesta posibilidad de identificar clases naturales, propiedades esenciales, o introduciendo consideraciones contrafácticas o causales, presuponen injustificadamente que han sido resueltos los problemas filosóficos que estas nociones plantean.

2.1.3. La propuesta de distinguir enunciados legaliformes de generalizaciones accidentales sobre la base de la práctica lingüística efectiva conduce a una concepción de la relación de confirmación inaceptable para cualquier posición filosófica que reconozca un papel significativo a la experiencia sensible.

2.2. La elucidación de la relación de relevancia explicativa supone la posibilidad de distinguir entre enunciados nomológicos y generalizaciones accidentales, de modo que la falta de criterios adecuados para establecer esta distinción impide la formulación de un modelo adecuado de explicación.

2.2.1. Las dificultades que enfrentó el modelo de cobertura legal para determinar las condiciones necesarias y suficientes que debe satisfacer un concepto adecuado de explicación, evidencian que la relevancia explicativa no es una relación que pueda caracterizarse en términos puramente sintácticos.

2.2.2. Quienes caracterizan la relación de relevancia explicativa apelando a consideraciones causales, contrafácticas, o esencialistas, no proporcionan una elucidación aceptable de las nociones en que se fundan sus propuestas.

2.2.3. Los autores que rechazan la viabilidad y utilidad de la formulación de modelos o criterios generales de adecuación para las explicaciones, defienden una concepción pragmática de la relevancia explicativa que conduce a una noción de explicación excesivamente amplia, si no trivial.

Parte I: Inducción y evidencia

En esta primera parte de la tesis, se examina el problema de la fundamentación de la inducción, y las diversas posiciones que se han adoptado con respecto a esta cuestión. Se procura, además, esclarecer el sentido de la distinción entre el cálculo de probabilidades y la teoría de la probabilidad, con la intención de poner en evidencia la imposibilidad de resolver el problema de la justificación de la inducción empleando el cálculo de probabilidades. Se analiza cómo evolucionó la tentativa de proporcionar una garantía de la solidez de las inferencias inductivas fundada en una relación de confirmación susceptible de ser descrita mediante criterios objetivos, proponiendo una definición formal de la relación de confirmación entre una hipótesis y la evidencia que la sustenta. Este propósito se llevó a cabo mediante la elaboración de sistemas de lógica inductiva, pues una lógica formal de la relación de confirmación permitiría justificar la corrección inductiva apelando exclusivamente a la forma lógica de los enunciados. A través de este análisis, se procura mostrar cómo el desarrollo de la teoría de la probabilidad sustituyó el problema de la justificación de la inducción por el problema caracterizar el concepto de evidencia confirmadora. Se consideran, a continuación, las dificultades que plantean las tentativas de elucidar la noción de evidencia, y se argumenta que éstas sólo podrían ser superadas si se contara con un criterio adecuado para distinguir leyes genuinas de generalizaciones meramente accidentales.

Capítulo 1: El problema de la justificación de la inducción.

Introducción:

Aunque nuestras creencias y conductas cotidianas tienen, generalmente, un fundamento inductivo, se ha cuestionado que si no pudiéramos justificar esta clase de inferencias no sería racional nuestra confianza en las predicciones y generalizaciones inductivamente obtenidas. Wittgenstein, por caso, afirma "De ningún modo es posible inferir de la existencia de una situación, la existencia de otra situación enteramente distinta de aquella. No existe un nexo causal que justifique tal inferencia. No podemos inferir los eventos futuros de los presentes. La creencia en el nexo causal es superstición."¹ Con el propósito de superar lo que Broad denominó un "escándalo para la filosofía", se han formulado principios inductivos -como el de la uniformidad de la naturaleza, el de la causalidad universal, el postulado de limitación de la variación independiente, etc- cuya verdad garantizaría la corrección de los argumentos inductivos. Estos principios inductivos parecen intuitivamente aceptables, en la medida en que expresan nuestra confianza en la existencia de regularidades en el universo, en la existencia de un orden natural. Por ejemplo, la creencia en la uniformidad de la naturaleza parece un rasgo propio de nuestra concepción del mundo, que guía tanto nuestras prácticas cotidianas como la actividad científica. Así, en una etapa posterior de su pensamiento, Wittgenstein señala "Nada podría inducirme a poner mi mano en la llama, por más que sólo en el pasado me ha quemado. La creencia en que el fuego me quemará es del mismo tipo que el miedo a que me queme."² No obstante, esta clase de principios sólo podría servir al propósito de justificar la inducción si fueran verdaderos, pero la dificultad que plantea la justificación de su verdad condujo a algunos filósofos al escepticismo. Autores como Wittgenstein, en cambio, niegan que aquí se desprenda una conclusión escéptica, pues "Si alguien me dijera que la información sobre el pasado no puede convencerlo de que algo vaya a ocurrir en el futuro, yo no lo entendería. Se le podría preguntar ¿A qué tipo de información consideras un fundamento para tu creencia? (...) Pero adviértase que aquí fundamentos no son proposiciones de las que se siga lógicamente lo creído".³

En cuanto a la caracterización de las inferencias inductivas, no hay acuerdo unánime acerca de qué argumentos pueden incluirse dentro de esta categoría, ni de cuáles son los rasgos que los identifican. En "Inductive Logic and Science"⁴, Carnap considera inductivo cualquier argumento cuya conclusión aporta más información que la contenida en las premisas, de modo que la conclusión no puede ser establecida con certeza. Sin embargo, esta

¹ Wittgenstein, L, *Tractatus Logico-Philosophicus*, Routledge & Kegan P, London, 1922, 5.135-5136,1.

² Wittgenstein, L, *Philosophical Investigations*, Blackwell, Oxford, 1953, pp. 472-473.

³ Wittgenstein, L, *Philosophical Investigations*, Blackwell, Oxford, 1953, sec. 481.

⁴ Carnap, R., "Inductive Logic and Science", *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, Vol. 80, Nº 3, March, 1953.

definición plantea el inconveniente de que permite clasificar como inductivo todo argumento inválido. La misma dificultad planteaba ya el empleo del término "inducción" -*epagogé*- por parte de Aristóteles. En efecto, en *Tópicos*, el estagirita caracteriza la inducción como el razonamiento que procede de lo conocido hacia lo desconocido. En cambio, en *Analíticos Primeros*, el autor proporciona otra definición, aunque tampoco ésta es adecuada. Pues Aristóteles afirma que la inducción parte de premisas referidas a casos particulares y concluye un enunciado universal. Pero, como ya lo señalara Mill, esta caracterización no permitiría considerar inductivas, por ejemplo, las inferencias por analogía.

Dentro de la variada familia de las inferencias inductivas cabe distinguir, siguiendo a Carnap, entre las inferencias inductivas directas, las indirectas, las inferencias predictivas, las inferencias por analogía y las universales⁵ Algunos autores también consideran inductiva la denominada "inferencia según la mejor explicación".⁶ En una inferencia de este tipo, las premisas afirman que si no fuera aproximadamente verdadera una teoría T -consistente con los hechos conocidos- entonces sería altamente improbable que hubiera ocurrido el suceso P, que de hecho tuvo lugar, y se concluye que muy probablemente la teoría T sea aproximadamente verdadera.⁷ Y, en general, podríamos incluir dentro de la familia de las inferencias inductivas, los argumentos que afirman la existencia de entidades o características inobservables apoyándose sobre premisas empíricas. En este sentido, Reichenbach sostuvo que todas las inferencias científicas son inductivas, y cuestionó la opinión de quienes afirman que no deberíamos arriesgarnos a inferir inductivamente ninguna conclusión que no pueda sustentarse sobre alguna supuesta relación causal.⁸ Si bien no niega la importancia de las consideraciones causales en las inferencias que de hecho efectúan los científicos, Reichenbach afirma

⁵ Las inferencias inductivas directas proceden a partir de premisas que hacen referencia a la frecuencia relativa de una propiedad en una clase determinada -denominada "población"- y la conclusión afirma dicha frecuencia relativa dentro de una parte de la clase en cuestión -denominada "muestra"-. Contrariamente, en las inferencias inductivas indirectas, las premisas afirman que una propiedad se presenta con una cierta frecuencia relativa en una muestra de la población, y se concluye que esa frecuencia relativa se verifica en la población. Dado que generalmente disponemos de información estadística referida sólo a muestras de la población total en estudio, este tipo de inferencia es mucho más útil que el anterior. Las inferencias predictivas parten de premisas referidas a la frecuencia relativa de una propiedad dentro de una muestra, y la conclusión afirma que dicha frecuencia relativa se verifica dentro de otra muestra que no se interseca con la primera. Un caso particular de este tipo de inferencia es la inferencia predictiva singular, que se presenta cuando la clase a que hace referencia la conclusión es una clase unitaria. En cambio, en las inferencias por analogía las premisas aluden a la propiedad de un individuo y a su similaridad con otro, y la conclusión atribuye esa propiedad al segundo individuo. Por su parte, la inferencia universal procede a partir de premisas referidas a una muestra y concluyen una hipótesis de forma universal. Este tipo de inferencia es el que tradicionalmente se denomina "inferencia inductiva por enumeración incompleta". (Cfr. Carnap, R., *Logical Foundations of Probability*, The University of Chicago Press, Chicago, 1950, p.206-208)

⁶ Giere, R., *Understanding Scientific Reasoning*, New York, Holt, Reinhart and Wilson, 1984, p.84-115

⁷ El nombre de este esquema inferencial se debe a que se considera que la mejor explicación de la capacidad de la teoría T para explicar o predecir un fenómeno P -siempre que T no haya sido formulada con la intención de explicar P- es que T es muy probablemente aproximadamente verdadera.

⁸ Quienes consideran que los supuestos causales tienen un papel fundamental en las inferencias inductivas argumentan que cuando inferimos, por ejemplo, que el cierto elemento químico se fundirá aunque todavía no se haya alcanzado la temperatura suficiente como para fundirlo, nuestra conclusión no se funda en el mero recuento de una gran cantidad de sustancias químicas para las cuales ya hemos conseguido las temperaturas correspondientes a las cuales cada una de ellas se funde. La conclusión se sustenta en que, de acuerdo con la teoría atómica de la materia, sabemos que el calor -al incrementar la energía cinética de los átomos que la componen- tiene que tener como efecto la destrucción de la estructura de los sólidos.

que los supuestos causales admiten una interpretación de tipo inductiva, y que las explicaciones causales son en realidad inferencias inductivas.⁹ Barker, por el contrario, niega que todo argumento no deductivo sea inductivo.¹⁰

Sin desestimar la relevancia del debate en torno a la posibilidad de que haya razonamientos ni deductivos ni inductivos, nos limitaremos a considerar inductiva a toda inferencia ampliativa o no demostrativa en la cual la verdad de sus premisas proporciona razones no concluyentes para creer en la verdad de la conclusión.¹¹ Tomando en cuenta esta caracterización de los razonamientos inductivos, nos centraremos en el análisis de las diferentes tentativas de resolver el problema de la justificación de la inducción. Así, en este capítulo se estudia la concepción internalista-fundacionalista de la justificación epistémica de la inducción; en particular, se consideran de las tentativas justificadoras de Stuart Mill y Keynes, y la crítica de Hume a este tipo de propuestas.

En la sección siguiente, se examina la interpretación que Couvalis efectúa de la crítica humeana a la inducción, interpretación según la cual la cuestión de la justificación de la inducción no es problemática ni conduce al escepticismo. Esta última cuestión nos conduce al análisis de la postura de quienes consideran que la cuestión de la justificación de la inducción no es un auténtico problema filosófico sino sólo un problema originado en una confusión lingüística.

Luego se analiza la concepción de Carnap de las reglas de inferencia inductivas como definiciones implícitas de la noción de corrección o solidez inductiva. También cuestionamos las objeciones de Couvalis contra la concepción formalista de la lógica en la que se funda la respuesta de Carnap al problema de la justificación de la inducción. Y comentamos brevemente la crítica de Quine a las nociones de analiticidad y sinonimia, crítica en la que se sustentan las objeciones de Couvalis contra la interpretación formalista de la lógica. Finalmente, nos detenemos en el estudio de la concepción de Carnap, que sostiene que es posible una justificación analítica de la inducción, y la de Reichenbach, que propone una justificación pragmática. De este modo, se procura poner de manifiesto que toda tentativa de justificar las inferencias inductivas supone, implícitamente, la creencia en la existencia de regularidades en el universo, sean éstas expresadas por leyes universales o estadísticas.

⁹ Reichenbach, H., "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p. 370.

¹⁰ Barker, S., "Must every inference be either deductive or inductive?", *Philosophy in America*, Max Black ed., Ithaca, New York, 1965, pp. 58-73.

¹¹ Sin embargo, no sólo podría objetarse que se trata de una definición meramente negativa sino, además, incompleta, ya que no establece qué razones no concluyentes son suficientes para creer en la verdad de la conclusión de una inferencia. Así, el problema de encontrar una caracterización satisfactoria de la inducción nos conduce directamente a preguntarnos por qué es razonable —si lo es— aceptar las conclusiones de ciertos argumentos inductivos.

1.1. La concepción fundacionalista del problema de la justificación de la inducción.

Los enunciados que afirman que todos los objetos de un cierto tipo tienen determinadas propiedades tienen un papel preponderante en la ciencia. Por ejemplo, la mecánica newtoniana se funda en enunciados tales como la primera ley de Newton, que afirma que todo objeto que no esté sometido a una fuerza continuará en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme. Las generalizaciones de este tipo expresan una información que va más allá de lo que efectivamente se ha observado. Sin embargo, habitualmente se considera que tales generalizaciones se pueden justificar mediante algún procedimiento confiable. La circunstancia de que este procedimiento —razonar inductivamente— parece dar lugar al incremento de nuestro conocimiento condujo a la tentativa de proporcionar razones epistémicas apropiadas para confiar en los enunciados inductivamente inferidos.

Tradicionalmente se ha sostenido que las condiciones que determinan si una creencia está o no epistémicamente justificada son condiciones psicológicas internas. Por esta razón, filósofos como Descartes o Locke consideraban que siempre podemos determinar mediante un cuidadoso análisis introspectivo si nuestras creencias están o no justificadas. Contemporáneamente, autores como Chisholm¹² y Bonjour¹³ asumen versiones más modestas de esta postura internalista con respecto a la justificación, en las cuales no se exige que las condiciones psicológicas internas tengan que ser accesibles por introspección. Pero a fines del presente siglo surgió una alternativa a la perspectiva internalista de la justificación, que afirma la imposibilidad de determinar si una creencia está justificada sin tomar en consideración el contexto histórico o social del agente que tiene la creencia. Partidarios de esta corriente externalista de la justificación, como A. Goldman¹⁴ sostienen que nuestras creencias están justificadas si son producto de algún proceso cognitivo generalmente confiable, y que la confiabilidad de los procesos cognitivos depende en parte del entorno externo en el que opera el agente. Por su parte, Platinga¹⁵ considera que la justificación epistémica consiste en tener creencias producidas por un sistema cognitivo que funciona adecuadamente, es decir, que funciona del modo para el cual fue diseñado para funcionar —ya sea por selección natural o por dios— en el medio ambiente para el cual fue diseñado.

En lo que respecta al problema de la justificación de las generalizaciones inductivas, se ha adoptado tradicionalmente una perspectiva internalista, una perspectiva que puede caracterizarse, además, como fundacionalista. Según la concepción fundacionalista de la justificación epistémica algunos enunciados se autojustifican, y los demás deben justificarse a partir de los enunciados que se justifican a sí mismos. De acuerdo con las versiones más rigurosas del fundacionalismo, los enunciados que se autojustifican son infalibles, indubitables o incorregibles, y

¹² Chisholm, R., *The Theory of Knowledge*, Englewood Cliff, NJ: Prentice-Hall, 1866.

¹³ Bonjour, *The Structure of Empirical Knowledge*, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1985

¹⁴ Goldman, A., *Epistemology and Cognition*, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1986

¹⁵ Platinga, A., *Warrant: The Current Debate*, New York, Oxford University Press, 1992

los demás deben estar apropiadamente sustentados en aquellos. De este modo, las generalizaciones podrían justificarse si se las pudiera derivar a partir de otros enunciados verdaderos mediante algún proceso inferencial confiable. En este sentido, el procedimiento más confiable para justificar enunciados a partir de otros enunciados ya conocidos como verdaderos es razonar deductivamente. Pues en una inferencia deductiva que proceda a partir de premisas verdaderas sólo podemos derivar una conclusión verdadera.

Sin embargo, las inferencias deductivas no permiten justificar generalizaciones como la que afirma que todo cuerpo permanecerá en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme a menos que se ejerza una fuerza sobre él, a partir la experiencia empírica adquirida. Esto se debe a que las inferencias deductivas justifican un enunciado explicitando la información ya contenida en sus premisas, pero no pueden justificar enunciados que amplíen dicha información. Y, dado que no podemos tener experiencia acerca de todos los cuerpos posibles, ninguna inferencia deductiva podrá justificar la primera ley de Newton. Sin embargo, los científicos proceden como si pudieran justificar generalizaciones como ésta a partir de la experiencia, y por ese motivo se ha considerado que es posible justificar tales generalizaciones mediante inferencias inductivas.

Contra esta opinión podría sostenerse que no parece razonable confiar en las conclusiones inferidas inductivamente, pues en los razonamientos no deductivos la verdad de conclusión no se deriva necesariamente de la verdad de las premisas. Pero la creencia en que un razonamiento inválido según los cánones deductivos podría sin embargo ser sólido -si las premisas sustentan en cierto modo la conclusión- conduce a la búsqueda de una justificación para este hábito de formarnos expectativas a partir de nuestras experiencias previas. De acuerdo con esta postura hay razonamientos para cuya evaluación no serían apropiadas las normas deductivas, ya que éstos no pretenden ser deductivamente válidos. En apoyo de esta opinión se suele aducir que si las reglas deductivas fueran los únicos patrones inferenciales que permitieran razonar correctamente, sería imposible el conocimiento científico. Pues la ciencia establece conclusiones que no están lógicamente implicadas por la evidencia empírica disponible.

Se ha sostenido que el razonamiento que procede a partir de algunos casos y concluye una afirmación estrictamente universal se funda en el presupuesto de que el curso de los acontecimientos naturales es uniforme. Otros autores argumentaron que si una generalización puede ser justificada a partir de enunciados referidos a algunos casos efectivamente observados, eso ocurre porque los enunciados en cuestión hacen referencia a clases naturales. Los miembros que integran una clase natural tienen una estructura común subyacente que es la causa de que tales miembros tengan una gran cantidad de propiedad en común. Así, por ejemplo, las instancias observadas de un cierto mineral tendrían el mismo peso específico como consecuencia de que comparten la misma composición química y la misma estructura atómica. Esta estructura común subyacente es la que justifica la inferencia que procede a partir de las propiedades de las

instancias observadas hacia las propiedades de todas las instancias de ese mineral¹⁶. Se han propuesto, además, otros enunciados como ejemplos del principio capaz de justificar las inferencias inductivas, pero todos ellos son sumamente vagos, arbitrarios y, en última instancia, parecen reducibles a la afirmación de conexiones invariables entre los sucesos. Ninguno de estos enunciados propuestos es evidente en sí mismo, ni tampoco demostrable a partir de algún enunciado autoevidente -tal como lo requiere una justificación satisfactoria para la concepción fundacionalista-. Sin embargo, parece que negarnos a admitirlos significa abandonar aquello que constituye el propósito de la ciencia: la búsqueda de relaciones uniformes y constantes entre los fenómenos, que nos permitan predecirlos y explicarlos.

La dificultad que desde una perspectiva fundacionalista presenta la tentativa de encontrar una justificación lógica para las inferencias inductivas a partir de presuposiciones de índole empírica parece haber quedado explícitamente en evidencia por primera vez en el siglo dieciocho, con las críticas planteadas por Hume en *A Treatise of Human Nature*. En esta obra Hume argumenta que una inferencia inductiva no puede garantizar la verdad de su conclusión porque siempre es posible que sus premisas sean verdaderas y su conclusión falsa. Más aún, Hume pensaba que el único modo de mostrar que la inducción era una forma de inferencia confiable o sólida era circular. Pues, en su opinión, sólo podríamos demostrar que la inducción es una forma de razonar confiable si supiéramos que el futuro será probablemente semejante al pasado en ciertos aspectos relevantes. Pero para justificar esta afirmación es necesario suponer que la inducción es un tipo de inferencia confiable.

No obstante, la búsqueda de una justificación para la inducción no necesariamente debe ser entendida como la exigencia de una demostración de que las inferencias inductivas constituyen un caso particular de las deductivas. Sin embargo, desde la perspectiva fundacionalista se ha intentado justificar deductivamente los razonamientos inductivos, tal como lo muestra el argumento humeano. Así, frecuentemente se ha sostenido que, si se añadiera a las inferencias inductivas una premisa general se evidenciaría su naturaleza deductiva. Pues esta premisa -que se pretende implícitamente asumida en la formulación de los argumentos inductivos- afirma, por ejemplo, que lo que es cierto de algunos casos de cierto tipo es cierto de la totalidad de ellos, o que el futuro será aproximadamente semejante al pasado en los aspectos relevantes. También se ha intentado -como ya señalamos anteriormente- formular explícitamente un principio de inducción que, adoptado como regla de inferencia, pudiese validar el pasaje de las premisas a la conclusión. En realidad, el mismo enunciado podría cumplir tanto el papel de premisa como el de principio inductivo o regla de inferencia. Pero, en tanto premisa, este enunciado pertenecerá al mismo plano lingüístico que la inferencia inductiva en cuestión; mientras que, en tanto principio o regla de inferencia, será parte del metalenguaje con el que nos referimos a aquel lenguaje. Sin embargo, tanto la pretensión de hallar un principio de inducción como la de proponer una premisa general sólo trasladan el problema de justificar la inducción al de justificar el principio o la premisa en cuestión.

¹⁶ Kornblith, H., *Inductive Inference and its Natural Ground*, Cambridge, MA: MIT Press., 1993, p. 61-107

En efecto, generalmente se rechaza la idea de que una premisa que afirme que lo que es cierto de algunos casos de cierta clase es cierto de la totalidad de ellos, pueda ser un enunciado lógicamente necesario en el sentido en que lo son -en la lógica clásica- el principio de no contradicción o el principio de tercero excluido. Pues, si lo fuera, sería eliminable del proceso de justificación de las inferencias inductivas. Y como en tal caso los razonamientos inductivos consistirían -como los deductivos- en transformaciones tautológicas, no se plantearía la cuestión de su solidez ya que su validez sería demostrable. Lo mismo ocurriría si el principio de inducción buscado -concebido, ahora, como regla que prescribe cómo efectuar correctamente una inferencia- fuera lógicamente necesario. De modo que tanto la premisa como el principio de inducción -concebido como regla de inferencia- que precisamos deberían ser generalizaciones empíricas. Pero si fueran enunciados de carácter sintético y a posteriori -según la terminología kantiana- deberían a su vez ser justificados empíricamente mediante inferencias que procedan desde instancias particulares empíricas hacia la generalización en cuestión. En tal caso, incurriríamos en un argumento circular, que presupone la solidez del principio de inducción o de la premisa general que afirma que lo que es cierto de algunos casos de cierta clase es cierto de la totalidad de ellos, tal como argumentó Hume. De lo contrario, nuestro argumento daría lugar a una regresión infinita de principios de inducción de órdenes cada vez mayores o de inferencias inductivas cuyas conclusiones serían las premisas generales en cuestión. Pero ambos resultados serían inaceptables desde la perspectiva fundacionalista, que exige una justificación mediante una estructuración jerárquica a partir de enunciados capaces de autojustificarse.

La discusión anterior revela que todo intento de justificar deductivamente la inducción incurre, inevitablemente, en una regresión infinita o en un círculo vicioso. Así, por ejemplo, Stuart Mill intentó demostrar los principios en que se funda la inducción por eliminación de hipótesis rivales recurriendo a la inducción por enumeración incompleta, derivando tales principios a partir de premisas referidas a casos particulares. Sus métodos, por ese motivo, se sustentan en supuestos asumidos como premisas de una deducción que, por este motivo, podríamos calificar como hipotética. Ejemplos de tales premisas son el principio que afirma que todo acontecimiento tiene una causa, el que sostiene que la causa real de un fenómeno está incluida en el conjunto de aquellas que se cree que son sus posibles causas, etc. En suma, los métodos de inducción por eliminación de Stuart Mill presuponen la existencia de conexiones causales invariables, la uniformidad del curso de los acontecimientos en la naturaleza, etc. enunciados considerados como premisas implícitamente asumidas en las inferencias inductivas por eliminación, y justificables mediante inducción por enumeración incompleta.

Similarmente, la tentativa de Keynes de resolver los problemas planteados por la inducción por eliminación y por enumeración incompleta apelando al principio de variedad limitada y al de uniformidad de la naturaleza, debió enfrentar el mismo obstáculo. Pues, en lo que respecta a su contenido informativo, estos principios son presuposiciones empíricas, referidas a la constitución del mundo; de modo que a su vez ellas mismas requerirían de una justificación. En efecto, para resolver el problema de la justificación de la inducción, Keynes adoptó el denominado "principio de limitación de la variedad independiente", que afirma que toda ley tiene una probabilidad inicial finita. Este principio le permitía demostrar, mediante el

cálculo de probabilidades, que la probabilidad de una ley aumenta con el número de casos confirmatorios, y que tiende a la certeza como límite cuando el número de casos que la confirman crece por encima de toda limitación. Pero, aunque debe reconocerse que este autor explicitó uno de los presupuestos que necesariamente están implícitos en toda inducción, no puede considerarse que haya logrado justificarla sin incurrir en una circularidad. Puesto que, para eso, Keynes debería haber justificado este supuesto sin recurrir a inferencias inductivas. Por otra parte, el método de Keynes no permitía la confirmación de hipótesis relacionales, de modo que no era un método satisfactorio para fundar la inducción, ni aun en el caso de que se admita el principio de limitación de la variedad independiente.

En cambio, para eludir el escepticismo humeano, Kant sostuvo que los principios que garantizan la solidez de las inferencias inductivas son de carácter sintético pero a priori, ya que éste sería el único modo de explicar la posibilidad del conocimiento científico. Sin embargo, Popper ha cuestionado esta clase de argumentos trascendentales, aduciendo que sólo podría garantizar que el principio de inducción es una condición de posibilidad del conocimiento empírico, pero no garantizaría su validez.

1.2. El carácter problemático de la justificación de la inducción.

Contrariamente a lo que sugieren las consideraciones examinadas en la sección anterior, la aceptación del argumento humeano no parece conducir necesariamente al escepticismo. Al menos esto es lo que supone Couvalis, quien sostiene que -de acuerdo con Hume- no es la inducción lo que se pone en duda mediante su crítico planteo sino los argumentos filosóficos que dan lugar a ese planteo. Según la interpretación de Couvalis, Hume ha sugerido que aunque la inducción no puede justificarse apelando a algo más fundamental, son absurdas las objeciones filosóficas contra la inducción, de modo tal que esas objeciones están menos garantizadas que nuestra creencia en la inducción y nuestras prácticas cotidianas fundadas en ella. Así, pretender dudar de la solidez de la inducción mientras continuamos conduciéndonos en nuestra vida diaria como lo hacemos cotidianamente, significaría incurrir en una contradicción pragmática, pues habitualmente nos comportamos como si pensáramos que la inducción es confiable¹⁷.

Si la interpretación de Couvalis es la correcta, la respuesta humeana descansa en una adhesión incuestionada a creencias que no podríamos poner en duda seriamente a causa de nuestras tendencias naturales. Sin embargo, desde una perspectiva fundacionalista podría objetarse que para legitimar el uso de una forma de razonamiento debemos poder justificar su empleo a través de un enunciado manifiestamente verdadero que exprese la regla que prescribe como efectuar correctamente esa inferencia. Hume consideraba haber descubierto que no hay tal tipo de enunciados en el caso de la inducción. Pero como el escepticismo con respecto a la inducción no es una opción realista, Hume sugirió -según la interpretación de Couvalis- que el argumento que sustenta el escepticismo con respecto a la inducción puede volverse en contra de los presupuestos filosóficos y de los métodos que justifican tal argumento. Pues si de un argumento se deriva una conclusión que contradice afirmaciones que a cualquiera le parecen más plausibles que sus premisas o que los principios lógicos que los sustentan, entonces debe haber algo erróneo en ese argumento, y no necesitamos saber cuál es el error para rechazar su conclusión.

Aunque califica como irracionalista la postura humeana, Couvalis no parece tomar una actitud diferente a la de Hume. En efecto, Couvalis no cree que el hecho de que las objeciones humeanas contra la inducción no hayan podido ser respondidas deba ser considerado problemático. Puesto que -en su opinión- asumir una postura escéptica con respecto a la inducción a causa de la imposibilidad de responder los argumentos humeanos sólo sería razonable si pensáramos que las conclusiones de los argumentos filosóficos -tal como el proporcionado por Hume- están tan bien fundadas como las conclusiones que inferimos inductivamente a partir de la experiencia. Pero Couvalis cree que éste no es el caso, dado que nuestra conducta cotidiana y la práctica científica concreta ponen de manifiesto que nos conducimos como si el problema de la justificación de la inducción no existiera. Aún más, el elevado éxito predictivo de

¹⁷ Couvalis, G., "Induction and Probability", *The Philosophy of Science: Science and Objectivity*, SAGE Publications, London, 1997, p. 41.

las teorías científicas constituye —en su opinión— una evidencia de que las inferencias inductivas que nos han conducido a sostener tales teorías son un tipo de inferencia plausible.

Pero contra esta la estrategia pragmatista que intenta justificar la inducción fundándose en el éxito práctico que ha proporcionado hasta ahora el empleo de inferencias inductivas podría objetarse que también esta postura se sustenta en un argumento circular. No obstante, Couvalis sostiene que las objeciones planteadas por Hume contra la inducción no constituyen un problema real para el conocimiento científico. Es por eso que, de acuerdo con Couvalis, si bien Hume no pudo resolver adecuadamente el problema que él mismo planteó, al menos reconoció que no podemos conducirnos como si estas críticas contra la inducción plantearan realmente un problema¹⁸.

Lo que frente a esta clase de posturas parece incuestionable es la necesidad de analizar si la búsqueda de una justificación de la inducción constituye un auténtico problema filosófico o si sólo es un problema originado en una confusión lingüística. Puesto que también podría sostenerse que no es necesario justificar la inducción, aduciendo que carece de sentido preguntarse si la inducción es un método de inferencia razonable. Pues, en efecto, tampoco tiene sentido preguntarse si la deducción es un método válido de razonamiento, ya que la validez o invalidez de un argumento supone su carácter deductivo. Al juzgar razonable o irrazonable una inferencia inductiva en particular aplicamos ya normas inductivas, del mismo modo que cuando juzgamos válido o inválido un razonamiento estamos empleando cánones deductivos. Pero el reconocimiento de que es absurdo exigir que la inducción se justifique mediante reglas inductivas no significa que se deba intentar demostrar que los razonamientos inductivos son casos particulares de los deductivos.

En efecto, quienes buscan tal justificación deductiva adoptan una actitud similar a la de los protagonistas del diálogo imaginado por Lewis Carroll entre Aquiles y la tortuga que lo superó en la carrera de la paradoja de Zenón. En este diálogo, una astuta tortuga le propone al mítico héroe griego efectuar una inacabable demostración de una parte de la prueba de la primera proposición de *Los Elementos* de Euclides. La demostración, tal como la plantea la tortuga, es irrealizable porque consta de una cantidad infinita de pasos. Pues, para que el animal acepte el pasaje de un par de premisas a la conclusión que se deduce de ellas, Aquiles se ve obligado a introducir como una nueva premisa la afirmación de que si las dos premisas anteriores son verdaderas, también lo será la conclusión. Pero, cuando a partir de estas tres premisas el héroe intenta establecer la conclusión, nuevamente la tortuga lo persuade de que debe incluir aún una cuarta premisa para poder hacerlo, premisa que afirma que si las tres premisas anteriores son verdaderas, también lo es la conclusión. Y así, ad infinitum. Este diálogo imaginario nos advierte sobre la importancia metodológica que tiene la distinción entre los enunciados que funcionan como premisas en una deducción y la formulación en términos del lenguaje objeto de las reglas de inferencia que gobiernan la deducción en cuestión. Pues pone en evidencia de qué modo la confusión de los diferentes niveles del lenguaje a los que pertenecen las premisas de un argumento deductivo, por un lado, y las reglas que lo fundamentan, por el otro, da origen a una regresión infinita.

Así, quienes intentan demostrar que las inferencias inductivas son casos particulares de las deductivas provocan una regresión infinita similar a la del diálogo entre Aquiles y la tortuga. Pues consideran que una proposición general que en realidad sirve de canon inductivo en un argumento debe introducirse como premisas dentro de éste; pero luego buscan justificar su verdad obteniéndola como conclusión de otro razonamiento inductivo. Y la regla de inferencia empleada en éste último también es, a su vez, incorporada como premisa dentro de él, para después intentar demostrar su verdad considerándola como la conclusión de un tercer razonamiento inductivo; y así sucesivamente. Pero tal proceder es incorrecto desde el punto de vista metodológico, pues los enunciados de las reglas de inferencia inductivas en cuestión tienen una función equivalente a la que cumplen las reglas de inferencia deductivas, ya que operan como cánones que garantizan la solidez o corrección de argumentos no deductivos. Así como en la lógica clásica ciertas proposiciones que se consideran lógicamente necesarias expresan reglas de inferencia deductivas, los principios inductivos -tales como el de uniformidad de la naturaleza- son proposiciones generales no lógicamente necesarias que expresan reglas de inferencia inductivas. En consecuencia, aceptar tales proposiciones generales no lógicamente necesarias equivale a considerar las inferencias inductivas correspondientes como aceptables o correctas. Y la solidez de una forma de inferencia específica no debería juzgarse buscando un principio inductivo general, sino considerando cada caso en particular, puesto que cada argumento inductivo es, en sí mismo, una instancia de una regla de inferencia inductiva¹⁹.

Pero contra la postura de quienes consideran que no es necesario justificar la inducción se objeta, generalmente, que confunde el proceso de formular un argumento con el de estimar su solidez. Pues, si bien es cierto que no es posible proponer reglas generales que gobiernen el primer proceso, los críticos sostienen que sí debería serlo con respecto al segundo, de lo contrario sería imposible escapar al escepticismo. No obstante, esta crítica supone la aceptación del enfoque kantiano que procede del hecho innegable de que el conocimiento empírico es posible y avanza hacia la afirmación de su condición de posibilidad. Ya que fundándose en la existencia de inferencias inductivas aceptables o correctas, exigen la especificación de las reglas generales que harían aceptables estas inferencias. Sin embargo, tales argumentos trascendentales, como ya vimos, han sido cuestionados por su incapacidad para establecer la validez del principio considerado como condición posibilitante. Pero, además, esta crítica es circular, pues asume implícitamente que la ausencia de reglas generales equivale a la imposibilidad de justificación. Es decir, supone que la universalidad estricta de una regla es la condición necesaria para que la regla pueda justificar los casos particulares subsumidos en ella. En otras palabras, se funda en que justificar equivale a justificar deductivamente, de modo que emplea como premisa aquello que pretende demostrar: que sólo las justificaciones deductivas son capaces de justificar.

Algunos autores afirmaron que todos los métodos inductivos de estimación de hipótesis son igualmente irracionales, ya que toda inferencia no deductiva es igualmente inválida. Esta postura escéptica -que ya había sido

¹⁸ Couvalis, G., "Induction and Probability", *The Philosophy of Science: Science and Objectivity*, SAGE Publications, London, 1997. p.40-43.

¹⁹ Strawson, P.F., *Introduction to Logical Theory*, Methuen & Co., London, 1952, p 257. (trad.cast. Ameller, V., Ed. Nova, Bs. As., 1969)

sostenida por Bradley- se atribuye frecuentemente al Wittgenstein del *Tractatus Logico-Philosophicus*. Sin embargo, hay interpretaciones que vinculan sus afirmaciones con la intención de mostrar que hay una falacia implícita en el planteo del problema de la inducción, que está vinculada con el problema del análisis y la definición de los conceptos involucrados. Según estas interpretaciones, Wittgenstein podría ser reconocido como el precursor de una corriente continuada luego incluso por Carnap, quien propone una consideración analítica de la inducción. En efecto, este filósofo sostenía que todo juicio que atribuyera cierta corrección o solidez a una inferencia inductiva no podía ser empírico, de modo que sólo podía ser una estipulación lingüística sobre el empleo del término "correcto" o "sólido". En consecuencia, no consideraba el problema de la inducción como un problema filosófico genuino, sino como una cuestión relativa a la adopción de determinadas convenciones en el lenguaje.

Pero esta actitud convencionalista ha sido acusada de fomentar el irracionalismo, pues toda elección convencional -aún las que adoptan los científicos respecto del empleo de los términos- podría ser calificada como arbitraria y dogmática. En sus *Philosophical Investigations*, Wittgenstein parece sugerir que se debe apelar al uso que se hace de los términos en el lenguaje ordinario. Así, en virtud de la asimilación de las reglas lingüísticas a las reglas de un juego, Wittgenstein sostiene que la comprensión del significado de una proposición reside en el uso de que ella se hace en el lenguaje.²⁰ Sin embargo, el empleo común del lenguaje cotidiano se caracteriza por su ambigüedad e imprecisión. Por eso, lo que este filósofo señala es que el problema de la inducción surge cuando intentamos precisar los conceptos cuya ambigüedad no se presenta como problemática en el lenguaje cotidiano. El problema de la inducción se plantea sólo cuando el pensamiento intenta traspasar las fronteras que el lenguaje le impone.

Tras la tentativa de eludir el escepticismo buscando otro significado de los términos involucrados en el problema de la justificación de la inducción, debe enfatizarse la relevancia del surgimiento de esta nueva manera de analizar el problema como una cuestión semántica: la de en qué sentido puede exigirse en general una justificación de la inferencia inductiva. Entre aquellos que adoptaron esta nueva perspectiva para tratar el problema de la justificación de la inducción se encuentran quienes -como Wittgenstein, Ayer²¹ y Ambrose²²- consideran que éste es sólo un pseudo-problema, al igual que la mayoría de los problemas filosóficos insolubles, y que no puede ser resuelto pero sí disueto. Pues este problema surge a causa del equívoco empleo de términos tales como "fundamento" o "probabilidad", ya que estamos usando la palabra "probabilidad" con un significado diferente al habitual si negamos la probabilidad de la conclusión de una inferencia inductiva cuyas premisas han sido empíricamente verificadas. En este sentido, quienes defienden esta postura afirman que es necesario efectuar una distinción entre la pregunta del científico acerca de la justificación de una generalización en particular -o acerca de si una hipótesis está suficientemente justificada- y la pregunta del filósofo acerca de la justificación de la inducción en general. Ya que es posible apelar a cánones inductivos para responder a la primera cuestión, pero es

²⁰ Wittgenstein, L, *Philosophical Investigations*, Blackwell, Oxford, 1953, § 116, 477 y 486

²¹ Ayer, A, *Language, Truth and Logic*, V. Gollancz ed, London, 1936, cap. 5. (trad. cast. Marcial Suárez, Hyspamerica, Bs. As. 1984)

imposible hacerlo para responder a la segunda. La primera sería una cuestión legítima y útil, a diferencia de la segunda, que carecería de significado.

Recordemos que a una conclusión en cierta medida semejante arriba Couvalis en "Induction and Probability", donde se propone mostrar que las objeciones planteadas por Hume contra la inducción no constituyen un problema real para el conocimiento científico. Con este objetivo Couvalis argumenta que las críticas de Hume a la inducción pueden ser interpretadas como la exigencia de una justificación no circular de la solidez de las inferencias inductivas²³ - es decir, una justificación que no presuponga la solidez de las inferencias inductivas-. Y sostiene que si reinterpretemos la objeción humeana de este modo, dicha objeción se debilitaría. Pues la demanda de una justificación no circular que pruebe que una clase de argumentos es confiable ni siquiera podría ser satisfecha en el caso de las inferencias deductivas. En efecto, según Couvalis, podríamos argumentar en defensa de la confiabilidad o solidez de las inferencias deductivas mediante las siguientes estrategias:

1. Formular un argumento circular que emplee inferencias deductivas para justificar la confiabilidad de las inferencias deductivas, camino que sería inadecuado si Hume estuviera en lo correcto al cuestionar la inducción porque sólo puede ser justificada circularmente.
2. Argumentar que parece imposible dudar de las inferencias deductivas, respuesta que sería inadecuada porque apela a supuestos hechos psicológicos acerca de nosotros mismos que no serían relevantes con respecto al problema de la confiabilidad de las inferencias deductivas. Y el único modo de mostrar su relevancia con respecto al problema de la solidez de las inferencias deductivas sería emplear un argumento deductivo que tenga una premisa referida a la causa de nuestra aparente incapacidad como relativa a algún rasgo de las inferencias deductivas. Pero, nuevamente, habríamos incurrido en una argumentación circular.
3. Sostener que es imposible que las inferencias deductivas no sean sólidas, para lo cual deberemos emplear argumentos deductivos que contengan premisas acerca de la naturaleza de los argumentos deductivos. De modo que, una vez más, nuestra argumentación será circular.
4. Fundarnos en la afirmación de que es evidente que hay al menos algunos patrones inferenciales deductivos simples que son confiables. Sin embargo, Couvalis considera que debe rechazarse esta alternativa, puesto que en el pasado se han tomado por evidentes afirmaciones o teorías que luego resultaron ser falsas, de modo que nuestra inclinación a creer que ciertos patrones inferencias deductivos son confiables o sólidos no prueba que realmente lo sean.

²² Ambrose, A, "The Problem of Justifying Inductive Inference", *The Journal of Philosophy*, vol. 44, 1947. pp. 253-272.

²³ Couvalis, G., "Induction and Probability", *The Philosophy of Science: Science and Objectivity*, SAGE Publications, London, 1997. p.49.

Así, todo intento de justificar las inferencias deductivas conduce a argumentaciones circulares, excepto en el caso de la última estrategia que apela a una justificación apriorística. Pero Couvalis considera inaceptable esta última estrategia porque supone que si un enunciado es afirmado como evidente a priori, dicho enunciado no puede estar sujeto a revisión. De todos modos, Couvalis afirma que el hecho de que las inferencias deductivas sólo puedan ser justificadas circularmente bien podría ser un indicio de que al menos algunas justificaciones circulares de esquemas inferenciales no son problemáticas, lo cual se aplica tanto a las inferencias deductivas como a las inductivas.

No obstante, consideramos necesario efectuar algunas precisiones respecto del status de las leyes de la lógica con el fin de determinar el alcance y el verdadero significado del argumento de Couvalis. Para esto conviene recurrir a una distinción que Reichenbach formula en *Experience and Prediction*, donde caracteriza las dos posturas principales respecto del problema del origen de las leyes de la lógica: la interpretación apriorista y la interpretación formalista de la lógica. De acuerdo con la primera interpretación, las leyes de la lógica probabilística o inductiva son tan evidentes como las de la lógica deductiva, y se fundan sobre la naturaleza a priori de la razón, o sobre la naturaleza psicológica del pensamiento, o sobre una intuición o evidencia intelectual. De acuerdo con esta interpretación apriorista, la lógica probabilística debe ser concebida como la lógica de la creencia racional aplicable a aquellos eventos cuyo valor de verdad es desconocido. Así, siguiendo las concepciones de Platón, Descartes, Leibniz y Kant, G. Boole consideró su lógica probabilística como una expresión de "las leyes del pensamiento", expresión que titula la mayor de sus obras. De acuerdo con esta interpretación, las leyes de la lógica probabilística, a pesar de admitidas por todos, no pueden deducirse a partir del concepto de probabilidad entendido como expectativa razonable. Reichenbach afirma que en el marco de una concepción apriorista como la de Boole, estas leyes tienen un carácter sintético pero a priori²⁴.

Los partidarios de la interpretación formalista, en cambio, no creen en el carácter a priori de la lógica; rehusándose incluso a hablar en términos de "leyes de la lógica" para no sugerir que hay algo en la naturaleza de la autoridad de la lógica que debemos obedecer. Para ellos la lógica es sólo un sistema de reglas que sólo rigen la transformación de una fórmula en otra, reglas que de ninguna manera determinan el contenido de la ciencia. Esta concepción, según Reichenbach subyace bajo el nominalismo medieval, y habría sido reconocida por aquellos empiristas que, como Hume, vieron la necesidad de explicar la pretensión del carácter necesario de la lógica. Precisamente éste habría sido el origen del desarrollo de la lógica moderna, entre cuyos representantes se encuentran Hilbert, Russell, Wittgenstein y Carnap. De acuerdo con estos pensadores, la lógica es el dominio de las fórmulas tautológicas, siendo una tautología -tal como lo definió Wittgenstein- una fórmula cuya verdad no depende del valor de verdad de las proposiciones elementales que contiene. Carnap, continuando las ideas de Wittgenstein, explicó el carácter necesario de la lógica fundándose en que ella trata sólo con el lenguaje y no con los objetos del lenguaje. El

lenguaje está formado por símbolos cuyo uso está determinado por ciertas reglas. La necesidad lógica es sólo una relación entre los símbolos del lenguaje, una relación establecida de acuerdo con las reglas del lenguaje, de modo que la necesidad lógica no es inherente a las cosas mismas. La lógica es sólo un sistema de reglas sintácticas del lenguaje. Como las reglas del lenguaje no se aplican al dominio de la experiencia, la necesidad lógica no puede atribuirse a lo que sucede en la realidad, no puede hablarse de leyes lógicas del mundo de nuestra experiencia.²⁵ La concepción formalista se libera, así, del apriorismo que plantea el problema de explicar la correspondencia entre el pensamiento y la realidad, y por eso -según Reichenbach- esta es la interpretación de la lógica que tiene que adoptar todo empirismo, ya que no nos exige creer en leyes no empíricas²⁶.

Ahora bien, si adoptamos la perspectiva de la interpretación formalista, parece necesario diferenciar entre la circularidad en que incurren -según Hume y Couvalis- los argumentos que intentan justificar la solidez de las inferencias inductivas, y la circularidad en que incurren las tres primeras estrategias para justificar la plausibilidad de los argumentos deductivos que Couvalis menciona. Pues Hume llega a la errónea conclusión de que todo intento de justificar las inferencias inductivas conducirá a un argumento circular porque considera que toda justificación debe ser una justificación deductiva. Y es por eso que exige que la verdad de las premisas de una inferencia inductiva garantice la verdad de su conclusión. Pero esta es una exigencia desmesurada, ya que si pudiera ser satisfecha, las inferencias inductivas serían sólo casos particulares de las deductivas. Además, exigir que la justificación de la solidez de una inferencia consista en demostrar que tal inferencia es un caso particular de inferencia deductiva equivale a sostener que sólo esta última clase de inferencias son sólidas o confiables. Así que, en tanto que las exigencias de Hume son innecesarias, la circularidad en la que incurriría el tipo de justificación que él propone es eludible.

En cambio, la circularidad en que incurren las estrategias mencionadas por Couvalis para justificar la confiabilidad de las inferencias deductivas es ineludible. Pero lo es porque tales estrategias se plantean como intentos de responder a una pregunta cuya formulación carece de sentido. En efecto, carece de sentido preguntarse si la deducción es un método válido de razonamiento, ya que la validez o invalidez de un argumento supone su carácter deductivo, puesto que cuando juzgamos válido o inválido un razonamiento estamos empleando cánones deductivos. Siguiendo esta línea de argumentación podríamos sostener que no es necesario justificar la corrección o solidez de la inducción, aduciendo que carece de sentido preguntarse si la inducción es un método de inferencia correcto o sólido ya que al juzgar correcta o incorrecta una inferencia inductiva en particular aplicamos cánones inductivos.

²⁴ Reichenbach, H. "Probability and Induction", *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p. 334-335, y 338.

²⁵ En el capítulo IV de *Language, Truth and Logic*, Ayer señala que los principios de la lógica y la matemática son necesariamente verdaderos porque son analíticos, en el sentido de que no podemos negarlos sin contradecir las reglas que rigen el uso del lenguaje. Sin embargo, la circunstancia de que sean enunciados analíticos, carentes de contenido fáctico, no impide que tengan contenido informativo. Precisamente, una tautología proporciona información acerca de cómo empleamos ciertos símbolos, cuáles son las convenciones que rigen el uso de ciertos términos.

²⁶ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p. 336-337

Esta es, en efecto, la opinión de Carnap, quien sostiene que las reglas de inferencia inductivas pueden considerarse como definiciones implícitas de la noción de corrección o solidez inductiva, así como las reglas de razonamiento deductivo pueden considerarse como una definición implícita del concepto de validez deductiva. En consecuencia, así como es ilegítima la exigencia de demostrar la validez de las reglas de inferencias deductivas independientemente de la definición de validez, o la adecuación de ésta independientemente de la demostración de la validez de tales reglas, lo mismo ocurriría con las reglas de inferencia inductivas y la definición de corrección o solidez inductiva. De acuerdo con Carnap, la prueba de la adecuación del análisis de la noción en cuestión es similar a la prueba de que una interpretación determinada de un conjunto de signos definidos implícitamente satisface los postulados en que se presenta. De este modo, la validez de las inferencias deductivas podría justificarse apelando al carácter analítico del enunciado que expresa la regla de inferencia que gobierna, en cada caso concreto, una inferencia deductiva determinada. En cuanto a la solidez de los argumentos inductivos y la justificación de sus aplicaciones a determinadas decisiones prácticas, Carnap mostró que no se requiere presuponer el principio de la uniformidad de la naturaleza sino sólo el enunciado de que tal uniformidad es probable sobre la base de la evidencia disponible. Carnap mostró, además, que este último es un enunciado analítico de la lógica inductiva, de modo que su confirmación empírica es innecesaria. Así desaparece el aparente círculo vicioso que muchos filósofos han considerado que se plantea en la validación del método inductivo²⁷.

En suma, de acuerdo con esta concepción formalista de la lógica sostenida por Carnap, podemos dar una explicación formal de por qué toda inferencia deductiva es válida porque el contenido específico de los enunciados en las inferencias deductivas es irrelevante para la validez de tales inferencias. Las inferencias deductivas son válidas a causa de las relaciones lógicas que se verifican entre los significados de los términos de los enunciados que componen la inferencia. El carácter analítico de las verdades lógicas se funda en que la lógica es sólo un sistema de reglas del lenguaje, y las reglas semánticas del lenguaje proporcionan una interpretación de las oraciones indicando qué condiciones las harían verdaderas. De este modo, un enunciado será analítico si y sólo si su verdad puede establecerse atendiendo únicamente a las reglas semánticas del sistema sin tomar en cuenta ningún hecho extralingüístico. Consecuentemente, el mero conocimiento de las reglas basta para adjudicar el carácter de analítico a una oración, pues no se necesita otra información para establecer que la oración es verdadera en cualquiera de las condiciones posibles.

Similarmente, Carnap sostiene que los enunciados acerca del grado de confirmación que cierta evidencia proporciona a una hipótesis, si son verdaderos, son analíticos. Pues es una verdad de su sistema de lógica inductiva que, una vez elegida una definición de la función confirmación, esa evidencia confirmará en cierto grado la hipótesis en cuestión. Con todo, es discutible la relevancia de estos enunciados analíticamente verdaderos acerca de la probabilidad

²⁷ Carnap, R, *Logical Foundations of Probability*, § 41, The University of Chicago Press, Chicago, 1950

de una hipótesis para la práctica de la predicción inductiva. Pues la propuesta de Carnap no muestra que estos enunciados analíticamente verdaderos pueden justificar la racionalidad de nuestra creencia en la hipótesis en cuestión, ya que una definición diferente del grado de confirmación daría sustento a otra creencia distinta.

1.3. La concepción formalista de la lógica y el problema de la analiticidad.

Si aplicamos al caso de las inferencias inductivas la concepción formalista de la lógica deductiva, podríamos pensar que, si hay inferencias inductivas persuasivas o sólidas, su solidez se debería únicamente a su forma lógica. Pero Couvalis niega que la persuasividad de una inferencia deductiva resida en la analiticidad del enunciado que expresa la regla que justifica esa deducción, y que la lógica deductiva esté compuesta por enunciados analíticamente verdaderos. El autor fundamenta su rechazo de la concepción formalista de la lógica cuestionando la inteligibilidad de la idea de que las inferencias deductivas pueden mostrar que una conclusión se sigue necesariamente de ciertas premisas a causa de hechos acerca de los significados involucrados. En su opinión, los partidarios de esta concepción formalista de la lógica no proporcionan una explicación aceptable de cómo éstas verdades pueden basarse solamente en el significado de los términos, pues la noción de significado que subyace bajo estas concepciones es elusiva. Desde la perspectiva de Couvalis, la definición de argumento deductivo incurre en una falacia de presuposición, porque esa definición afirma que los argumentos deductivos son aquellos en los cuales la conclusión se sigue necesariamente de las premisas en virtud del carácter analítico del enunciado que expresa la regla que justifica esa deducción. Pero si no hay verdades analíticas, entonces no hay tales argumentos.

Fundándose en estas consideraciones, el autor sostiene que no tenemos fundamentos para afirmar que hay una asimetría entre deducción e inducción meramente sobre la base de una muy cuestionada concepción de la naturaleza de la lógica deductiva. Pues, en cualquier caso, concluir que las inferencias inductivas son problemáticas meramente a causa de las dificultades que se plantean al intentar dar una explicación formal de cómo funcionan, supone asumir que toda inferencia confiable o sólida lo es porque es deductiva, o al menos porque tiene una gran semejanza con las inferencias deductivas. Y también supone asumir que las inferencias deductivas son persuasivas o sólidas solamente a causa de su forma lógica, tesis que Couvalis rechaza.

El argumento de Couvalis se sustenta, evidentemente, en las críticas contra las nociones de analiticidad y significado que han formulado autores como Quine²⁸ y White²⁹. De acuerdo con estos filósofos, las nociones de analiticidad que se han brindado -no sólo en el marco de la filosofía tradicional, sino también en el del empirismo lógico- son insatisfactorias. Quine argumentó que si se denominan "analíticos" los enunciados que son verdaderos exclusivamente en virtud del significado de los términos que lo componen, se deberá esclarecer la noción de "significado". Pero como -en su opinión- los significados han sido concebidos como "oscuras entidades intermedias", ellos no permitirían elucidar adecuadamente la noción de analiticidad. Más aún, Quine considera que preferible abandonar toda tentativa de esclarecer el concepto de analiticidad a través de la noción de significado, ya que la teoría

²⁸ Quine, W.V., "Two Dogmas of Empiricism", *From a Logical Point of View*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1953.

de la significación se vincula con las nociones de sinonimia y de analiticidad. En efecto, dado que los enunciados analíticos pueden reducirse a verdades lógicas por sustitución de expresiones por otras sinónimas, el problema de la analiticidad se reduce al del intento de explicar la noción de sinonimia en términos de definición, intercambiabilidad de expresiones o de reglas semánticas. Luego de rechazar las dos primeras alternativas, Quine objeta la postura de quienes, como Carnap, sostienen que la dificultad para distinguir entre enunciados analíticos y sintéticos es propia de los lenguajes naturales a causa de su vaguedad, pero que tal dificultad no se presenta en los lenguajes provistos de reglas semánticas precisas³⁰.

En efecto, en *Meaning and Necessity* Carnap describe lenguajes de ese tipo, a los que denomina “sistemas semánticos”, y con respecto a ellos define el concepto de verdad lógica o L-verdad con la intención de proporcionar una elucidación del concepto de analiticidad. Para ello, Carnap apela a la noción de descripción de estado, que consiste en cada una de las combinaciones que pueden formarse cuando, para cada oración atómica del sistema, únicamente se hace figurar o bien ella o bien su negación pero no ambas. Y los enunciados L-verdaderos son los que resultan verdaderos en cualquier descripción de estado. Con esta definición Carnap pretende expresar lo que en términos informales significa que un enunciado es analítico si y sólo si su verdad puede establecerse atendiendo únicamente a las reglas semánticas del sistema sin tomar en cuenta ningún hecho extralingüístico. Dado que las reglas semánticas proporcionan una interpretación de las oraciones indicando qué condiciones las harían verdaderas, es suficiente conocer tales reglas para adjudicar el carácter de L-verdadera a una oración.

Una de las objeciones que Quine formula contra la definición carnapiana de L-verdadero es que no abarca todas las clases de analiticidad, pues -por ejemplo- podría ocurrir que las oraciones atómicas “Juan es soltero” y “Juan es casado” se presentaran dentro de una misma descripción de estado, de modo tal que el enunciado “Ningún soltero es casado” no sería analítico. Pero Quine también cuestiona la propuesta de Carnap aduciendo que no proporciona una caracterización independiente y genérica de la noción de regla semántica. En consecuencia, no se podría explicar en qué significa que un enunciado sea analítico, sino que a lo sumo sólo se podrían distinguir los enunciados que son analíticos dentro de un sistema de los que no lo son. Además, Quine argumenta que, dado que ningún enunciado es inmune a una posible revisión, no se justifica la creencia en la distinción tajante entre enunciados analíticos y sintéticos. En su opinión, a lo sumo podría establecerse una diferencia de grado entre los enunciados, que dependería de nuestra mayor o menor disposición a revisar un enunciado cuando el conjunto de que forma parte no permite dar cuenta de la experiencia.

²⁹ White, M., *The Analytic and the Synthetic: An Untenable Dualism, Semantics and the Philosophy of Science*, Linsky ed., University of Illinois Press, 1951, p.272-286.

³⁰ En esta exposición de la disputa acerca de la posibilidad de distinguir los enunciados analíticos de los sintéticos, seguimos el trabajo inédito del Dr. R. Gaeta, “Analítico y sintético: un dualismo controvertido”.

La postura de White es más moderada que la de Quine, pues si bien considera que los conceptos involucrados en la distinción analítico-sintético no se encuentran lo suficientemente aclarados, admite que la noción de analiticidad es suficientemente clara cuando se refiere a los lenguajes artificiales. En su opinión, el problema se plantearía en los lenguajes naturales, dentro de los cuales no se podrían distinguir los enunciados analíticos ni por su forma ni por la observación de la conducta de los usuarios. Por eso White sostiene que debemos abandonar el mito de la distinción radical entre enunciados analíticos y sintéticos, pues aunque se encontrara un criterio para efectuar tal distinción, ésta sería gradual y no tajante.

Las críticas de Quine contra la distinción entre enunciados analíticos y sintéticos dieron origen a una extensa controversia que no detallaremos aquí, pero es importante señalar que todos los críticos de Quine coinciden en que su demanda de una elucidación de la noción de analiticidad adquiere características que permiten calificarla como exagerada, si se la compara con lo que habitualmente se pretende cuando se reclama una explicación de un concepto. La exageración de la demanda de Quine conduciría, además, a consecuencias paradójicas. En efecto, Grice y Strawson³¹ argumentan que el rechazo por parte de Quine de la noción de sinonimia cognitiva implicaría el abandono de la noción de sinonimia, y por lo tanto, el rechazo del concepto de significación y quizá la noción de sentido en general. Por su parte, B. Mates argumenta que la postura de Quine es insostenible, pues conduciría a la paradoja del análisis. La paradoja surge porque ningún término F que se proponga para definir "analítico" evitará la acusación de circularidad, ya que si F es satisfactorio deberá tener la misma extensión que "analítico". Pero si F tiene la misma extensión que "analítico", entonces la oración " $\Lambda S(S \text{ es analítico si y sólo si } F(S))$ " resulta a su vez analítica. Pero entonces F es cognitivamente sinónimo de "analítico" y, en consecuencia, decir que "analítico" es equivalente a F es lo mismo que decir que "analítico" es equivalente a "analítico", de acuerdo con el principio de que la sustitución de sinónimos cognitivos en una oración produce otra que es cognitivamente sinónima de aquella.

Señalamos ya que Quine objeta los sistemas propuestos por Carnap porque la definición de los enunciados L- verdaderos -que pretendía ser una elucidación del concepto de analiticidad- no permitía considerar como analíticos a ciertos enunciados que habitualmente calificamos como tales. Para eludir esta dificultad, Carnap introduce los postulados de significación, cuya función es la de establecer las relaciones lógicas que se necesitan para recoger cabalmente la analiticidad. En nuestro ejemplo, este propósito se cumple adoptando como postulado $\Lambda x(Sx \rightarrow \neg Cx)$ donde "S" y "C" significan "soltero" y "casado" respectivamente. De este modo, las oraciones analíticas dentro de los sistemas semánticos de Carnap pueden caracterizarse como aquellas que son verdaderas en todas las descripciones de estado que satisfagan los postulados de significación. Esta noción de analiticidad podría eludir, además, la objeción de que como ningún enunciado es inmune a una posible revisión, no se justifica la creencia en la distinción tajante entre enunciados analíticos y sintéticos. Pues de acuerdo con Carnap la analiticidad de los enunciados no es absoluta

sino relativa a un lenguaje. Es por eso que un enunciado analítico en un sistema semántico L_n -es decir, una verdad lógica de ese lenguaje- puede no ser un enunciado analítico en otro sistema semántico L_{n+1} , y por lo tanto, puede ser considerado susceptible a la contrastación empírica. Así, un enunciado puede ser calificado como analítico en L_n , y no perder su carácter de analítico con relación a ese lenguaje, aunque al pasar a otro sistema L_{n+1} no sea considerado analítico en este último lenguaje. Por lo demás, Carnap considera injustificado el escepticismo quineano respecto de la posibilidad de encontrar un criterio adecuado, un criterio conductista, para determinar la analiticidad en los lenguajes naturales.

Pero Quine cuestionó también esta propuesta de Carnap que intenta elucidar el concepto de analiticidad mediante el de verdad lógica en el contexto de un lenguaje artificial, intentando mostrar la ineficacia de los lenguajes artificiales para explicar el concepto de analiticidad. De acuerdo con Quine no es posible reproducir en el lenguaje artificial la distinción entre enunciados analíticos y sintéticos, pues las reglas del lenguaje artificial sólo permitirían encontrar para cada una de las oraciones de un sistema semántico, una oración del lenguaje natural que tuviera el mismo valor de verdad. Pero no se puede introducir convencionalmente ninguna regla adicional que posibilite la distinción entre enunciados analíticos y sintéticos, dado que tales reglas -los postulados de significación propuestos por Carnap- no forman parte del lenguaje, sino que son conceptos metasistemáticos. Entonces, se comete la falacia de confundir niveles del lenguaje al intentar proyectar el carácter convencional de las reglas semánticas sobre el lenguaje natural. De este modo, los argumentos de Quine intentan mostrar que dentro de un lenguaje artificial podemos delimitar la extensión del concepto de verdad lógica -y, entonces, el de analiticidad-, pero con eso no explicaremos cuáles son los fundamentos de esa clase de verdad.

Sin embargo, Gaeta argumentó en contra de la supuesta ineficacia de los lenguajes artificiales para explicar la analiticidad, señalando que "(...) los lenguajes artificiales pretenden ser modelos que permitan imaginar cuáles son los mecanismos que regulan el funcionamiento del lenguaje natural. El criterio fundamental para juzgar la bondad de ese modelo reside en su grado de adecuación con los hechos. Por ejemplo, el modelo contará con una manera de aparear las oraciones del sistema con las del lenguaje natural, y si en este último las verdades se agrupan en dos clases -las analíticas y las sintéticas- el modelo reflejará este aspecto en la medida en que la correspondencia se mantenga."³² Gaeta cuestiona, además, que constituya una falacia la proyección del carácter convencional de las reglas semánticas sobre el lenguaje natural, pues el hecho de que tales reglas no estén explicitadas en el lenguaje natural no invalida la hipótesis de que los hablantes se comportan como si estuvieran guiados por tales reglas, lo cual alcanza para demostrar la posibilidad de que el lenguaje funcione de ese modo. De modo que "(...) si un modelo lingüístico de este

³¹ Strawson & Grice, "In defense of a Dogma", *Philosophical Review*, 1956, 65, p. 141-158

³² R. Gaeta, "Analítico y sintético: un dualismo controvertido", inédito, p. 25.

tipo se adecua al lenguaje que queremos estudiar y permite hacer predicciones correctas, no es razón valedera para descartarlo el que incluya nociones que no aparecen explícitamente en el lenguaje natural"³³.

No obstante, Couvalis no toma en consideración las reacciones que las críticas de Quine contra la noción de analiticidad han suscitado. Y, en consecuencia, no alude al hecho de que tampoco han sido ampliamente aceptados los argumentos formulados contra el concepto de analiticidad. Sin embargo, como hemos señalado en los párrafos precedentes, es posible sostener que las críticas de Quine acerca de las dificultades que plantea la distinción entre enunciados analíticos y sintéticos no se presenta en los lenguajes artificiales provistos de reglas semánticas precisas. Esto es suficiente para rechazar el argumento de Couvalis acerca de la imposibilidad de sostener que la confiabilidad o solidez de una inferencia resida en el carácter analítico del enunciado que expresa la regla que justifica esa inferencia. Y esto se aplica tanto a la validez de las inferencias deductivas como a la solidez de las inductivas.

³³ R. Gaeta, "Analítico y sintético: un dualismo controvertido", inédito, p. 26.

1.4. La justificación analítica y la justificación pragmática de la inducción.

En *Logical Foundations of Probability* Carnap emplea un método semántico para tratar con la lógica deductiva, en particular con aquellas partes de ésta que son necesarias para la construcción de su sistema de lógica inductiva. Así, el sistema que elabora no tiene la forma habitual de un cálculo lógico basado sobre fórmulas primitivas y reglas de inferencia, sino que tiene la forma de un sistema interpretado. Los conceptos básicos de la lógica deductiva, como el de verdad lógica e implicación lógica, son explicados como conceptos semánticos y definidos con la ayuda de las descripciones de estado. Sobre la base de este sistema semántico, Carnap elabora un sistema de lógica inductiva o probabilística, concebida como una teoría de los principios de la inferencia inductiva, en la cual todos los principios y teoremas de la lógica inductiva son analíticos. De este modo, Carnap cree que es posible mostrar la solidez de los razonamientos inductivos sin recurrir a ninguna presuposición sintética, tal como el principio de la uniformidad de la naturaleza.

Las definiciones de esta teoría formalizada de la inducción permiten demostrar que ciertos tipos de elementos de juicio inductivos pueden aumentar la probabilidad de cierta clase de hipótesis. Así, Carnap define una clase de funciones capaces de medir el grado de confirmación que un cuerpo de evidencia empírica le aporta a una hipótesis, y luego muestra que ese grado de confirmación es un valor probabilístico. De este modo, todos los teoremas de su lógica inductiva se corresponden con -o son formalmente equivalentes a- los teoremas del cálculo de probabilidades, de modo tal que el grado de confirmación mide la probabilidad de que una hipótesis sea verdadera de acuerdo con la evidencia empírica que la sustenta. Es por eso que Carnap sostiene que dadas la hipótesis y la evidencia, la probabilidad inductiva puede ser determinada apelando exclusivamente al análisis lógico y al cálculo matemático.

Es importante señalar, sin embargo, que la determinación del grado de confirmación de una hipótesis mediante este método semántico requiere de la previa estipulación del valor que se asignará a las medidas de los ámbitos de las sentencias del lenguaje formalizado en el que expresan la hipótesis y la evidencia. De modo que las funciones que miden grados de confirmación no dependen de la estructura del mundo real sino de la estructura del lenguaje. Y el modo en que se establece cuál será la estructura del lenguaje es puramente convencional, por ejemplo, si le atribuiremos o no la misma chance a cada una de las descripciones de estado formulables en ese lenguaje es un asunto que deberá discutirse en función de su conveniencia. Así, diferentes decisiones acerca de la medida de los ámbitos de las sentencias del lenguaje darán lugar a diferentes funciones de confirmación, y según cuál sea la situación de investigación -sostiene Carnap en *The Continuum of Inductive Methods*- el científico deberá decidir cuál es la función de confirmación más adecuada en cada caso. En consecuencia, la inducción sí requiere de ciertas consideraciones sintéticas que fundamenten la decisión convencional de adoptar cierta función de confirmación en una determinada circunstancia.

En suma, la interpretación formalista de la lógica probabilística o inductiva da lugar a dos soluciones diferentes del problema de la justificación de las leyes de esta lógica. Una es la ya comentada propuesta de Carnap, quien prueba que ciertos enunciados de probabilidad lógica son demostrables analíticamente si se interpreta la probabilidad lógica según la concepción clásica, es decir, como cociente de apuesta neutral equivalente a la frecuencia relativa real o a una estimación de ésta. Así, por ejemplo, la afirmación "r es el valor de la probabilidad de que un elemento extraído al azar de una cierta clase C posea una determinada propiedad P cuya frecuencia relativa en esa clase C es r" es analítica. Carnap muestra que si se desconoce la frecuencia relativa, el cociente de apuesta neutral debe igualarse a la estimación de la frecuencia relativa, y explica la semejanza que hay entre los teoremas válidos para la probabilidad lógica y los que lo son para la probabilidad estadística por medio de la posibilidad de interpretar, en ciertos casos, la probabilidad lógica como estimación de la probabilidad estadística.

Una solución diferente de la propuesta por Carnap al problema de la inducción, en el marco de la interpretación formalista de la lógica, es la de Reichenbach. De acuerdo con este autor, dado que el concepto de probabilidad es indispensable y la lógica probabilística determina los métodos de investigación científicos, si no se pudiera proporcionar una interpretación formalista de la lógica probabilística, todos los esfuerzos de los antimetafísicos del empirismo lógico habrían sido vanos. Este autor sostiene, contrariamente a lo que piensa Carnap, que el concepto de probabilidad lógica o inductiva es reducible al concepto frecuencial o estadístico de probabilidad. Más aún, Reichenbach afirma que sólo es viable la interpretación formalista de la lógica probabilística si se identifican el concepto de probabilidad lógica con la noción frecuencial de probabilidad y se reducen las leyes de la lógica probabilística a tautologías mediante la interpretación frecuencial. El primer paso de esta solución consiste en mostrar cómo la lógica probabilística puede ser transformada en una lógica bivalente mediante la interpretación frecuencial. El segundo paso consiste en mostrar que esta transformación de la lógica probabilística en una bivalente no requiere la adición de alguna clase de axiomas que necesiten ser justificados. Esta cuestión, según Reichenbach, sólo puede ser respondida mediante un procedimiento axiomático que reduzca el cálculo matemático de probabilidades a un sistema de presuposiciones simples que sean suficientes para la deducción de la totalidad del sistema matemático.

Reichenbach consideraba que esto ya ha sido llevado a cabo y que el resultado ha sido que todos los teoremas del cálculo de probabilidades se reducen a una sola presuposición, y que es, precisamente, la interpretación frecuencial. En efecto, la reducción del cálculo de probabilidades a un sólo axioma, referido a la existencia de un límite de las frecuencias relativas fue expuesta por el propio Reichenbach en *Wahrscheinlichkeitslehre*. Allí, se interpreta la probabilidad como el límite de una serie infinita de frecuencias relativas, de modo que las leyes de la lógica probabilística se reducen a leyes aritméticas y, de este modo, se transforman tautologías³⁴. Este es el único modo, según Reichenbach, en que podemos liberar el problema de la inducción de presuposiciones metafísicas. Pues, de

acuerdo con el autor, la consecuencia obvia de esta inserción de la lógica probabilística en la interpretación formalista de la lógica es la desaparición del problema del problema de la justificación de las leyes de la lógica probabilística. Esto es una consecuencia de que, mediante esta inserción, las leyes de la lógica probabilística quedan justificadas, como las leyes aritméticas, dentro de la interpretación formalista de la matemática.

Reichenbach señala que las leyes de la probabilidad, aunque son admitidas por todos, no pueden deducirse lógicamente a partir del concepto de probabilidad si este concepto significa "expectativa razonable" o "chance de la ocurrencia de un evento singular". En consecuencia, estas leyes deberían ser sintéticas y a priori. En cambio, con la interpretación frecuencial no haría falta apelar a ninguna clase de evidencia para probar las leyes de la probabilidad, pues se concibe la probabilidad en el sentido de límite de frecuencias relativas. Esta es, según Reichenbach, otra de las razones que lo motivan a defender la tesis de que el concepto de probabilidad lógica y el estadístico o matemático son idénticos. Pues si no fueran idénticos, si hubiera un concepto de probabilidad que no fuera el concepto estadístico de probabilidad, no se podrían justificar sus leyes mediante la interpretación frecuencial, y no podría efectuarse una interpretación formalista de la lógica probabilística. En tal caso, deberíamos adoptar una interpretación apriorista que nos obligaría a creer en aquellas leyes que no podemos justificar. Es por eso que Reichenbach sostiene que sólo la interpretación frecuencial nos libera de las presuposiciones metafísicas. Pero reconoce que la reducción de las leyes de la probabilidad a tautologías mediante la interpretación frecuencial es sólo el primer paso a seguir si se busca la disolución del a priori, meta que marca el desarrollo del empirismo lógico moderno. Quedaría un segundo paso a dar en esta dirección.

En efecto, de acuerdo con Reichenbach, todo enunciado probabilitario sustenta una predicción, pues la frecuencia relativa a la que hacen referencia dicho enunciado alude no sólo a la frecuencia relativa efectivamente observada que da lugar al enunciado, sino también a una frecuencia relativa correspondiente a observaciones futuras. Y es aquí donde se plantea el problema de la inducción. Reichenbach afirma que la teoría de la probabilidad involucra el problema de la inducción, de modo tal que no puede darse una solución al problema de la probabilidad sin resolver el problema de la inducción. Y considera que la solución a ambos problemas debe darse dentro de una misma teoría.

Reuniendo el problema de la probabilidad con el de la inducción, Reichenbach se pronuncia en favor de la determinación a posteriori del grado probabilidad, y rechazan toda determinación a priori, tal como la que se efectúa en la teoría de los juegos de azar. Y, además, considera que ha demostrado que la denominada determinación a priori de la probabilidad puede ser reducida a la determinación a posteriori. Por determinación a posteriori se entiende un procedimiento en el cual la frecuencia relativa observada estadísticamente es considerada como un valor aproximadamente constante para cualquier futura prolongación de la serie. Para expresarlo con mayor precisión, asumamos que A y $\neg A$ son series de eventos, y sea m el número de eventos de tipo A dentro de una clase de n

³⁴ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938., pp.337

eventos, entonces la frecuencia relativa de los eventos de tipo A será $f^n = m/n$. En estas condiciones, el supuesto de la determinación a posteriori puede ser expresado así: para cualquier ulterior prolongación de las series de eventos hasta una cantidad s de eventos, donde $s > n$, la frecuencia relativa permanecerá dentro de un pequeño intervalo de f^n , es decir que $f^n - e \leq f' \leq f^n + e$, donde e es un número muy pequeño. Esta es, de acuerdo con Reichenbach, la formulación del principio de inducción, y está expresado de una forma más general que la habitual en la filosofía tradicional. Pues, de acuerdo con la formulación tradicional, la inducción es la creencia en que un evento que ocurrió n veces ocurrirá nuevamente. Pero éste es sólo un caso especial de la formulación de Reichenbach, pues es el caso en que f^n asume el valor 1.

Así, de acuerdo con Reichenbach, la teoría de la probabilidad necesita que la probabilidad sea definida como el límite de frecuencias relativas, y esta formulación del principio de inducción sería una condición necesaria para la existencia de dicho límite, siempre que se considere un e cualquiera lo suficientemente pequeño. Si incluimos esta última condición en la formulación del principio de inducción éste sería una hipótesis que postula que hay un límite para las frecuencias relativas y que no difiere mucho del valor observado de dichas frecuencias. Es por eso que Reichenbach sostiene que la fórmula dada para expresar el principio de inducción no es una tautología, ya que no hay ninguna necesidad lógica de que f' se mantenga dentro del intervalo $f^n \pm e$, pues podríamos imaginar fácilmente que esto no ocurre. Más aún este autor considera que la razón por la cual el postulado inductivo no podría ser una tautología es porque la inferencia inductiva puede enseñarnos algo nuevo, a diferencia de las deductivas.

Dado que el postulado inductivo no es una tautología, se presenta el problema de su justificación. En este sentido, Reichenbach considera que los dos puntos principales de la crítica de Hume a la inducción no han podido ser rebatidos todavía, estos puntos son:

1. No tenemos una demostración lógica de la validez de las inferencias inductivas.
2. No hay una demostración a posteriori de las inferencias inductivas, ya que cualquier demostración de esa clase presupone el mismo principio que se quiere demostrar.

Pero pese a que las objeciones humeanas no habrían sido respondidas, filósofos como Mill, Whewell, Boole o Venn no las tomaron en cuenta, y Reichenbach considera que fue su apriorismo lógico la causa de que no advirtieran que sus teorías acerca de la inducción estaban expuestas a las críticas de Hume. Sin embargo, el auge de la interpretación formalista de la lógica tuvo como consecuencia que se tomara nuevamente en consideración la crítica humeana a la inducción.

De acuerdo con Reichenbach, fue entonces cuando los neopositivistas creyeron encontrar la solución al problema de la inducción en el principio de retrogresión. Así, frente a la pregunta referida a las condiciones en las cuales podríamos aplicar el principio inductivo para inferir un enunciado, se sostuvo que su aplicación era legítima cuando disponemos de un cierto número de observaciones de eventos de cierta clase homogénea que nos proporciona

una frecuencia relativa f^n para un determinado tipo de eventos pertenecientes a la clase en cuestión. Pues de aquí se desprende que se puede inferir una frecuencia similar en las futuras prolongaciones de la serie de eventos en cuestión. Pero, de acuerdo con el principio de retrogresión, esta predicción acerca del futuro no puede tener un significado que sea algo más que la repetición de las premisas de la inferencia. En consecuencia, lo que se infiere -es decir, la supuesta predicción acerca del futuro- sólo puede significar que hubo una serie de observaciones de tales y tales características. En consecuencia, el enunciado que supuestamente haría referencia al futuro es, en realidad un enunciado acerca del pasado, acerca de las observaciones efectivamente realizadas, pues éste es el resultado que arroja la aplicación del principio de retrogresión a las inferencias inductivas³⁵.

Reichenbach rechaza esta interpretación del principio de inducción, porque considera que conduciría a un suicidio intelectual, y señala que lo que esta interpretación muestra es únicamente que el principio de retrogresión es insostenible, al menos si queremos que nuestras concepciones epistemológicas estén de acuerdo con la práctica científica real. Pues la ciencia busca prever el futuro y no elaborar reportes sobre el pasado. Esta interpretación de la inducción debe ser descartada, además, si tomamos en consideración el principio de utilidad. Pues, si queremos que los enunciados científicos sean útiles para la acción deben ir más allá de los enunciados en los cuales se fundan, deben hacer referencia a eventos futuros y no solamente al pasado, ya que prepararse para la acción presupone algún tipo de conocimiento acerca del futuro. Es decir que admitir la propuesta del principio de retrogresión equivale a admitir que no hay conocimiento demostrable acerca del futuro y, entonces, equivale a asumir que el postulado de utilidad no puede ser satisfecho, conduciéndonos al escepticismo humeano.

Este problema se plantea, según Reichenbach, porque la intención del positivismo moderno fue rechazar todo conocimiento que no pudiera ser considerado como absolutamente cierto, de modo que reasumieron el ideal racionalista cartesiano. Así, tanto Descartes como los modernos positivistas dieron la misma respuesta al problema de Hume: no tenemos certeza en el conocimiento acerca del mundo porque esto involucra predicciones acerca del futuro. De este modo, el ideal de la absoluta certeza nos conduce al escepticismo y sólo por falta de radicalismo intelectual los racionalistas evitaron caer en el escepticismo, pero los positivistas modernos no dudaron en llegar hasta esta ineludible consecuencia de su ideal de absoluta certeza³⁶. Sin embargo, ni siquiera el propio Hume habría estado dispuesto a asumir las consecuencias de sus objeciones escépticas, y por eso elaboró su teoría de la creencia inductiva como un hábito, la cual si bien no puede considerarse como una solución al problema de la inducción, es presentada con la intención de ocultar el salto entre experiencia y predicción que él mismo señaló.

No obstante, Reichenbach cuestiona la respuesta humeana, señalando que mostrar que la confianza en la inducción es un hábito no constituye una justificación de la inducción. Pues si bien es cierto que la confianza en la

³⁵ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938., pp. 333.

³⁶ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938., pp. 345.

inducción es un hábito, el problema es determinar si es un buen hábito o no, es decir, si es un hábito útil para los propósitos prácticos, para las acciones dirigidas hacia eventos futuros, o si no lo es. Podemos demostrar que es un buen hábito creer en las conclusiones deducidas a partir de premisas verdaderas, y que es un mal hábito no creer en tales conclusiones. Y lo mismo debe plantearse en el caso de las inferencias inductivas, y si no pudiéramos demostrar que creer en sus conclusiones es un buen hábito deberíamos dejar de hacerlo, o bien admitir que nuestra filosofía es un error. Pues si bien es un hecho que en la vida diaria, cuando tenemos que elegir, no decidimos guiándonos por el principio inductivo en lugar de dejar nuestra elección abandonada al azar, esto no nos autoriza a eximir las inferencias inductivas apelando a que son necesarias para propósitos prácticos. En este sentido, Reichenbach señala que, si no hay justificación para las inferencias inductivas, entonces, el trabajo científico sería como un juego y no podría ser justificado por la aplicabilidad de sus resultados para propósitos prácticos³⁷.

Reichenbach se propone brindar la justificación de la inducción que Hume creía imposible, y señala que Hume parte del supuesto de que las inferencias inductivas estarían justificadas si podemos mostrar que tienen que conducir al éxito. Así, según Reichenbach, Hume creía que cualquier aplicación justificada de una inferencia inductiva presuponia una demostración de que la conclusión es verdadera. Y sobre tal presuposición se fundan las dos críticas de Hume que mencionamos anteriormente, porque lo que estas críticas prueban es que la verdad de la conclusión no puede ser demostrada. En consecuencia, las objeciones humeanas son válidas en tanto lo sea la presuposición en la que ambas se apoyan. De modo que la cuestión es determinar si es necesario, para justificar la inducción, probar que la conclusión de una inferencia inductiva es verdadera.

Pero el presupuesto de Hume es insostenible, pues es cierto que si pudiéramos mostrar la verdad de la conclusión, toda inferencia inductiva estaría justificada, sin embargo, la afirmación conversa no es cierta. Es decir, justificar la inducción no implica tener que probar que la verdad de su conclusión. Pues la prueba de la verdad de la conclusión es sólo una condición suficiente pero no es una condición necesaria para la justificación de las inferencias inductivas. Reichenbach sostiene que el principio de inducción estará justificado si pudiéramos dar una caracterización de dicho principio según la cual una inferencia inductiva es un procedimiento que nos proporciona la mejor suposición acerca del futuro, la mejor asunción con respecto al conocimiento del que disponemos. Una justificación tal de la inducción sería análoga a la justificación de una operación cuando no sabemos si esa operación salvará o no al paciente, pero sí sabemos que si hay remedio alguno para ese paciente, sólo la operación podría ser tal remedio. Es decir que la justificación que propone este autor consiste en que, si bien no podemos garantizar las condiciones suficientes de éxito, al menos podemos garantizar la condición necesaria. Así, si pudiéramos mostrar que la inferencia inductiva es una condición necesaria para el éxito, la inducción estaría justificada, pues tal prueba satisfaría cualquier

³⁷ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938., pp. 347

pedido de justificación de la inducción que pudiera plantearse³⁸. Pero el carácter de condición necesaria para el éxito que se quiere atribuir a la inducción debe demostrarse sin presuponer la inducción. Y Reichenbach considera que es posible proporcionar una prueba tal.

Reichenbach sostiene que el problema de la inducción requiere que asumamos el postulado de que el límite al que tiende una serie finita de frecuencias relativas efectivamente observada será aproximadamente el mismo si se prolonga dicha serie. Como ya señalamos, este postulado no es una tautología, y, según el autor, es justamente por eso que la inducción puede ampliar nuestro conocimiento de un modo en que no puede hacerlo una inferencia deductiva. Pero, aunque el propósito de la inducción sea encontrar series de eventos cuyas frecuencias de ocurrencia converjan hacia un límite, no tenemos ninguna garantía de que este propósito sea alcanzable, pues el mundo podría ser tan desordenado que fuera imposible construir series con un límite de frecuencias relativas. Es decir que no sabemos si el mundo es predecible, en el sentido de si es lo suficientemente ordenado como para que podamos construir series con límite. Pero si el mundo es predecible -si existe un límite para cada una de esas series- el principio de inducción nos conduciría al verdadero valor de ese límite. En este sentido, el principio de inducción es una condición necesaria para la determinación del límite de las frecuencias relativas en cada una de tales series. Pues, por la definición de límite, si la frecuencia relativa f^n en una serie tiende hacia un límite p , entonces para cualquier valor pequeño ϵ existe un número n tal que f^n pertenece al intervalo $p \pm \epsilon$, y el valor de f^n permanecerá dentro de ese intervalo para todo el resto de la serie.

Reichenbach reconoce que, de todos modos, aunque dispongamos de un valor f^n para las frecuencias relativas, valor proporcionado por la estadística a partir de nuestras observaciones, no sabemos si n es lo suficientemente grande como para que sea el lugar de la convergencia. Pues podría suceder que n no fuera lo suficientemente grande y esto tendría como resultado una desviación del valor p mayor que ϵ . Sin embargo, el autor considera que esta objeción puede ser respondida señalando que podemos continuar con el proceso estadístico y considerar que el último valor f^n obtenido es el mejor valor del que disponemos. Así, si hay un límite p , este procedimiento nos llevará en algún momento a encontrarlo, de modo tal que la aplicabilidad de este procedimiento es una condición necesaria para la existencia del límite p . Es decir que lo que se debe tomar en cuenta no es la presuposición particular de un valor particular f^n sino que debemos tomar en cuenta el procedimiento de presuponer continuamente un valor tal, procedimiento de tipo inductivo. Es decir que, si el mundo es predecible, entonces asumir el postulado inductivo será el método que, a largo plazo, nos permitirá alcanzar más éxitos que fracasos al efectuar predicciones. De modo que empleemos el mejor método de que disponemos cuando asumimos el postulado inductivo, cuando lo aceptamos como una hipótesis o supuesto, es decir, sin que eso signifique que estemos convencidos de que es un enunciado verdadero. Tomamos la decisión de aceptarlo como verdadero pero no porque exista una prueba de

³⁸ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938., pp. 349.

su verdad, sino porque la aplicabilidad del procedimiento inductivo es una condición necesaria de la predecibilidad del mundo.

Podría objetarse que es posible que haya otro método diferente al principio de inducción capaz de conducirnos al límite de las frecuencias relativas, siempre que tal límite exista. Reichenbach reconoce que es posible que exista un procedimiento tal, y que podría haber incluso métodos mejores, es decir, métodos que nos proporcionen el valor correcto del límite, o al menos un valor mejor que el que nos proporciona el método inductivo cuando sólo hemos efectuado unas pocas observaciones. Así, el autor analiza el caso extremo en el cual pudiéramos contar con un clarividente que fuera capaz de predecir el valor del límite de las frecuencias relativas en una etapa en la cual hayamos efectuado tan pocas observaciones que el método inductivo nos proporcione un valor muy alejado del valor real. Sin embargo, aún en este caso, las predicciones del clarividente sólo diferirían de las proporcionadas por el principio inductivo al comienzo de la serie de observaciones, pero finalmente debería producirse la convergencia de ambas en forma asintótica, y esto se sigue de la definición de límite. Pero además, debemos considerar que el clarividente podría ser un impostor, de modo tal que sus profecías podrían ser falsas y proporcionar un valor erróneo para el valor del límite. Por eso, si queremos emplear la clarividencia, deberíamos usarlo empleando algún otro método para controlarlo y prevenirnos de los impostores. De acuerdo con Reichenbach, tal método de control no puede consistir en otra cosa sino en la aplicación del método inductivo, de modo que la inducción decidirá si encontramos o no un buen clarividente.

Esto nos lleva a corregir la formulación anterior. En efecto, Reichenbach sostiene que hay, por supuesto, muchas condiciones necesarias para la existencia de un límite, pero la que efectivamente usemos debe ser tal que su carácter de condición necesaria sea conocido por nosotros. Y es por esa razón que preferimos el principio inductivo a la clarividencia controlada mediante el principio inductivo: porque controlamos el método desconocido por uno conocido. Pero no sólo el principio inductivo nos puede conducir al éxito, sino que también puede hacerlo cualquier método que determine como postulado inductivo el valor $f^n + c_n$, donde c_n es un infinitésimo. Gracias a esta condición adicional, ese método conducirá al verdadero valor p del límite, porque lo que ella expresa es que todos los otros métodos, incluido el inductivo, deben converger asintóticamente. El método inductivo es sólo el caso especial para cuando $c_n = 0$, para cualquier valor de n . Y el valor de c_n debe ser establecido de modo tal que el postulado inductivo resultante proporcione una buena aproximación al valor de p aún en una etapa temprana de la serie. Si el valor de c_n es mal determinado, la convergencia será alcanzada con retraso, mediante las sucesivas correcciones. El principio inductivo, que es el que adopta el valor 0 para c_n , es el que proporciona un valor con el cual el riesgo es el menor posible, ya que cualquier otra determinación del valor de c_n sólo podría empeorar la convergencia. Y esta sería una razón práctica que nos motiva a elegir el principio inductivo en lugar de cualquier otro método.

Estas consideraciones nos conducen a una formulación más precisa de la estructura lógica de la inferencia inductiva. En efecto, tenemos que decir que si hay algún método que nos conduzca al límite de las frecuencias

relativas, el principio inductivo hará lo mismo; de modo que siempre que exista tal límite el principio inductivo es una condición suficiente para encontrarlo.

Esta es, entonces, la solución que Reichenbach proporciona al problema planteado por Hume, quien habría exigido demasiado al pedir que la justificación de la inferencia inductiva fuera una prueba de que su conclusión es verdadera. Así, lo que su objeción demuestra es que una prueba tal no puede darse. Sin embargo nosotros no efectuamos inferencias inductivas con la pretensión de que concluir enunciados verdaderos. Lo que resulta al inferir inductivamente es adoptar un postulado, pero el postulado inductivo es el mejor que podemos adoptar, pues es el que corresponde a un procedimiento cuya aplicabilidad es una condición necesaria para que sea posible predecir. De este modo, si bien no podemos satisfacer una condición suficiente para la obtención de predicciones verdadera, al menos poder satisfacer una condición necesaria para la consecución del objetivo de la ciencia.

Podrían plantearse varias objeciones contra esta propuesta para justificar la inducción formulada por Reichenbach, por ejemplo, es posible cuestionar que el postulado de la existencia del límite de las frecuencias es demasiado fuerte. Pues podría argumentarse que el mundo fuera previsible aunque no hubiera un límite para las frecuencias relativas. En tal caso, nuestra definición de predictibilidad restringiría demasiado el alcance de este concepto al excluir otro tipo de estructuras que serían predecibles aunque no hubiera series de eventos cuyas frecuencias relativas alcanzaran un límite. Aplicar este argumento a la teoría de la inducción que propone Reichenbach, significaría objetar que al mantener estrictamente el principio de inducción, el científico podría excluir otras posibilidades de predecir el futuro que podrían funcionar aun cuando fallara el principio de inducción.

Reichenbach responde esta objeción indicando que no exige que exista un límite de las frecuencias relativas para todas las series de eventos, sino que es suficiente que haya un cierto número de series de esta clase, por medio de las cuales podríamos determinar las otras series. Por ejemplo, podríamos imaginar series cuyas frecuencias relativas oscilaran entre dos valores numéricos, las cuales pueden ser reducidas a subseries que tengan un límite para sus frecuencias relativas. En tal caso, la definición de predictibilidad que propone Reichenbach establece sólo que el mundo está constituido por series reducibles de tal clase. El método inductivo, que es un método de aproximaciones sucesivas, conduciría automáticamente a distinguir entre las series en las que las frecuencias relativas tienen un límite de las que no lo tienen, y también permitiría la descripción de éstas últimas por medio de series que sí tienen un límite.

No obstante, podría objetarse aun que en el mundo podría no haber series que tengan un límite, aunque un clarividente que conociera cada evento de cada una de las series individualmente podría predecir qué evento ocurriría luego de otro evento cualquiera. Esto sería predecir el futuro aunque no se dispusiera de un límite de las frecuencias relativas. Pero Reichenbach sostiene que esta objeción es inadmisibles, pues si se diera el caso de que hubiera un clarividente capaz de predecir correctamente la ocurrencia futura de un evento, entonces las series de eventos similares al evento en cuestión tendrían un límite de su frecuencia relativa. Y si este clarividente fuera el profeta

perfecto, el límite sería el número 1, pero también podríamos admitir profetas menos perfectos de modo que el límite adoptaría un valor menor. De todos modos, podríamos construir series con límites, y además tenemos que construirlas si queremos controlar las predicciones del profeta, y nuestro control consistiría en la aplicación del principio de inducción a las series de eventos en cuestión. De acuerdo con Reichenbach, sólo si es posible construir series con un límite de frecuencias, es posible saber si estamos ante un buen profeta o no, pues sólo de este modo tenemos la posibilidad de ejercer un control sobre sus predicciones.

Así, según Reichenbach, el postulado que afirma la existencia del límite de las frecuencias relativas no es una definición restringida del concepto de predictibilidad, ya que cualquier método para predecir define él mismo una serie con un límite de las frecuencias relativas. Es por eso que, si es posible predecir, entonces hay series con tal límite, y por eso la aplicabilidad del principio de inducción es una condición necesaria para la predictibilidad del mundo. Esta relación se funda en que ella es una consecuencia lógica de la relación de predictibilidad. A pesar de que la inferencia inductiva no es una tautología, la prueba de que conduce al mejor postulado inductivo se funda en una tautología. Reichenbach señala que la concepción formalista de la lógica, al tratar con el problema de la inducción, tuvo que enfrentarse con la paradoja de que una inferencia que conduce a algo nuevo está justificada dentro de una concepción de la lógica que sólo permite transformaciones tautológicas, vacías de contenido. Pero, de acuerdo con el autor, esta paradoja se resuelve reconociendo que la nueva información provista por la inferencia no se afirma como un enunciado verdadero sino como nuestro mejor postulado inductivo, y que la justificación de las inferencias inductivas no tiene que consistir en una demostración de la verdad de la conclusión³⁹.

Similarmente, Carnap sostuvo que es posible justificar el excedente de información que la conclusión de una inferencia inductiva contiene con respecto las premisas del mismo modo como se justifica en el caso de las inferencias deductivas. Es decir, es posible aducir que tal excedente de información estaba "implícitamente contenido" en las premisas y que la conclusión sólo lo explícita. Sin embargo, en el caso de las inferencias inductivas tal excedente informativo no se concluye de las premisas con certeza sino con una cierta probabilidad.

Otra objeción que podría formularse contra esta propuesta de justificación de la inducción es que adopta el postulado de la existencia del límite de las frecuencias relativas como una condición necesaria para el conocimiento, en términos que parecen kantianos. Pero Reichenbach sostiene que, en su teoría de la inducción, esta cualidad del principio inductivo de ser una condición necesaria para el conocimiento no surge de una cualidad a priori de la razón humana. Pues si intentáramos encontrar una definición del término "predecir" que se corresponda con la práctica usual del lenguaje, tal definición implicará el postulado de que existen ciertas series en las que las frecuencias relativas convergen hacia un valor límite. Y, de acuerdo con Reichenbach, es a partir de este componente de la definición del

³⁹ Reichenbach, H, "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, pp. 359.

término "predecir" que se deduce que el principio inductivo es una condición necesaria para el conocimiento. Pues la aplicabilidad del principio inductivo es la interpretación matemática de lo que queremos significar con predictibilidad.

No obstante, podría cuestionarse que esta definición de predictibilidad es demasiado débil, es decir, que lo que Reichenbach denomina "predictibilidad" no constituye una condición suficiente para una predicción real. Esta objeción se plantea porque la definición de Reichenbach admite series infinitas de eventos, lo cual se opone a la concepción de que las series realmente observables son siempre finitas, de una longitud restringida, determinada por la corta duración de la vida humana. El autor señala que no podemos negar la existencia de series de eventos que tengan un límite cuya convergencia comience demasiado tarde, de modo tal que la pequeña porción de la serie observada por seres humanos no revele ningún indicio de tal tardía convergencia. Tales series podrían tener para nosotros el carácter de series no convergentes. Así, aplicando el principio de inducción, no deberíamos tener éxito jamás con nuestras inferencias, y después de un breve período de tiempo nuestro postulado inductivo resultaría siempre falso. En tal caso, aunque la condición de predictibilidad fuera satisfecha, el procedimiento inductivo no sería en la práctica un medio suficiente para descubrirlo⁴⁰.

Reichenbach no niega que esta consecuencia se desprenda de su definición, pero sí niega que ella constituya una objeción contra su teoría. Pues para justificar la inducción no se parte de la presuposición de que hay series que tienen un límite, sino que se busca justificar la inducción apelando a la noción de condición necesaria. En efecto, lo que se afirma es que, si bien no podemos asegurar el éxito, al menos comprendemos cuál es su condición necesaria. De modo que el caso en el cual la convergencia es demasiado tardía es equiparable al caso en el cual no hay convergencia alguna en las frecuencias relativas de los eventos de una serie dada, por lo menos en lo que respecta a las capacidades humanas. Sin embargo, si tenemos éxito al proporcionar una justificación de la inducción aun cuando el peor de todos los casos no pueda ser excluido a priori -el caso en el cual no hay convergencia-, nuestra justificación también dará cuenta del otro caso - de aquel en el cual la convergencia es demasiado tardía-.

Reichenbach introduce el término "límite práctico" para aquellas series que muestran una convergencia suficiente dentro del dominio accesible a las observaciones humanas. E incluso, propone englobar en esta categoría a las series semiconvergentes, las cuales aunque no convergen cuando tienden a infinito, muestran una aproximada convergencia en un segmento de la serie, segmento que es prácticamente accesible y suficientemente extenso. Reichenbach sostiene que su teoría no trata con el límite matemático sino con un límite práctico; de modo que la predictibilidad se define mediante un límite práctico y el procedimiento inductivo es una condición necesaria para el éxito sólo si las series en cuestión tienen un límite práctico. Según Reichenbach, puede mostrarse que la aplicabilidad

⁴⁰ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, pp. 361

del procedimiento inductivo es una condición necesaria para la predictibilidad aún dentro del dominio de estos conceptos.⁴¹

Si las series de eventos no tuvieran un límite práctico, el procedimiento inductivo sería ineficiente. Pero sólo en el caso de que sepamos que este caso desfavorable es el que realmente se da, sólo entonces deberíamos renunciar a todo intento de predicción. Sin embargo, esa no es nuestra situación. Hume creía que no se podía justificar la inducción porque no sabemos si tendremos éxito en nuestras predicciones, en cambio, de acuerdo con Reichenbach, no podríamos justificar la inducción si supiéramos que no podemos hacer predicciones exitosas. Y, dado que no estamos en esta última situación, Reichenbach sostiene que no es cierto que no podamos justificar la inducción. Pues es a causa de que la cuestión acerca de nuestro éxito queda indeterminada que nosotros podemos adoptar un postulado, pero el postulado no debería ser elegido arbitrariamente sino que debería ser el más favorable posible. Así, aunque está fuera de nuestro alcance disponer de las condiciones suficientes para efectuar predicciones exitosas, debemos, al menos, considerar las condiciones necesarias. Siendo la aplicabilidad del principio inductivo la condición necesaria de predictibilidad, este procedimiento determinará nuestro mejor postulado inductivo. Reichenbach compara esta situación con la de un pescador que quiere pescar en un lugar en el cual no se sabe si hay pesca o no. En tal situación él le aconsejaría echar las redes, pues es preferible intentar aunque no tengamos la certeza de que alcanzaremos el éxito, a no intentar y estar seguros de que no conseguiremos nada.

En síntesis, podemos afirmar que Reichenbach aborda el problema de la fundamentación de la inducción fundándose en la teoría frecuencial de la probabilidad. Interpreta los enunciados probabilísticos en términos del valor límite al que tiende una frecuencia relativa en una sucesión infinita, y adopta el límite de la frecuencia relativa registrada en una sucesión finita como la mejor estimación de aquel valor. Reichenbach considera que la justificación de este proceder inductivista se basa en que, si la serie de las frecuencias relativas de la propiedad en cuestión en muestras siempre crecientes tiene un límite, entonces habrá un lugar en la serie a partir del cual sus miembros difieren de ese valor límite en un valor menor que cualquier número positivo dado, por pequeño que sea. Recordemos, además, que Reichenbach no puede justificar -al menos, deductivamente- la suposición de que la frecuencia relativa con que se registra una propiedad en una sucesión finita de eventos efectivamente observada es igual al límite al que se aproxima la frecuencia relativa de dicha propiedad en una sucesión infinita. Pero Reichenbach consideraba que sí podría proporcionar una justificación pragmática, una "vindicación" -de acuerdo con su propia terminología- de este proceder. Pues, identificar un determinado valor de la frecuencia relativa con el límite de una serie infinita es, en su opinión, el mejor procedimiento disponible para hacer predicciones exitosas.

En suma, tanto Carnap como Reichenbach sostienen que una inferencia inductiva garantiza no la verdad de su conclusión sino sólo su probabilidad, de modo que es posible justificar la adscripción de un valor de probabilidad al

⁴¹ Reichenbach, H., "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, pp. 362

enunciado que se concluye de tal inferencia. Para Carnap, la justificación de por qué atribuimos ese grado de probabilidad o confirmación a un enunciado en función de los que se toman como premisas es analítica, pues se funda en los teoremas de su lógica inductiva. Para Reichenbach, en cambio, el valor atribuido a la conclusión es un postulado inductivo, que asumimos porque éste es el mejor procedimiento de que disponemos para hacer predicciones exitosas. Por este motivo es que habitualmente se sostiene que, mientras Carnap intenta una fundamentación analítica de la inducción, Reichenbach propone una justificación pragmática. Con todo, recordemos que la tentativa carnapiana no evita la consideración de factores empíricos, por lo menos en la aplicación concreta del sistema de lógica inductiva que se seleccione en cada situación particular.

En este punto, sin embargo, parece conveniente sugerir una perspectiva diferente de la discusión expuesta. Nuestra hipótesis es que Carnap y Reichenbach han formulado respuestas a dos problemas diferentes, que se plantean tanto aquí como en la obra de Reichenbach como si fueran el mismo problema. Pues la respuesta de Carnap está orientada, creemos, a resolver la dificultad de cómo justificar el grado de probabilidad o confirmación que puede atribuirse a una hipótesis en función de la evidencia disponible. En cambio, la propuesta de Reichenbach responde al problema de cómo justificar la aceptación de la conclusión de una inferencia inductiva como guía para la acción, como fundamento de nuestras expectativas, creencias y decisiones. Y, como la primera de estas cuestiones es de índole lógica, en tanto que la segunda es de orden pragmático, han recibido respuestas de diferente naturaleza.

Creemos que la razón por la cual Reichenbach desplaza el problema de la inducción desde el plano lógico al pragmático reside en el hecho de que ha negado previamente la posibilidad de que el concepto de probabilidad pueda ser interpretado de dos modos diferentes. En efecto, como ya señalamos, Reichenbach considera que el concepto lógico de probabilidad es idéntico al concepto frecuencial o estadístico, y que, a fin de evitar el apriorismo, es necesario reducir todo enunciado que contenga el concepto lógico de probabilidad a otro en el que sólo aparezca el concepto frecuencial o estadístico. Y es por eso que este autor asimila el problema lógico de fundamentar la relación lógica que existe entre las premisas y la conclusión de una inferencia inductiva con el problema de la justificación de la adopción del límite al que tiende la frecuencia relativa con que se registra una propiedad en una serie finita de eventos efectivamente observada como la mejor estimación del valor límite al que tiende la frecuencia relativa de esa propiedad en una sucesión infinita.

Con todo, la posición de Reichenbach parece menos comprometida con presuposiciones metafísicas que la de Carnap. Pues Reichenbach no pretende proporcionar garantías lógicas para la adopción del límite al que tiende la frecuencia relativa con que se registra una propiedad en una serie finita de eventos efectivamente observada como la mejor estimación del valor límite al que tiende la frecuencia relativa de esa propiedad en una sucesión infinita. En cambio, la aplicación de la lógica inductiva de Carnap requiere la previa determinación de la función de confirmación a utilizar, de modo tal que el científico deberá decidir cuál es la función de confirmación más adecuada en cada caso. De este modo, la

inducción requiere de ciertas consideraciones sintéticas que fundamenten la decisión convencional de adoptar cierta función de confirmación en una determinada circunstancia. Pero además, podría suponerse que ninguna de las funciones de confirmación fuera adecuada, por lo menos en algunos casos. Es decir, creer que para cada circunstancia que se presenta habrá una función de confirmación adecuada significa suponer que los fenómenos se asocian no de manera accidental sino según conexiones nomológicas. En otras palabras, se plantea aquí una situación similar a la que se presenta en el caso de las tentativas de justificar deductivamente la inducción. Pues, como las consideraciones de la primera sección ponen de manifiesto, el propósito de encontrar un principio inductivo que garantice la verdad de conclusiones obtenidas inductivamente supone todos los hechos obedecen a ciertas regularidades, de modo que cada evento particular expresa una ley. Si no se creyera que las conexiones entre sucesos efectivamente observados son nomológicas, no podría suponerse la verdad de principios como el de uniformidad de la naturaleza.

Carnap sostiene que la prueba de la corrección de los argumentos inductivos y la justificación de sus aplicaciones a determinadas decisiones prácticas no requiere presuponer la verdad del principio de la uniformidad de la naturaleza. Para este propósito es suficiente, según el autor, sólo la demostración del enunciado de que tal uniformidad es probable sobre la base de la evidencia disponible. Carnap mostró que éste es un enunciado analítico de la lógica inductiva, y afirmó que como consecuencia de su analiticidad, la confirmación empírica es innecesaria. Sin embargo, creo que la justificación analítica de la inducción se sustenta sobre un supuesto similar al de la justificación deductivista. En este último caso, se presupone la verdad del principios tales como el de uniformidad de la naturaleza, mientras que Carnap afirma la probabilidad de esta uniformidad sobre la base de la evidencia disponible. Así, la tentativa deductivista de justificar la inducción supone que hay conexiones nomológicas universales entre los fenómenos observados, mientras la tentativa justificación analítica supone la existencia de conexiones nomológicas pero estadísticas entre los fenómenos observados. En cuanto al enunciado que afirma la probabilidad de la uniformidad de la naturaleza sobre la base de la evidencia disponible, es conveniente observar que su carácter analítico no implica que sea un enunciado que describa la realidad empírica. Es claro que su analiticidad torna innecesaria su confirmación empírica tal como ocurre con el enunciado "la suma de los ángulos interiores de un triángulo es igual a dos ángulos rectos" en la geometría euclidiana, pero esto no implica que podamos encontrar entidades en el mundo que satisfagan la definición de triángulo y cuyos ángulos satisfagan la relación en cuestión. En otras palabras, considerar aplicable a la realidad empírica la lógica inductiva formulada por Carnap equivale a suponer que los fenómenos están nomológicamente vinculados y no accidentalmente asociados, pero es evidente que no disponemos de esta garantía ontológica de la aplicabilidad de la inducción. En suma, toda tentativa de justificar la inducción supone que el universo está regido por leyes universales o estadísticas. En consecuencia, quien supone que puede distinguir las inferencias inductivas sólidas de las que no lo son, asume implícitamente que es capaz de diferenciar los enunciados que expresan conexiones nomológicas de las generalizaciones universales o estadísticas que expresan meras asociaciones casuales.

Capítulo 2: Las diferentes interpretaciones del concepto de probabilidad.

Introducción:

En este capítulo se estudia la evolución del concepto de probabilidad y su relación con la inducción mediante una sucinta reseña del proceso que condujo a vincular el cálculo de probabilidades con el tratamiento de los aspectos cuantitativos de aquellas situaciones empíricas concretas en las que se emplean inferencias inductivas. Se analizan, además, las características propias y las dificultades que plantean las diferentes interpretaciones del concepto de probabilidad. Luego de examinar los inconvenientes que originó la interpretación clásica o laplaciana, se dedica especial atención a la interpretación frecuencial de von Mises y de Reichenbach, que pretendió sustituir a aquella, en virtud de sus problemas teóricos y de su inviabilidad práctica. También se examinan las críticas que los defensores de la interpretación lógica —como Keynes y Jeffreys— formularon contra la interpretación frecuencial.

Nos detenemos, a continuación, en el análisis de la controversia acerca de la identidad entre el concepto lógico o inductivo y el concepto estadístico o frecuencial de probabilidad, examinando los argumentos que Carnap proporciona en defensa de su tesis de que, contrariamente a lo que opinan Jeffreys y Keynes, por un lado, y Reichenbach, por otro, tanto el concepto lógico de probabilidad como el frecuencial son legítimos e imprescindibles.

Luego se evalúa la tentativa de Reichenbach de demostrar que el concepto lógico y el matemático o frecuencial de probabilidad son idénticos. Se discuten las dificultades que suscita tal identificación, así como la pretensión de Reichenbach de que a partir de la tesis que afirma la diversidad del concepto lógico y el estadístico se derivan consecuencias incompatibles con la concepción empirista. Se dedica particular atención a la controversia acerca de la interpretación de los enunciados probabilísticos referidos a eventos singulares, no repetibles o aislados, y a la tentativa Reichenbachiana de extender la interpretación frecuencial incluso a este tipo de enunciados. También se analiza el tratamiento que Reichenbach efectúa de lo que denomina “inducciones concatenadas”, dedicando particular atención a su distinción entre las nociones de “postulado ponderado” y “postulado aceptado a ciegas”. El propósito de este análisis es evaluar en qué medida su descripción de los procesos de inducciones concatenadas también pone de manifiesto la necesidad de reconocer la diferencia entre el concepto lógico y el frecuencial de probabilidad.

A continuación se estudia la interpretación frecuencial que Reichenbach propuso para los enunciados que atribuyen probabilidades a hipótesis, y se examinan las dificultades que conlleva la consideración Reichenbachiana de los enunciados que atribuyen probabilidad a las hipótesis como casos particulares de los enunciados probabilísticos referidos a eventos particulares o aislados. Se analizan, también, las críticas que Popper formula contra la interpretación de la probabilidad de hipótesis en términos de una teoría frecuencial de la probabilidad de eventos.

Se examina, además, la distinción entre las interpretaciones modales o no relacionales de la probabilidad y las interpretaciones relacionales; y, dentro de ésta última categoría, la distinción entre la interpretación epistémica y la interpretación óptica. Estas distinciones se emplean, luego, para identificar algunas de las diferencias entre las concepciones de Carnap y Leibniz de la probabilidad, con el propósito de discutir la afirmación de Hacking de que la lógica inductiva de Carnap se funda en supuestos similares a los de la metafísica leibniziana.

Se estudia, también, la interpretación bayesiana o personalista, heredera de la interpretación lógica, pero crítica de su dependencia de presuposiciones apriorísticas. Luego de analizar los argumentos que los bayesianos esgrimen contra la idea de que la probabilidad lógica o inductiva está objetivamente determinada por la estructura lógica de las hipótesis y la evidencia confirmadora, se examinan los supuestos que subyacen a la concepción bayesiana de que la probabilidad lógica debe comprenderse como una medida de credibilidad o confianza racional que surge de una evaluación subjetiva y que sólo está sujeta al requisito de consistencia. También se estudia la controversia entre los bayesianos ortodoxos, que desestiman la importancia de la distinción tradicional entre aleatoriedad e incertidumbre, y los bayesianos disidentes que revalorizan esta distinción.

Finalmente, se analizan las dificultades que enfrentó la propuesta carnapiana de elaborar una lógica inductiva fundada en el concepto cuantitativo de grado de confirmación, que Carnap identifica con la noción de probabilidad lógica o inductiva. Y se discute el alcance de los desarrollos posteriores elaborados con la intención de disponer de una lógica inductiva capaz de eludir algunos de esos inconvenientes, tales como el que plantea la necesidad de sostener la tesis de la dispensabilidad de las leyes o enunciados universales, que afectaba a la propuesta de Carnap.

De este modo, se procura aquí esclarecer la distinción entre el cálculo de probabilidades y la teoría de la probabilidad. Se analiza, además, la evolución del concepto de probabilidad y el proceso que condujo a vincular el cálculo de probabilidades con la teoría de la probabilidad y con el problema de la fundamentación de las inferencias inductivas. Y se evalúa en qué medida el cálculo de probabilidades podría ser de alguna utilidad con respecto al problema de si es posible justificar las inferencias inductivas.

2.1. Evolución histórica de las diversas interpretaciones del concepto de probabilidad.

Suelen atribuirse a Pascal y Fermat las primeras contribuciones al cálculo de probabilidades, pues en la correspondencia epistolar que estos célebres matemáticos mantuvieron en 1654 ha quedado testimoniada la controversia que mantuvieron con respecto a la resolución de un famoso problema planteado por el caballero De Méré.¹ El concepto de probabilidad que se empleaba en las soluciones propuestas por Pascal y Fermat es el que se define como el cociente entre la cantidad de los casos en los que se da un determinado resultado sobre la cantidad de resultados posibles en un experimento aleatorio. Así, de acuerdo con esta interpretación clásica del concepto de probabilidad es posible determinar a priori -y sobre fundamentos exclusivamente deductivos- la probabilidad de que al realizar un cierto experimento se obtenga un determinado resultado.

Pero la aplicabilidad de la interpretación clásica del concepto de probabilidad requiere que el experimento en cuestión sea repetible en las mismas condiciones una cantidad indefinida de veces, que los resultados posibles del experimento sean mutuamente excluyentes, que constituyan un conjunto finito, y que todos ellos sean igualmente probables -condición que, si se incluyera en la definición de probabilidad, la haría circular-. El criterio ofrecido por la teoría clásica para la equiprobabilidad de los resultados posibles consistía en asumir que, si no hay razón suficiente para suponer que se realizará una posibilidad en lugar de otra, se deben considerar todas las posibilidades como igualmente probables. Esta es, en efecto, una de las formulaciones del denominado "principio de razón insuficiente" o "principio de indiferencia".

Esta interpretación del concepto de probabilidad es la que, posteriormente, Laplace enuncia en sus *Essai philosophique sur les probabilités* cuando señala que "La teoría del azar consiste en reducir todos los acontecimientos del mismo tipo a un cierto número de casos igualmente posibles, es decir, tal que estemos igualmente indecisos respecto a su existencia, y en determinar el número de casos favorables al acontecimiento cuya probabilidad se busca. La proporción entre este número y el de todos los casos posibles es la medida de esta probabilidad, que no es más que una fracción cuyo numerador es el número de casos favorables y cuyo denominar es el de todos los posibles"².

Después de la controversia sostenida entre Pascal y Fermat, este mismo concepto de probabilidad se empleó para resolver problemas propios del ámbito de los juegos de azar en la obra de Huyghens de 1658 *De ratiotiniis in ludo alae*, que constituye el primer intento de sistematizar los conocimientos ya adquiridos en el ámbito del cálculo de probabilidades. La relevancia del trabajo de Huyghens fue tal que apareció reimpresso en 1713, integrando la primera parte del tratado de J. Bernoulli *Ars Conjectandi*. Pero esta obra de Bernoulli no sólo estaba dedicada al cálculo combinatorio y a la resolución de

¹ El problema consistía en encontrar el modo de repartir equitativamente la apuesta entre jugadores de la misma destreza y que acuerdan en abandonar una partida antes de que esta finalice, siendo la regla del juego la de que para ganar la partida es necesario ser el primer jugador en conseguir un determinado número de puntos. La solución de dicho problema consiste en efectuar el reparto de lo apostado de manera proporcional a las probabilidades de ganar la partida que le corresponden a cada uno de los participantes, probabilidades que dependen del número de puntos que les quede por alcanzar a cada uno de los participantes en el momento en que se suspende la partida.

² Laplace, P, *Essai philosophique sur les probabilités*, 1814. Trad. cast.: Ensayo filosófico sobre las probabilidades, Alianza, Madrid, 1985, p.28

problemas relativos a los juegos de azar, sino que introducía la novedad de intentar aplicar la teoría de las probabilidades a problemas del ámbito de la economía y la ética. El propio Laplace destaca, casi un siglo después de la publicación de esta obra, la relevancia del aporte de Bernoulli para la ciencia empírica señalando que "(...) este teorema -la ley débil de los grandes números- es muy útil para determinar mediante las observaciones, las leyes y las causas de los fenómenos"³.

Es evidente, entonces, que aunque el origen del cálculo matemático de probabilidades se asoció en un principio con los problemas planteados por los juegos de azar, no transcurrió mucho tiempo hasta que se advirtió la necesidad y la posibilidad de vincular el cálculo de probabilidades con el tratamiento de los aspectos cuantitativos de situaciones empíricas concretas en las que apelamos a inferencias inductivas. De este modo, junto al concepto clásico de probabilidad a priori surge paulatinamente el de probabilidad a posteriori, concebido como una medida de la expectativa acerca del comportamiento futuro de los fenómenos, fundada en la experiencia previamente adquirida por la observación repetida de series de eventos del mismo tipo que el que se estudia. La evolución del concepto de probabilidad a posteriori requirió las contribuciones teóricas aportadas durante el transcurso de casi un siglo -desde la publicación de *Ars conjectandi* de J. Bernoulli en 1713 hasta la de *Theoria motus corporum coelestiorum* de Gauss en 1809-.

En efecto, J. Bernoulli fue el primero en plantear el denominado "problema de la inversión de la probabilidad", en el cual se revela la necesidad de sustituir el concepto clásico de probabilidad por otro que proporcione una medida del grado de confiabilidad adjudicable a la frecuencia relativa con que se presenta un resultado como estimador del verdadero valor de la probabilidad de dicho resultado. El tratamiento inusual que se daba a la evidencia empírica en la obra de Bernoulli modificó los fundamentos del cálculo de probabilidades e inició una tradición sin precedentes en el planteo del problema de la inducción. Los matemáticos que lo precedieron se habían limitado a responder a preguntas tales como ¿cuál es la probabilidad de obtener una bolilla blanca, al realizar una extracción al azar en una urna que contiene una cantidad x de bolillas blancas y una cantidad y de bolillas negras?, empleado la fórmula $p = x/(x+y)$. Bernoulli, en cambio, buscaba estimar los valores x e y a partir de la evidencia empírica proporcionada por los resultados de las sucesivas extracciones. Y, aunque no pudo resolver este problema, demostró que era posible cuantificar tal estimación y que ésta se aproximaría más al verdadero valor en la medida en que se disponga de mayor información, demostración conocida luego con el nombre de "ley (débil) de los grandes números" o "principio de estabilidad de las frecuencias relativas".

Posteriormente, su sobrino N. Bernoulli alcanzó la primera formulación cercana a lo que actualmente conocemos como distribución binomial y, siguiendo esta línea de trabajo teórico, De Moivre logró cuantificar efectivamente el incremento de la confiabilidad de las aproximaciones ante un aumento de la información empírica. Así, consiguió acercarse aún más a la distribución binomial mediante una expresión que permite inferir que el grado de confiabilidad aumenta proporcionalmente a la raíz cuadrada del número de observaciones realizadas. Sin embargo, los esfuerzos de los Bernoulli

³ Laplace, P., *Essai philosophique sur les probabilités*, 1814. Trad cast.: Ensayo filosófico sobre las probabilidades, Alianza, Madrid, 1985, p.134

y de De Moivre estaba limitado por sus convicciones deterministas, que los forzaba a asumir que las frecuencias relativas debían ser convergentes porque consideraban que los fenómenos están regidos por leyes estrictamente universales o determinísticas. Por eso no podían aceptar la idea de que la aparente convergencia de las frecuencias relativas en sucesiones finitas fuera compatible con la aleatoriedad de las observaciones, o un reflejo de ellas. De este modo, fracasaron en la identificación del valor al que converge la frecuencia relativa en una sucesión finita de observaciones.

Se ha sostenido, incluso, que en el empleo del modelo de urnas introducido por J. Bernoulli se pone de manifiesto que la aleatoriedad no juega ningún papel en su interpretación del proceso de causación. Pues en este modelo se identificaban las causas de los fenómenos naturales con el valor p de la probabilidad de un cierto resultado, valor concebido como un parámetro determinado e invariable, representativo de una naturaleza gobernada por leyes determinísticas inmutables. Y la frecuencia relativa observada se identificaba con los efectos de tales causas. De modo que, como la experiencia muestra que estos "efectos" sólo presentan una convergencia aproximada con las "causas" que los producen, Bernoulli sostuvo que las "causas" determinan los "efectos" sólo en forma combinatoria. Pero si la conexión entre tales causas y efectos consiste en el mecanismo combinatorio a que da lugar el modelo de urnas, la aleatoriedad resultante reflejaría sólo nuestra ignorancia acerca de la correlación precisa entre ellos. Así, esta concepción supone una noción de causalidad determinística en términos de conexiones regulares y mecánicamente determinados, pero en virtud de un mecanismo combinatorio que es el responsable de la independencia estocástica de los resultados de las sucesivas extracciones.

En suma, a pesar de la relevancia de sus contribuciones, ni los Bernoulli ni De Moivre lograron resolver el problema de la inferencia inductiva en la medida en que no consiguieron solucionar la cuestión fundamental que éste plantea, la de la inversión de la probabilidad, es decir, la determinación del grado de confiabilidad que puede adjudicarse a la frecuencia relativa de un resultado como estimador del verdadero valor de la proporción ' $p=x/(x+y)$ '. Fracaso que puede explicarse apelando a la imposibilidad de considerar p como una variable aleatoria en el contexto de su modelo determinista, al hecho de haber interpretado p como una constante de valor desconocido, en tanto que la frecuencia relativa efectivamente observada se concebía como una variable aleatoria.

El primer resultado efectivo en la inversión de la probabilidad lo obtuvo Th. Bayes y fue publicado en las *Philosophical Transactions* de la Royal Society, en 1763. Aquí Bayes expuso un método general para resolver problemas en los que, conociendo un acontecimiento, se trata de determinar la probabilidad de sus causas, es decir, la probabilidad de acontecimientos anteriores desconocidos que se consideran causalmente vinculados con él. Posteriormente, la solución de Bayes -que actualmente denominamos "teorema de Bayes" o "teorema de la probabilidad de las causas"- fue completada matemáticamente por Laplace con la enunciación de su principio fundamental de la probabilidad inversa para resolver el problema de la determinación de la probabilidad de las causas de los acontecimientos, resultado que fue publicado en sus *Mémoire sur la probabilité des causes par les évènements* en 1774. En esta obra Laplace destaca la importancia del

problema de la determinación de la probabilidad de las causas por los acontecimientos, o principio de la probabilidad inversa, señalando que "(...) es principalmente bajo este punto de vista como la ciencia del azar puede ser útil en la vida civil"⁴.

Laplace consideraba que la incertidumbre en el conocimiento se refería o bien a los acontecimientos o bien a sus causas. Por ejemplo, si se sabe que una urna contiene cierto número de bolillas blancas y negras en una determinada proporción y se desea conocer la probabilidad de extraer una bolilla blanca, entonces la causa se identificará con la distribución de bolillas blancas y negras -que se asume conocida- y el efecto con el resultado de la extracción -que permanece incierto-. Si, en cambio, se desconoce la proporción de bolillas blancas y negras dentro de la urna, y queremos determinarla a partir del resultado obtenido en la extracción de una bolilla de dicha urna, entonces se puede decir que se conoce el efecto pero no la causa, dado que se identifica el resultado de la extracción con el efecto y su causa con la distribución de bolillas blancas y negras. Es así como todos los problemas de la teoría del azar comenzaron a ser clasificados dentro de alguna de estas dos categorías.

El teorema de la probabilidad de las causas, que permite resolver los problemas pertenecientes a la segunda de las categorías mencionadas, fue formulado por Laplace en su *Théorie Analytique des probabilités* de 1812 en los siguientes términos: "Si un acontecimiento observado puede resultar de n causas distintas, sus probabilidades respectivas son como las probabilidades del acontecimiento inferidas de su existencia, siendo la probabilidad de cada una de esas causas una fracción cuyo numerador es la probabilidad del acontecimiento en la hipótesis de la existencia de esa causa y cuyo denominador es la suma de las probabilidades similares relativas a todas las causas"⁵.

A partir de mediados del siglo XVII, y paralelamente a la línea teórica que condujo los trabajos de Simpson, Bayes y Laplace -orientada a la solución del problema de la estimación basada en conjuntos de observaciones obtenidas en igualdad de condiciones-, se desarrolló otra línea teórica independiente. Esta última, representada por los trabajos de Euler, Th. Mayer, Boscovich y Legendre, surgió de problemas planteados en el contexto de la astronomía y la geodesia, y empleaba observaciones obtenidas bajo distintas circunstancias para optimizar la estimación. Finalmente, Gauss y Laplace relacionaron ambas corrientes teóricas, dando lugar a lo que se denominó "la síntesis de Gauss-Laplace", que vinculó la versión de Laplace del teorema de Bayes con el principio de los cuadrados mínimos de Legendre. Esta síntesis consistió en la demostración de que las estimaciones obtenidas a partir de aquel principio son, al mismo tiempo, las que minimizan el valor esperado a posteriori del error.

Pero Laplace no se limitó a perfeccionar la obra de sus antecesores en el ámbito de los problemas relativos a los juegos de azar -es decir, en el ámbito de las probabilidades discontinuas-. En efecto, se interesó también por los problemas referidos a las probabilidades continuas o geométricas, como el famoso problema tratado por Buffon en los que el número

⁴ Laplace, P, *Mémoire sur la probabilité des causes par les événements*, Academie Royal des Sciences, 6, 1774, p. 622

⁵ Laplace, P, *Oeuvres Complètes*, París, 1878-1912, vol. VII, p. 183.

de casos posibles es igual al número de posiciones posibles de un punto sobre un plano. Sin embargo, su tratamiento del teorema de la probabilidad de las causas o teorema de Bayes constituye, sin duda, el aporte de mayor relevancia epistemológica de su obra. Pues este teorema lo condujo a la consideración de la probabilidad que puede asignarse a una hipótesis científica sobre la base de la evidencia empírica disponible, probabilidad que algunos autores consideran útil para evaluar la aceptabilidad de una hipótesis científica y también la conveniencia de adoptar ciertas decisiones prácticas. Pero en la obra de Laplace es posible encontrar, además, el germen de otras ideas de importancia metodológica y epistemológica, que fueron desarrolladas mucho más tarde. Podrían citarse, entre otras, la idea de establecer una estimación de intervalos de confianza y la de evaluar comparativamente las hipótesis rivales fundándonos en sus probabilidades con respecto a la evidencia disponible.

Sin embargo, se ha señalado que el interés de Laplace por las aplicaciones del cálculo de probabilidades al ámbito de la ciencia empírica no se evidenció sino muy tardíamente, cuando conoció a Condorcet. Previamente al logro de la síntesis de Gauss-Laplace, con la cual se resolvió el problema central de la inferencia, ya Condorcet había extendido los resultados del teorema de Bayes a la confirmación de hipótesis científicas. Su obra se concentró en la aplicación del cálculo de probabilidades y la elaboración de modelos estadísticos para el tratamiento de problemas planteados en el ámbito de las ciencias sociales. Es por eso que el primer tipo de problemas que comenzó a interesar a Laplace a partir de sus contactos con Condorcet fueron los referidos a los estudios sobre población, en los cuales tuvo oportunidad de aplicar su técnica para la determinación de los valores límites de la probabilidad de acontecimientos sobre la base de la evidencia disponible obtenida mediante la experiencia pasada.⁶

Pese a la gran importancia de sus contribuciones en el campo de la teoría de la probabilidad, se ha cuestionado frecuentemente la obra de Laplace argumentando que la limitación más importante en el pensamiento de Laplace fue su concepción determinista, que le impidió pasar del tratamiento causal a un tratamiento estadístico de los fenómenos naturales o de los acontecimientos sociales. Así, sus trabajos versan sobre el cálculo de la probabilidad de que estemos o no equivocados con respecto a las causas de los fenómenos, y no sobre las configuraciones propias de los datos. De este modo, habitualmente se critica su obra argumentando que su concepción determinista lo mantuvo limitado al análisis de la probabilidad subjetiva, sin permitirle avanzar hacia una concepción objetiva de la probabilidad que propiciara un tratamiento estadístico de los fenómenos.⁷

⁶ Luego se ocupó también de la aplicación del cálculo de probabilidades a problemas relativos a las decisiones de los cuerpos representativos gubernamentales, a los procedimientos electorales, a la credibilidad de los testigos y la fiabilidad de los tribunales de justicia.

⁷ La adhesión de Laplace a la concepción determinista quedó testimoniada en uno de sus más célebres pasajes de sus *Essai philosophique sur les probabilités*, en el que afirma que debemos considerar "(...) el estado actual del universo como el efecto de un estado anterior y como causa del que ha de seguirle. Una inteligencia capaz de conocer, en un momento determinado, todas las fuerzas que animan la naturaleza, la situación respectiva de los seres que la componen, y que fuera lo suficientemente amplia como para someter al análisis todos esos datos, podría abarcar en una sola fórmula los movimientos de los cuerpos más grandes del universo y los del átomo más ligero, nada le resultaría incierto y tanto el futuro como el pasado estarían presentes a sus ojos. (...) Pero dada la debilidad de la inteligencia humana, todos sus esfuerzos sólo tienden a aproximarlos continuamente a una inteligencia tal, pero de modo tal que siempre permanecerá infinitamente alejado de

Un siglo después de la aparición de la obra de Condorcet, filósofos como S. Jevons y Ch. Peirce realizaron substanciales aportes destinados a fundamentar la inferencia científica no demostrativa sobre la noción de probabilidad. En *Principles of Sciences*, por ejemplo, Jevons sostuvo que el principio laplaciano de la probabilidad inversa podía aplicarse a la determinación de la probabilidad una hipótesis científica con respecto a la evidencia disponible en su apoyo, concibiendo la probabilidad como una característica de la conclusión de una inferencia inductiva. En cambio, en *The Doctrine of Chances*, Peirce define la probabilidad asociada a una forma de argumento como la proporción de casos en que éste conduce a la verdad, considerando la probabilidad como una frecuencia veritativa que se manifestaría en la aplicación reiterada de formas de inferencia no demostrativas. Variantes de esta noción de frecuencia veritativa han sido contemporáneamente incluidas en las propuestas que Reichenbach y posteriormente Salmon formularon para la determinación de la probabilidad de un suceso particular, y también en la teoría de la inferencia estadística de Neyman-Pearson.

Por otra parte, la idea de Jevons de evaluar la probabilidad de una hipótesis con respecto a la evidencia que la sustenta aplicando la versión del teorema de Bayes que aportó Laplace con su principio de la probabilidad inversa, se desarrolló posteriormente a través de los trabajos de F. Ramsey, B. de Finetti y L. Savage. Estos autores fundamentaron la estadística bayesiana moderna y la teoría de la decisión sobre una concepción subjetiva o "personalista" de la probabilidad entendida como una medida de creencia racional.

Desde la perspectiva de la interpretación subjetivista o bayesiana de la probabilidad se podría desestimar la relevancia de la crítica frecuentemente planteada contra Laplace por su concepción determinista, que mencionamos en los párrafos precedentes. Pues uno de los rasgos más importantes de la concepción bayesiana es que permite la aplicación de una teoría para la elección racional aún en aquellas situaciones en las que no se pueden determinar probabilidades objetivas. Y este rasgo no sólo ha contribuido a incrementar la popularidad de esta interpretación de la probabilidad en ámbitos tales como el la teoría económica, sino también a desestimar la relevancia de la distinción entre aleatoriedad e incertidumbre afirmada por la concepción tradicional. Pero aunque muchos de los defensores de la concepción bayesiana han considerado que esta distinción es estéril⁸, no obstante, en el campo de la economía y la teoría de la decisión han surgido nuevas corrientes en esta década que, a pesar de su inspiración bayesiana, revalorizaron esta distinción.⁹

Esta última postura, que denominaremos "bayesianismo disidente", reivindica la distinción entre aleatoriedad e incertidumbre fundándose en la crítica de algunos de los supuestos aceptados por el bayesianismo ortodoxo. En coincidencia con el bayesianismo disidente, consideramos que es posible cuestionar los fundamentos en los que se basa la

ella. Es por eso que, impedido de alcanzar la certeza absoluta, el espíritu humano sólo podría aspirar a alcanzar un conocimiento meramente probable". (pp. 24-26) Laplace estaba convencido de que "(...) la curva descrita por una molécula de aire o de vapor está determinada de una manera tan exacta como las órbitas de los planetas. Entre ellas no hay más diferencia que la derivada de nuestra ignorancia. La probabilidad es relativa en parte a esta ignorancia y en parte a nuestros conocimientos" (p.27).

⁸ Hirshleifer, J. & Riley, J., *The Analytics of Uncertainty and Information*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992, p.10.

⁹ Kelsey, D., & Quiggin, J., "Theories of Choice Under Ignorance and Uncertainty", *Journal of Economic Surveys*, 6, 1992, pp. 133-153.

creencia de los partidarios de la concepción bayesiana ortodoxa en la esterilidad de la mencionada distinción entre aleatoriedad e incertidumbre. Pero, antes de iniciar esta discusión conviene que analicemos previamente las razones que se han esgrimido para justificar la distinción en cuestión, en el marco de dos interpretaciones del concepto de probabilidad alternativas a la interpretación personalista o bayesiana.

Una de estas interpretaciones es la ya mencionada interpretación frecuencial, sostenida, entre otros, por von Mises y Reichenbach. La otra, es la interpretación lógica, cuyo origen se remonta a los trabajos de C. Broad, J. Keynes, J. Nicod y otros miembros de la denominada "Escuela de Cambridge". Estos autores formularon, en la década del '20, la moderna teoría de la confirmación, la teoría de la probabilidad concebida como una rama de la lógica: la lógica de la creencia parcialmente fundada y del argumento no concluyente. A partir de estos desarrollos, pero dos décadas después, Carnap elaboró su sistema de lógica inductiva, fundado en la interpretación de la probabilidad como una relación puramente lógica entre una hipótesis y su evidencia confirmadora.

Pese a que existen profundas divergencias entre la interpretación lógica y la interpretación frecuencial de la probabilidad, divergencias que puntualizaremos más tarde, es posible sostener que ambas comparten un criterio ontológico común para fundamentar la distinción entre aleatoriedad e incertidumbre¹⁰. En efecto, de acuerdo con la concepción tradicional, una situación o experimento aleatorio es aquel en el cual las creencias del agente acerca de los posibles resultados son -o están fundadas en- probabilidades puntuales definidas como una proporción numérica entre clases de eventos. Por el contrario, cuando las creencias del agente no tienen tal fundamento, estamos ante una situación de incertidumbre. Como veremos a continuación, es posible encontrar tanto en los partidarios de la interpretación frecuencial como en los partidarios de la interpretación lógica razones para sostener que ambos comparten este mismo criterio ontológico para fundamentar la distinción entre aleatoriedad e incertidumbre.

F. Knight¹¹, uno de los defensores de la concepción frecuencial, consideraba esta distinción entre aleatoriedad e incertidumbre no como una simple dicotomía, sino como una gradación continua de situaciones en las que tenemos eventos empíricos que sólo son más o menos homogéneos. Este continuo tendría como casos límites el caso ideal en el cual las alternativas son posibilidades abstractas -y por eso mismo, perfectamente homogéneas- y en el extremo opuesto, aquellas situaciones en las que no se puede determinar la probabilidad de las alternativas posibles. En el caso ideal en que las alternativas son perfectamente homogéneas y mutuamente excluyentes, la probabilidad de éstas puede computarse sobre la base de principios generales propios de la denominada concepción a priori de la probabilidad, es decir, como un cociente entre casos favorables y casos posibles. Knight diferenciaba claramente esta noción de probabilidad a priori de la probabilidad estadística o frecuencial, que se refiere a eventos empíricos en lugar

¹⁰ Runde, J. "Chances and Choices: Some Notes on Probability and Belief in Economic Theory", *The Monist*, vol.78., nº 3, 1995, p.330

¹¹ Knight, F., *Risk, Uncertainty and Profit*, University of Chicago Press, Chicago, 1921, pp. 215-225.

de referirse a posibilidades abstractas, como lo hace la probabilidad a priori. Y definía la probabilidad estadística como la frecuencia relativa con la cual cierto tipo de eventos ocurre dentro de una determinada clase de referencia.

Knight consideraba que si bien la noción de probabilidad estadística adquiere mayor relevancia en el ámbito de las ciencias fácticas que la noción de probabilidad a priori, aquella no era siempre lo suficientemente definida como para emplear el cálculo matemático de probabilidades para su determinación. Pues esto sólo podía hacerse en el caso de que las alternativas sean realmente equiprobables, o al menos, lo suficientemente homogéneas como para ser tratadas como si lo fueran. Por esta razón, Knight concluye que el tratamiento estadístico no proporciona resultados exactos, y no intenta superar esta situación mediante, por ejemplo, una definición de la noción de probabilidad estadística entendida como el límite de la frecuencia relativa en una serie infinita, como lo hizo Reichenbach.

En cambio J. M. Keynes¹² propuso una interpretación de la probabilidad entendida como una relación lógica de implicación parcial entre enunciados -más precisamente hablando, entre un enunciado y un conjunto de enunciados que constituirían su evidencia confirmadora, es decir como la probabilidad condicional o relativa de un enunciado con respecto a otro. Keynes sostuvo, en *A Treatise on Probability*, que es este concepto de probabilidad lógica, y no el frecuencial, el que se usa implícitamente en todos nuestros pensamientos sobre eventos no conocido, tanto en la vida diaria como en la ciencia.

De acuerdo con la interpretación de Keynes, la probabilidad lógica de un enunciado p con respecto a otro enunciado q es una generalización de la relación de implicación lógica. De modo que si p es una consecuencia lógica de q , la probabilidad de p con respecto a q asumirá el valor 1, pero si la negación de p es una consecuencia lógica de q , entonces la probabilidad de p con respecto a q asumirá el valor 0. En el resto de los casos, la probabilidad lógica de p con respecto a q —es decir, el grado de creencia racional que q garantiza para p — alcanzará algún valor intermedio entre estos dos extremos. Sin embargo, Keynes se encontró con la dificultad de que los grados de creencia racional a los que él se refería no podían ordenarse linealmente. Por ese motivo, Keynes desarrolló una lógica de la probabilidad cualitativa a partir de combinaciones binarias de relaciones probabilísticas, pero sólo en circunstancias especiales tales comparaciones podían traducirse en términos de probabilidades puntuales. Pues, según Keynes, la condición necesaria para que esto suceda es que en tal situación pueda aplicarse legítimamente el principio de indiferencia.

Este principio, tal como fue reformulado por Keynes, exige que la evidencia disponible sea simétrica con respecto a cada una de las alternativas, de modo que no haya evidencia relevante que sustente una de las alternativas y no sustente del mismo modo todas las demás. Keynes elaboró, además, un segundo requisito, necesario para la legítima aplicación del principio de indiferencia. Este requisito que exige que las alternativas relevantes sean últimas o indivisibles. De este modo se asegura que las alternativas a las que se les asignará una probabilidad no podrán ser ulteriormente divididas en subalternativas más elementales, condición necesaria para evitar las paradojas clásicas que

se presentaban al aplicar ingenuamente el principio de indiferencia. Así, con el enfoque keynesiano, es posible determinar una probabilidad numérica para cada alternativa, si se ha garantizado ya que dichas alternativas son equiprobables, indivisibles, mutuamente excluyentes y que constituyen un conjunto exhaustivo.

J. Runde¹³ considera que el enfoque de Keynes podría ser descrito como un intento de reducir las probabilidades estadísticas a algo parecido a probabilidades a priori. Así, aunque la interpretación de la probabilidad propuesta por Keynes es generalmente considerada como opuesta a la interpretación frecuencial, Runde sostiene que la opinión de Keynes es la de que las probabilidades estadísticas son un caso particular de su interpretación lógica de la probabilidad. Pues las frecuencias relativas están siempre referidas a alguna clase de referencia, y el problema que enfrentan los teóricos de la interpretación frecuencial es el de encontrar la clase de referencia apropiada. Keynes aduce que la elección de la clase de referencia se reduce a juicios acerca de la equivalencia del sustento evidencial con respecto a cada una de las alternativas. Si esto es así, entonces las frecuencias relativas mismas están fundadas sobre juicios de equiprobabilidad comparativa. En consecuencia, los partidarios de la interpretación frecuencial también podrían ser acusados de recurrir a consideraciones a priori en la aplicación de su interpretación del concepto de probabilidad.

Indicamos ya que las interpretaciones de la probabilidad propuestas respectivamente por Knight y Keynes fueron, generalmente, consideradas como contrarias. Pues el concepto de probabilidad lógica formulado por Keynes es clasificado como un caso de interpretación epistémica de la probabilidad entendida como una característica propia del modo en el cual nosotros pensamos acerca del mundo externo. En cambio, en la interpretación de Knight, la probabilidad parecería ser considerada como una propiedad mensurable de las entidades del mundo externo. Esta diferencia tiene su paralelo en la manera cómo cada uno de estos autores concibieron el concepto de indiferencia, ya que mientras que Knight parece identificar la indiferencia con brechas en la determinación causal de la realidad, Keynes la identifica con brechas en nuestro conocimiento de la determinación causal de la realidad.

Pese a estas divergencias, Runde afirma que las condiciones para la determinación de las probabilidades numéricas son las mismas en ambas concepciones, pues en ambas se supone la existencia de clases identificables de alternativas equiprobables e indivisibles¹⁴. Pero además de este presupuesto ontológico común, ambas posturas comparten una concepción epistemológica que pone en tela de juicio la supuesta objetividad de los juicios de probabilidad. En efecto, Knight advirtió que los juicios de equiprobabilidad son relativos a los juicios que el agente formula respecto de la semejanza u homogeneidad de las alternativas¹⁵. Y el propio Keynes consideró su formulación del principio de indiferencia como exhibiendo su necesaria dependencia de los juicios de relevancia de la evidencia, y,

¹² Keynes, J.M., *A Treatise on Probability*, Macmillan, London, 1921

¹³ Runde, J. "Chances and Choices: Some Notes on Probability and Belief in Economic Theory", *The Monist*, vol.78., nº 3, 1995

¹⁴ Runde, J. "Chances and Choices: Some Notes on Probability and Belief in Economic Theory", *The Monist*, vol.78, nº 3, 1995.

¹⁵ Runde, J. "Chances and Choices: Some Notes on Probability and Belief in Economic Theory", *The Monist*, vol.78, nº 3, 1995.

por lo tanto, poniendo en evidencia los elementos intuitivos y subjetivos ocultos que siempre están involucrados en ellos. Así, la principal diferencia entre las interpretaciones de Knight y Keynes radicaría, esencialmente, en que Keynes atribuyó probabilidad a proposiciones acerca de eventos en lugar de atribuirla a los eventos mismos, como lo hizo Knight.

Es por eso que coincidimos con Runde en que es posible sostener que tanto los partidarios de la interpretación frecuencial como los de la interpretación lógica del concepto de probabilidad compartían el criterio que proporcionaba un fundamento ontológico a la distinción tradicional entre aleatoriedad e incertidumbre. Y este es el criterio de acuerdo con el cual habría casos en los cuales los eventos estudiados son lo suficientemente semejantes como para conformar una clase de referencia apropiada que permita determinar probabilidades numéricas. Así, las situaciones o experimentos aleatorios serían aquellos en los que existen clases identificables de eventos homogéneos o resultados repetibles. Y las situaciones de incertidumbre serían aquellas en las cuales tales clases no existen o no pueden ser identificadas.

Como señalamos anteriormente, la interpretación bayesiana de la probabilidad desestimó la relevancia de la distinción entre aleatoriedad e incertidumbre, de modo que desde la perspectiva de esta postura se podría disculpar a Laplace por haber limitado su teoría de la probabilidad al estrecho marco de su concepción determinista. Pero para comprender por qué la distinción en cuestión se diluye en la interpretación bayesiana, señalaremos cuáles son las convicciones básicas que sustentan los partidarios de esta interpretación bayesiana o personalista de la probabilidad.

De acuerdo con la concepción bayesiana ortodoxa, la probabilidad de una proposición o de un evento debe ser interpretada como el grado de confianza o la fuerza de la creencia personal de un agente con respecto a dicha proposición o evento. Autores como Ramsey¹⁶ han sostenido que tal confianza o fuerza de la creencia es una propiedad causal que se refleja en el caso de que el agente esté preparado para actuar y que puede ser medida examinando la conducta electiva en situaciones de apuestas. Así, si se desea determinar la probabilidad subjetiva que un agente asignaría a una proposición h , se debe determinar el precio más bajo P que el agente estaría dispuesto a apostar en una jugada que paga S si h es verdadera y nada si h es falsa. De este modo, la probabilidad subjetiva de la hipótesis h está dado por el cociente entre los valores P y S . Dado que se supone que el agente se conduce de manera tal de maximizar la utilidad esperada, su declaración de que le es indiferente apostar P para ganar S si h es verdadera, o para no ganar nada si h es falsa, significa que el valor de la probabilidad subjetiva de la hipótesis h -que designaremos " $p(h)$ "- será el cociente entre P y S , pues $P = p(h)S + (1-p(h))(0)$, así que $p(h) = P/S$.

En esta concepción hay dos presupuestos esenciales: en primer lugar, se asume que existe tal valor P que representa el precio más bajo que el agente apostaría en una jugada que paga S si la hipótesis h es verdadera y nada

¹⁶ Ramsey, F., (1926) "Truth and Probability", *Foundations: Essays in Philosophy, Logic, Mathematics and Economics*, Mellor, D.H., Routledge & Kegan P, London, 1978, p. 69

si h es falsa. En segundo lugar, se asume que este valor P deja al agente en una situación tal que es para él indiferente aceptar la apuesta en esa partida o rechazarla. Además, esta concepción se basa en lo que generalmente se considera como una expresión sistemática de la idea propia del sentido común de que las acciones de la gente resultan de sus deseos y creencias, en conjunción con la idea ampliamente aceptada de que las acciones deben ser evaluadas en términos de su utilidad esperable y de sus consecuencias.

Otra ventaja de la concepción bayesiana reside en que permite aplicar el cálculo matemático de probabilidades a ciertos casos que no podían ser tratados de este modo bajo la concepción tradicional de la probabilidad -ya sea en su versión lógica como en la frecuencial-. En efecto, la interpretación bayesiana considera que siempre es posible apostar acerca de cualquier proposición decidible o cualquier evento. Y por esta razón algunos de los defensores del bayesianismo argumentaron que la distinción tradicional entre aleatoriedad e incertidumbre ha perdido relevancia. También ha sido frecuentemente señalada en defensa de la concepción bayesiana una tercer ventaja que radica en su modestia ontológica, ya que esta concepción se abstiene de efectuar afirmaciones acerca de probabilidades independientes del observador. En particular, esta interpretación no presupone la existencia de clases de eventos homogéneos o repetibles.

La interpretación bayesiana de la probabilidad asume, además, que nuestra creencia acerca de la verdad de una proposición pueden tener diversos grados, de modo tal que esos grados de creencia pueden ser representados como probabilidades subjetivas que asumen valores puntuales dentro del intervalo real $[0,1]$. Los bayesianos sostienen, asimismo, que nuestros grados de creencia en la verdad de una hipótesis deben ser coherentes para estar justificados, y que son coherentes cuando satisfacen los axiomas del cálculo de probabilidades.

Por ejemplo, de acuerdo con el cálculo de probabilidades, una proposición P no puede ser más probable que una proposición Q si P implica Q . Entonces, si P implica Q , y si uno tiene un grado de confianza en la verdad de P mayor que el que tiene en la verdad de Q , nuestros grados de creencia son incoherentes, y por lo tanto, injustificados. Si, en cambio, P y Q son proposiciones mutuamente incompatibles, la probabilidad de la disyunción de ambas, es decir $p(P \vee Q)$, es igual a la probabilidad de P más la probabilidad de Q . En estas condiciones, si nuestro grado de creencia en P es x , nuestro grado de creencia en Q es y , nuestro grado de creencia en la disyunción de ambas es z , pero $z \neq x+y$, entonces nuestros grados de creencia son incoherentes, y, en consecuencia injustificados.

Sin duda, este parece ser el rasgo más atractivo de la interpretación bayesiana de la probabilidad, al menos desde la perspectiva de aquellas disciplinas que aplican los recursos de la teoría de la decisión. Pues se asume como una condición de racionalidad que los grados de creencia subjetivos del agente estén relacionados de modo tal que satisfagan los axiomas del cálculo de probabilidades. Este es un supuesto central en la propuesta bayesiana, y para ilustrar la indeseabilidad de tener grados de creencia inconsistentes -es decir, que no satisfacen los axiomas del cálculo de probabilidades- los bayesianos apelan a los denominados "argumentos Dutch Book". Estos argumentos establecen

que si un agente estuviera dispuesto a apostar a la verdad de ciertas proposiciones de acuerdo con sus grados de creencia en ellas -por ejemplo, si el agente tiene un grado de confianza en la verdad de una proposición P que duplica su grado de creencia en la falsedad de P , entonces estaría dispuesto a apostar 2 a 1 a la verdad de P , dando a su contrincante la opción de apostar a la verdad de P o a la falsedad de P -, entonces el agente podría incurrir en una conducta económicamente autodestructiva en el caso de que sus grados de creencia fueran incoherentes. Es decir, de acuerdo con estos argumentos, cualquier agente cuyas creencias no satisfagan los axiomas del cálculo de probabilidades podría ser inducido a aceptar una secuencia de apuestas que lo conducirían hacia una pérdida segura, cualesquiera fueran los resultados del evento sobre el que se realiza la apuesta.

Por ejemplo, si un apostador tiene un grado de creencia de 0.6 en la proposición Q y un grado de creencia de 0,6 en la proposición $\neg Q$, entonces sus grados de creencia no satisfacen el axioma del cálculo de probabilidades que exige que $p(Q) + p(\neg Q) = 1$. Este apostador estaría, de acuerdo con sus grados de creencia, dispuesto a apostar 0,6\$ en una jugada que paga 1\$ si se da Q y nada si no se da Q , pero también estaría dispuesto a apostar 0,6\$ a $\neg Q$ en una jugada que paga 1\$ si $\neg Q$ es verdadera y nada si $\neg Q$ es falsa. Así, este apostador siempre perderá 0, 2\$ cualquiera sea el resultado de la jugada, pues si se da Q ganará 0,4\$ pero perderá 0,6\$; similarmente, si se da $\neg Q$ entonces ganará 0,4\$ y perderá 0,6\$.

En suma, generalmente se considera como un argumento en favor de la postura bayesiana esta idea de que aquellos agentes cuyas creencias violan los axiomas del cálculo de probabilidades se verían conducidos a asumir una conducta económicamente autodestructiva. Pero la aplicabilidad de los argumentos Dutch Book tiene al menos tres requisitos. En primer lugar, debe satisfacerse la condición de que el agente tiene que evaluar las alternativas que se le presentan en términos de la expectativa matemática del valor de las consecuencias de su elección. En segundo lugar, debe cumplirse la condición de que el agente siempre tiene que estar preparado para actuar -es decir, para apostar- sobre la base de sus creencias, por pequeña que fuera la ventaja esperada en base a sus creencias, de modo que dados dos agentes racionales cualesquiera, ellos estarán siempre dispuestos a efectuar apuestas cuando sus creencias sean diferentes. Además, la existencia de probabilidades subjetivas numéricamente definidas presupone que el agente tiene grados de creencia que asumen valores precisos, puntuales.

Contra lo que sostiene la propuesta bayesiana, el análisis introspectivo sugiere que raramente se satisfacen los requisitos de que los agentes tiene grados de creencias que asumen valores numéricos precisos y de que los agentes están siempre dispuestos a apostar ante la más pequeña diferencia que presenten sus grados de creencia. En efecto, se ha argumentado frecuentemente que a pesar de que los agentes tengan opiniones divergentes, su tendencia a efectuar apuestas es mucho menor que lo que pretende la concepción bayesiana. Esta circunstancia no representaría un inconveniente para esta concepción si ésta sólo pretendiera tener una dimensión exclusivamente normativa, si se empleara sólo para analizar la consistencia de las propias decisiones. Sin embargo, no puede eludirse la objeción de

que éste no es el uso que generalmente se le da a la interpretación bayesiana del concepto de probabilidad por ejemplo, en teoría económica, ya que en este contexto se considera la concepción bayesiana como una representación de la conducta a la que se aproxima aquella que los economistas estudian.

Por otra parte la generalidad que consigue la teoría bayesiana en virtud de su modestia ontológica con respecto a las probabilidades objetivas, se consigue al precio de tener que asumir presupuestos ontológicos no tan modestos relativos a la información que poseen los agentes, a cómo éstos están dispuestos a actuar, y a la consideración de sus creencias como cuantificables mediante valores precisos. En este sentido, es importante recordar que los experimentos de Ellsberg¹⁷ sugieren que la mayoría de las personas no se comportan como si asignaran probabilidades puntuales a los resultados de los experimentos.

Si no aceptamos las respuestas que los bayesianos ofrecieron con la intención de neutralizar el alcance de los experimentos de Ellsberg, parecería que sólo nos quedan dos alternativas. Una es reconocer que es falso el supuesto bayesiano de que las elecciones de los agentes están -o al menos pueden considerarse como si estuvieran- guiados por probabilidades subjetivas que asumen valores numéricos exactos. La otra alternativa es considerar que nuestras creencias tienden a ser más vagas y parciales que lo que el modelo bayesiano supone¹⁸. Esto último es precisamente lo que proponen ciertos autores que han reformulado el modelo bayesiano siguiendo una inspiración knightiana o keynesiana, y dando origen a una postura que podríamos denominar "bayesianismo disidente".

De acuerdo con el bayesianismo disidente, hay situaciones en las que el agente podría no estar dispuesto a apostar el menor valor P para intervenir en una partida que paga S si h es verdadera y nada si h es falsa. Y tampoco estaría dispuesto a aceptar un pago del mayor valor P' para intervenir en una partida en la que perdería S si h es verdadera y nada en el caso contrario. En tales situaciones no podríamos sostener, como los bayesianos ortodoxos lo hacen, que la probabilidad de la hipótesis h estaría dada por los cocientes $p(h) = P/S = -P'/-S$. Pero aún en tales situaciones en las que no habría tales valores definidos P y P' , el agente podría estar dispuesto a apostar en favor o en contra de h si la apuesta es lo suficientemente favorable.

Es decir que, según el bayesianismo disidente, el agente podría estar dispuesto a apostar un valor menor que P para ganar S si h es verdadera y nada en el caso contrario, y podría estar dispuesto a recibir un valor superior a P' en retribución por tener que pagar S si h es verdadera, y nada en el caso contrario, siendo $P < P'$. Así, las creencias tendrían que ser consideradas como intervalos, cuyas cotas superiores e inferiores estarían dadas por los cocientes $p(h) = P/S$ y $p'(h) = -P'/-S$ respectivamente. Tales intervalos podrían superponerse de manera tal que no pudiera afirmarse que uno de ellos es, sin ambigüedades, más o menos probable que el otro. En tal caso, para determinar la elección podrían agregarse reglas de decisión adicionales, pero también podríamos optar por retener la

¹⁷ Ellsberg, D, "Risk, Ambiguity and the Savage Axioms", *Quarterly Journal of Economics*, 75, pp. 643-669.

¹⁸ Runde, J, "Chances and Choices: Some Notes on Probability and Belief in Economic Theory", *The Monist*, vol.78, nº 3, 1995, p.343.

indeterminación. Una propuesta como ésta formula Bewley¹⁹, quien descarta el requisito de completitud bayesiano de acuerdo con el cual, dadas dos opciones alternativas, el agente debe preferir una de ellas a la otra, o bien no preferir ninguna de ellas en particular de modo tal que le sea indiferente optar por una u otra alternativa.²⁰ Pero, en cualquier caso, las opciones se suponen comparables. La propuesta de Bewley asume, en consecuencia, que las opciones disponibles podrían no ser comparables, lo cual supone abandonar dos de los supuestos ontológicos del bayesianismo ortodoxo.

Bewley elimina el presupuesto de que existen grados de creencia que adoptan valores numéricos exactos, reivindicando así la distinción entre aleatoriedad e incertidumbre. Además, debilita la conexión entre grados de creencias y disposición a la acción sobre la que se fundaba el bayesianismo ortodoxo. De este modo, la propuesta de Bewley podría dar cuenta de aquellas situaciones en las cuales los agentes reaccionan ante la incertidumbre absteniéndose de hacer una elección o de ejecutar una acción. Así, la consideración de los grados de creencia como intervalos de valores que sólo en ciertos casos constituyen intervalos degenerados, es decir, valores numéricos exactos, parece reflejar más apropiadamente la típica vaguedad de nuestro conocimiento. Además, la propuesta del bayesianismo disidente corroboraría la tesis keynesiana de que las probabilidades interpretadas como grados de creencia están sólo parcialmente ordenadas.

Los partidarios del bayesianismo disidente han argumentado que esta concepción parece adecuarse más a lo que nosotros sabemos acerca de nosotros mismos, y que permitiría explicar ciertos fenómenos relativos a la toma de decisiones que efectivamente llevan a cabo los agentes sociales, de los cuales el bayesianismo ortodoxo no puede dar cuenta. Sin embargo, autores como Howson y Urbach²¹ han objetado esta concepción, señalando que, si no hay grados de creencia que asuman valores puntuales, probablemente tampoco haya límites precisos para el rango de imprecisión de las creencias, es decir que las cotas de los intervalos tampoco asumirán valores numéricos puntuales, exactos. Además, de acuerdo con Howson y Urbach, la teoría bayesiana ortodoxa es más simple y puede ser considerada como lo suficientemente exacta en la mayor parte de los casos.

En efecto, Howson y Urbach argumentan que la situación con respecto a nuestros grados de creencia sería similar a la que se presenta, por ejemplo, en el caso de las magnitudes físicas. Pues nos contentamos con atribuirles valores numéricos exactos a las magnitudes físicas pese a que, estrictamente hablando, no es posible asignar tales valores precisos a longitudes, densidades, volúmenes, etc. No obstante, de acuerdo con estos autores, la teoría de los números reales aplicada a la medición de magnitudes físicas es ampliamente aceptada porque se emplea como una

¹⁹ Bewley, T., "Knightian Decision Theory: Part 1", *Cowles Foundation Discussion Paper*, nº 807.

²⁰ En caso de que las alternativas resulten indiferentes para un agente, el bayesianismo ortodoxo no se pronuncia respecto de si el agente elegirá alguna de las alternativas, o no elegirá ninguna. En esta concepción, sólo se supone que el agente está dispuesto a elegir si prefiere alguna de las alternativas más que la otra. Pero el bayesianismo ortodoxo siempre asume que es posible comparar las opciones disponibles de modo tal que se pueda preferir una más que otra o ambas por igual.

²¹ Howson, C. & Urbach, P., *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*, Open Court, Chicago and La Salle, Illinois, 1989, pp.87-89

idealización que proporciona resultados lo suficientemente correctos dentro del rango de imprecisión en el cual trabajamos. Y lo mismo podría sostenerse, afirman Howson y Urbach, en el caso del bayesianismo ortodoxo.

En este punto, consideramos necesario señalar que la defensa que proporcionan Howson y Urbach de la concepción bayesiana ortodoxa no parece capaz de reivindicar desde una perspectiva realista los compromisos ontológicos que asumen los partidarios de dicha concepción. Pues, la consideración de los grados de creencia como susceptibles de adoptar valores numéricos exactos aparece, en esta defensa, como asumida desde una postura puramente instrumentalista, que parece aceptar implícitamente la ineliminabilidad de los contextos inciertos y que, por lo tanto se abstendría -como mínimo- de formular juicio alguno acerca de la capacidad de la interpretación bayesiana ortodoxa de eliminar la distinción entre aleatoriedad e incertidumbre.

Además, el modo como las creencias del agente y su disposición a maximizar la utilidad esperada de sus elecciones determinarían efectivamente sus acciones, no parece poder someterse al tratamiento que se le proporciona a un experimento aleatorio, de manera tal que éste es un ejemplo de situación de incertidumbre irreductible al cálculo de probabilidades. De este modo, es manifiesto que los propios supuestos de la concepción bayesiana ortodoxa ejemplificarían la irreductibilidad de la incertidumbre a las leyes del azar, y, por lo tanto, evidencian la ineliminabilidad de la distinción entre aleatoriedad e incertidumbre.

En esta sección se expuso sucintamente la evolución del concepto de probabilidad y el proceso que condujo a vincular el cálculo de probabilidades con la teoría de la probabilidad y con el problema de la fundamentación de las inferencias inductivas. A partir de estas consideraciones, es evidente que el cálculo de probabilidades, en tanto disciplina puramente matemática, proporciona afirmaciones lógicamente necesarias cualquiera sea la interpretación que se asigne al funtor "probable". La teoría matemática de las probabilidades es un cálculo abstracto, neutral con respecto a las concepciones filosóficas que proporcionan interpretaciones rivales de la noción de probabilidad. El cálculo de probabilidades es una estructura puramente formal que permite determinar los valores de ciertas variables probabilísticas consideradas como funciones cuyos argumentos son los valores asignados a otras variables probabilísticas. Pero estos últimos valores, los propios de las variables probabilísticas independientes o básicas, no pueden establecerse mediante la teoría matemática de la probabilidad. Tales valores deben fijarse de algún otro modo, ya que su determinación requiere la previa estipulación del significado del término "probabilidad"

En contraste con el cálculo matemático de probabilidades, la teoría de la probabilidad tiene por objeto la interpretación del término "probable", las condiciones de adecuación que debería satisfacer toda interpretación del mismo, la ambigüedad de este término, la controversia referida a la identidad o diversidad de las interpretaciones lógica y frecuencial, la disputa en torno al carácter necesario o contingente de los enunciados probabilísticos, la necesidad de mantener o no la distinción entre aleatoriedad e incertidumbre, el problema relativo a la justificación de la inducción, etc.

Es importante señalar que la índole empírica de los enunciados probabilísticos no afectaría el carácter lógicamente necesario de las afirmaciones del cálculo de probabilidades. Pues el cálculo de probabilidades procede mediante consideraciones puramente matemáticas tales como la de que la probabilidad de que una muestra sea homogénea o representativa de una cierta población aumenta proporcionalmente al incremento del tamaño de la muestra. Así, el cálculo de probabilidades sólo puede indicar qué es lo que se infiere de ciertas hipótesis probabilísticas dadas referidas a acontecimientos simples respecto de las probabilidades de ciertos acontecimientos complejos. En este sentido, Max Black establece una analogía entre la teoría matemática de las probabilidades y una teoría de la longitud que careciera de un patrón de medida determinado de esta magnitud. Esta última teoría mostraría cómo se relaciona, por caso, la longitud de un segmento AB con las longitudes de los segmentos AC y CB, que tienen un extremo común en un punto C perteneciente al segmento AB. Pero no permitiría determinar la longitud de ningún segmento, a menos que se adoptaran ciertas convenciones relativas a la congruencia entre segmentos. Mediante estas convenciones podríamos comparar segmentos para establecer la igualdad o desigualdad de sus longitudes, y adoptar algún segmento como patrón para medir las longitudes de los demás. Similarmente, la determinación del valor de las variables probabilísticas independientes o básicas requiere la adopción de convenciones que establezcan cuándo pueden considerarse equiprobables los elementos de un conjunto de alternativas posibles.²²

La equiprobabilidad en el cálculo de probabilidades cumple el mismo papel que la congruencia en la teoría de la longitud, pues sólo es posible la aplicación de la teoría pura a los casos concretos si se adoptan ciertas convenciones no deducibles de consideraciones puramente matemáticas. Pero la noción de equiprobabilidad es uno de los puntos centrales en la disputa entre las diversas interpretaciones del concepto de probabilidad. Supongamos, por caso, que empleamos la fórmula de Bayes para establecer cuál es la probabilidad de que una urna con 100 bolillas que, o bien son blancas, o bien son negras, tenga igual cantidad de bolillas blancas y negras. Asumamos, además, que la extracción al azar de 10 bolillas—cada una de las cuales fue reintroducida en la urna luego de su extracción—da por resultado la obtención de 6 bolillas negras y 4 blancas. En tal caso, la aplicación del teorema de Bayes requiere disponer de la probabilidad—con respecto a la evidencia proporcionada por las extracciones efectuadas—de que la urna contenga 99 bolillas blancas y una negra, la de que tenga 98 bolillas blancas y dos negras, etc. La interpretación clásica del concepto de probabilidad asignaría el mismo valor a cada una de estas probabilidades condicionales. En cambio, un partidario de la interpretación frecuencial cuestionaría tal asignación y se inclinaría por establecer el valor de estas probabilidades condicionales fundándose en la frecuencia relativa con que se obtiene la proporción 6 a 4 de bolillas blancas y negras en urnas con 99 bolillas blancas y una negra, en urnas con 98 bolillas blancas y dos negras, etc. Si se empleara la lógica inductiva de Carnap, ni siquiera el carácter necesario de la verdad de un enunciado tal como “la probabilidad de que la urna contenga X bolillas negras e Y bolillas blancas, con respecto a la evidencia

²² Black, M, *Inducción y Probabilidad*, Cátedra, Madrid, 1984, pp. 111-114.

provista por las extracciones efectuadas, es Z " permitiría justificar la racionalidad de nuestra creencia en que ésta es la composición de la urna. Pues la elección de diferentes funciones de confirmación justificaría la racionalidad de creer en hipótesis distintas acerca de cuál es la composición efectiva de la urna. En consecuencia, no es claro de qué modo el cálculo de probabilidades podría resolver el problema de la justificación de las inferencias inductivas, puesto que cualquiera de sus aplicaciones a una inferencia inductiva en particular requiere la previa adopción de una interpretación de la noción de probabilidad.

2.2. Dificultades que plantean las diversas interpretaciones del concepto de probabilidad.

La evolución histórica de la noción de probabilidad y de su relación con el tratamiento de las inferencias inductivas, que sintetizamos sumariamente en los párrafos precedentes, pone de manifiesto que a partir de la primitiva concepción clásica de la probabilidad surgieron posteriormente otras dos interpretaciones que intentaron superar las deficiencias de aquella: la interpretación estadística o frecuencial y la interpretación lógica. Estrechamente emparentada con la interpretación lógica, pero enfatizando el carácter puramente subjetivo -e incluso, personal- de los juicios probabilísticos, se desarrolló luego la interpretación bayesiana, subjetivista o personalista. Sin embargo, como veremos a continuación, con la interpretación lógica tiene lugar, en cierta medida, un resurgimiento de la concepción clásica original.

Carnap sostiene que el propósito del cálculo de probabilidades del período clásico era el de proporcionar un guía para juzgar hipótesis sobre la base de la evidencia disponible.²³ Así, en *Theorie Analytique des probabilités*, Laplace no se ocupa -según la interpretación de Carnap- de frecuencias actuales u observadas sino de los métodos para juzgar la aceptabilidad de las hipótesis, de modo tal que su obra versa, en realidad, sobre el concepto de probabilidad lógica.

Es interesante señalar que, entre los precursores del concepto lógico de probabilidad, Reichenbach sólo menciona a Leibniz, De Morgan, Boole, Venn, Peirce, Keynes, Lukasiewicz y Zawirski²⁴. Pero, a diferencia de Carnap, Reichenbach no considera a Laplace como uno de los precursores del concepto lógico de probabilidad, sino que identifica el concepto clásico de probabilidad empleado por Laplace con el concepto estadístico de probabilidad que él mismo sostiene. Sin embargo, Reichenbach reconoce que la definición original de Laplace del grado de probabilidad, elaborada para su aplicación a los juegos de azar, no era de tipo frecuencial.²⁵

De acuerdo con Reichenbach, esta primitiva definición del concepto de probabilidad fue abandonada en todas las aplicaciones de la teoría de la probabilidad a los casos de valor práctico. En estos casos, según el autor, se interpretó el valor numérico de la probabilidad como una razón entre dos frecuencias: la frecuencia de los eventos pertenecientes a la clase más cercana considerada y la frecuencia de los eventos pertenecientes a la clase más amplia a la que la probabilidad es referida. La interpretación del grado de probabilidad así obtenida es, en opinión de Reichenbach, más útil pero no esencialmente diferente de la de Laplace.

Los partidarios de la interpretación frecuencial cuestionaron el apriorismo de la concepción clásica, afirmando la necesidad de fundamentar empíricamente los enunciados probabilísticos. Criticaron, además, la interpretación clásica del concepto de probabilidad, señalando que en ella las probabilidades pueden calcularse a priori sólo aparentemente. Pues la aplicación del principio de razón insuficiente conlleva presupuestos empíricos asumidos implícitamente. Así, von Mises

²³ Carnap, R. (1955), "Statistical and Inductive Probability", *The Structure of Scientific Thought*, Maden, E.H (ed.), Houghton Mifflin Co., Boston, 1960, p.269-279

²⁴ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, pp.298-301.

señaló que la interpretación clásica era inaplicable a la resolución de problemas en los cuales no se cumple la condición de los casos posibles sean equiprobables, o en los casos en que éstos conformen una clase finita.

De este modo, la distinción introducida por J. Bernoulli entre probabilidades a priori y probabilidades a posteriori, y su convicción de que es posible aprender de la experiencia adquirida a partir de los casos observados y de que ese aprendizaje es cuantificable, dieron origen a la sustitución de la interpretación clásica por la interpretación frecuencial del concepto de probabilidad. Esta nueva interpretación es imprescindible en aquellas situaciones en las cuales no cabe suponer la simetría de los posibles resultados de un experimento aleatorio, y puede aplicarse siempre que éste sea repetible. A diferencia de la interpretación clásica, la interpretación frecuencial permite la determinación a posteriori y sobre fundamentos inductivos de la probabilidad, y en ella cobra una importancia decisiva la ley de los grandes números. Pues, la probabilidad de que al realizar un cierto experimento se obtenga un determinado resultado, se define como el valor límite al que tienden las frecuencias relativas de éste cuando el número de realizaciones del experimento es muy grande, o tiende a infinito.

El concepto estadístico o frecuencial de probabilidad defendido, entre otros autores, por von Mises y Reichenbach, alude, en los casos más simples, a la frecuencia relativa con la cual un cierto tipo de eventos ocurre dentro de una determinada clase de referencia denominada habitualmente "población". Pero Carnap sostiene que, a veces, un enunciado de probabilidad estadística no se refiere a una frecuencia actualmente existente u observada, sino a una frecuencia potencial, que se verificaría bajo ciertas circunstancias especificables. Por ejemplo, con respecto a un dado que fuera un cubo geoméricamente perfecto y homogéneo, podría afirmarse que la probabilidad de que se obtuviera un as al arrojarlo es $1/6$. Esto significa que si efectuáramos una serie lo suficientemente larga de tiros, la frecuencia relativa de ases sería $1/6$. Este enunciado se refiere a una frecuencia potencial más que a una actual, se refiere al microestado físico del dado; sin especificar sus detalles -que posiblemente sean desconocidos-. Este enunciado caracteriza dicho microestado como siendo un estado tal que, si se lo sometiera a ciertos procedimientos experimentales, se obtendrían ciertos resultados. De modo que, según Carnap, el concepto estadístico de probabilidad no es esencialmente diferente de otros conceptos disposicionales que caracterizan estados objetivos de entidades describiendo sus reacciones ante ciertas condiciones experimentales, como, por ejemplo, la elasticidad de un objeto material.²⁶

Pero este concepto estadístico o frecuencial debe ser claramente diferenciado, de acuerdo con Carnap, del concepto de probabilidad lógica o inductiva. Pues un enunciado de probabilidad estadística hace una afirmación acerca de hechos, en cambio un enunciado de probabilidad inductiva es de naturaleza puramente lógica. Es un enunciado que

²⁵ En efecto, indicamos ya que Laplace empleó la famosa formulación de casos favorables sobre casos posibles, válida bajo la controvertida suposición de que casos posibles en cuestión son todos igualmente posibles.

²⁶ Carnap, R. (1955), "Statistical and Inductive Probability", *The Structure of Scientific Thought*, Maden, E.(ed.), Houghton Mifflin Co., Boston, 1960

atribuye una cierta probabilidad inductiva a hipótesis con respecto a un cuerpo de evidencia. La probabilidad inductiva mide la fuerza del sustento que la evidencia disponible aporta a cierta hipótesis -o, en otras palabras, el grado de confirmación de la hipótesis sobre la base de esa evidencia-. Decir que una hipótesis es probable en un grado p con respecto a la evidencia disponible significa que, para cualquiera que disponga de la esa evidencia y de ningún otro conocimiento relevante, sería razonable creer en esa hipótesis en un grado p .

Carnap señala que todo juicio de probabilidad lógica o inductiva es relativo a una cierta evidencia, aunque no se haga una referencia explícita a ella, en tal caso se sobreentiende que la totalidad de la información relevante disponible con que cuenta el hablante se toma como evidencia. La probabilidad, tal como es entendida en esta clase de contextos, no es una frecuencia, de modo que -de acuerdo con Carnap- este concepto de probabilidad no puede ser el de probabilidad estadística.

De acuerdo con Carnap, los partidarios de la interpretación frecuencial no advirtieron claramente que sus desarrollos -efectuados entre la segunda mitad del siglo XIX y el siglo XX- constituían una transición hacia un sentido fundamentalmente diferente de la palabra "probabilidad". Fisher, von Mises, Reichenbach y sus seguidores no sugirieron explícitamente el abandono del concepto clásico de probabilidad y su reemplazo por uno nuevo, sino que creyeron que su concepto era esencialmente el mismo que el de los autores clásicos. Estos autores sostenían que habían formulado una definición más exacta para dicho concepto y que habían desarrollado una teoría más comprensiva. Pero, en realidad, habían interpretado el término laplaciano "probabilidad" no en su verdadero sentido -que, de acuerdo con Carnap es el sentido lógico o inductivo- sino en el sentido estadístico. Sin embargo, dado que no hay una analogía completa entre ambas interpretaciones del concepto de probabilidad, aunque muchos teoremas matemáticos se cumplen para ambas interpretaciones, hay otros teoremas que no se verifican en ambas interpretaciones. Por este motivo, si bien los partidarios de la interpretación frecuencial pudieron aceptar muchos de los teoremas clásicos, también debieron rechazar otros, como el principio de indiferencia.

En coincidencia con Carnap, pero antes que él lo hiciera, ya Keynes había señalado que la teoría clásica de la probabilidad en su aplicación a problemas concretos sólo era sostenible si se interpreta el concepto de probabilidad en el sentido lógico o inductivo. Sin embargo, también se percató de que era necesario modificar y restringir la teoría clásica. Por eso, Keynes rechazó el principio de indiferencia en su forma original, tal como lo hicieron los defensores del concepto frecuencial de probabilidad. Keynes señaló que este principio permitía deducir probabilidades que superen el valor 1. Tales contradicciones surgen cuando la interpretación clásica se aplica a alternativas que no son lógicamente indivisibles, aunque esta dificultad se extendería también a los casos en que las alternativas posibles son lógicamente indivisibles, pues siempre es posible considerar una alternativa dada como disyunción de alternativas aún más determinadas.

Carnap²⁷ ilustró esta dificultad mediante el siguiente ejemplo: supongamos que tenemos una urna con bolillas azules, rojas y amarillas, pero que desconocemos de qué color es cada una de ellas y cuántas bolillas de cada color hay. Sean, entonces, H_1 la hipótesis que afirma que la primer bolilla que saquemos será azul, H_2 la hipótesis de que será roja, y H_3 la de que será amarilla. Consideremos, ahora, las hipótesis H_1 y su negación, $\neg H_1$. Según el principio de indiferencia de Laplace, puesto que nada conocemos acerca de ambas hipótesis, ellas deben ser igualmente probables, de modo que $p(H_1) = p(\neg H_1) = 1/2$. Pero la hipótesis $\neg H_1$ afirma que la primer bolilla será o roja o amarilla, así que la probabilidad de que la primer bolilla extraída sea o roja o amarilla será $p(H_2 \text{ o } H_3) = 1/2$. Pero, como no conocemos nada acerca de H_2 ni de H_3 , si aplicamos el principio de indiferencia, sus probabilidades deberían ser iguales. Entonces, como la suma de las probabilidades de ambas es $1/2$, la probabilidad de cada una de ellas será $p(H_2) = p(H_3) = 1/4$. Por otro lado, si replanteamos la situación pero ahora considerando las probabilidades de las hipótesis H_2 y $\neg H_2$, y efectuando las mismas operaciones que antes, obtendremos que $p(H_2) = 1/2$ y que $p(H_1) = 1/4$, lo cual es incompatible con el resultado anterior.

Por otra parte, Keynes disintió también de la opinión de los autores clásicos -y, como luego veremos, de la de Carnap- respecto de la posibilidad de asignar un valor numérico a la probabilidad de una hipótesis. Keynes consideraba que esto podría lograrse sólo en condiciones muy especiales que raramente se cumplen, como en el caso de los juegos de azar donde está bien determinado el número de resultados posibles, y donde todos ellos son similares en sus rasgos básicos. En tales casos, sí sería posible establecer una medida de la probabilidad aplicando el clásico principio de indiferencia. En los demás casos, en los que no cabe suponer la equiprobabilidad de los posibles resultados, Keynes dudaba con respecto a la posibilidad de que pudiera formularse un concepto cuantitativo de la probabilidad, de modo tal que -en su opinión- sólo podrían hacerse juicios de probabilidad comparativos.

De todos modos, tanto los partidarios de la interpretación lógica o inductiva como los de la interpretación estadística o frecuencial se reconocieron sucesores de la línea de trabajo laplaciana, aunque no dudaron en señalar sus deficiencias. Sin embargo, sostendremos aquí que sólo la interpretación que Carnap propuso para el concepto laplaciano de probabilidad parece plausible a la luz del análisis de los ejemplos de aplicación del cálculo de probabilidades que Laplace proporciona en *Essai philosophique sur les probabilités*. En efecto, creemos que en ellos queda claro que el concepto de probabilidad es empleado para caracterizar el grado de certidumbre o incertidumbre en la expectativa de una persona con respecto a la ocurrencia de un cierto evento sobre la base de la información relevante que esa persona posea. Sólo por mencionar uno de estos ejemplos, consideremos aquel en el cual se supone que tenemos tres urnas, de las cuáles sólo sabemos que una contiene únicamente bolillas negras, y las otras dos sólo contienen bolillas blancas. Supongamos que se extrae una bolilla de la urna C y que deseamos conocer la

²⁷ Carnap, R. (1955), "Statistical and Inductive Probability", *The Structure of Scientific Thought*, Maden, E.H. (ed.), Houghton Mifflin Co., Boston, 1960

probabilidad de que sea negra. Si, en estas condiciones ignoramos cuál de las urnas es la que contiene sólo bolillas negras y cuáles contienen sólo bolillas blancas, entonces, como una bolilla negra sólo puede ser extraída de la primera urna -que podría ser A, B o C-, la probabilidad de extraer una bolilla negra es $1/3$. Pero si disponemos de la información de que la urna A sólo contiene bolillas blancas, entonces la incertidumbre sólo afecta a las urnas B y C, de modo que ahora la probabilidad de extraer una bolilla negra, sobre la base de esta nueva información, es de $1/2$. Finalmente, si disponemos de la información de que las urnas A y B sólo contienen bolillas blancas, entonces la probabilidad de extraer una bolilla negra asumirá el valor 1. Laplace agrega que de este mismo modo se explica cómo un mismo hecho narrado ante una concurrida asamblea logra diversos grados de credibilidad, de acuerdo con la cantidad de información relevante que previamente dispongan los oyentes²⁸.

Es evidente, entonces, que el concepto laplaciano de probabilidad debe ser interpretado en el sentido de la probabilidad lógica o inductiva que puede atribuirse a una hipótesis sobre la base de la evidencia disponible. Consideramos, pues, que es correcta la observación de Carnap acerca de que los partidarios de la interpretación frecuencial no advirtieron que es el concepto de probabilidad que propusieron era esencialmente diferente del concepto clásico de Laplace. Esta circunstancia es evidente sobre todo en el caso de Reichenbach, quien, como ya señalamos no incluyó a Laplace dentro de los precursores de la interpretación lógica sino que, al presuponer que el concepto clásico es sólo una versión primitiva y defectuosa del concepto frecuencial de probabilidad, lo considera como precursor de esta última interpretación. Y, como luego discutiremos, creemos que esto se debe a que Reichenbach sostuvo, a diferencia de Carnap, que el concepto lógico de probabilidad no era esencialmente diferente del frecuencial.

Aunque tanto los defensores de la interpretación estadística o frecuencial como los de la interpretación lógica o inductiva presentaron estas concepciones como superadoras de las deficiencias de la primitiva interpretación clásica, es importante señalar que aquellas tampoco están exentas de dificultades. Por ejemplo, se ha cuestionado la interpretación frecuencial sobre la base de que, si se adopta esta interpretación, no parece posible -al menos en principio- dar cuenta del significado de los enunciados probabilísticos no numéricos, ni de los numéricos que hacen referencia a un acontecimiento particular o aislado, en lugar de referirse a clases de acontecimientos o sucesiones de eventos. Además, la interpretación frecuencial no proporciona un valor unívoco de la probabilidad. Pues la frecuencia relativa depende de la clase de referencia en la que se determina, siempre que empleemos clases finitas. Así, para garantizar la univocidad, se trabaja con el valor límite al que se aproximan las frecuencias relativas. Pero, en rigor, la introducción del límite tampoco garantiza la univocidad, pues hay series que tienen más de un punto de acumulación y que pueden construirse fácilmente superponiendo series que converjan hacia diferentes límites.

²⁸ Laplace, P, *Essai philosophique sur les probabilités*, 1814. Trad cast.: *Ensayo filosófico sobre las probabilidades*, Alianza, Madrid, 1985, p.30.

Precisamente estos inconvenientes de la interpretación frecuencial son los que ponen de manifiesto cómo surge el problema de la inducción cuando se trabaja con series empíricas. Pues, en este caso, se pone en evidencia el hecho de que no tenemos certeza de la existencia ni de la unicidad de un valor límite para las frecuencias relativas correspondientes a estas series. Para demostrar la existencia del límite en sucesiones de extensión finita, tales como las que se presentan en la práctica, en *Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung* -de 1919- von Mises formuló el concepto de colectivo que, en su expresión más simple, define la secuencia de resultados de una serie de pruebas cada una de las cuales admite sólo dos resultados posibles y que se repiten en igualdad de condiciones.

Von Mises definió la probabilidad como límite de la frecuencia relativa en un colectivo y postuló el denominado "axioma de aleatoriedad", que afirma que el límite de una característica determinada dentro de una clase de referencia dada permanece invariable si se extrae arbitrariamente de la serie total cualquier serie parcial igualmente infinita y se considera sólo ésta última. De este modo, se supone que la pertenencia o no pertenencia de un acontecimiento a una clase parcial se decide con independencia del resultado de una prueba determinada. Así se excluye la posibilidad de hacer una selección según la característica cuya frecuencia relativa se investiga, pues ella no dejaría invariable el valor del límite.

Sin embargo, Popper ha cuestionado esta propuesta, porque requiere la adopción de dos axiomas que este autor considera mutuamente incompatibles, dando origen a lo él llamó "el problema fundamental del azar". En efecto, en la propuesta de von Mises es necesario apelar al denominado "axioma de convergencia o del límite". Este axioma postula la tendencia hacia un valor límite definido de una sucesión de frecuencias relativas cuando crece la sucesión de eventos, pese a las fluctuaciones de las frecuencias. Pero, según Popper, es imposible satisfacer simultáneamente este postulado y el axioma de aleatoriedad. En otras palabras, la objeción de Popper podría plantearse de este modo: ¿es admisible aplicar el concepto matemático de límite, o de convergencia, a una sucesión que por su definición -dada por el axioma de aleatoriedad- no puede estar sujeta a ninguna regla o ley, si el límite matemático es la propiedad característica de la regla o ley que determina la sucesión?

A diferencia de von Mises, Reichenbach prescinde del principio de aleatoriedad porque considera que el límite de la frecuencia relativa registrada en una sucesión finita puede adoptarse como la mejor estimación del valor límite al que tiende la frecuencia relativa en una sucesión infinita -si es que tal valor existe-. Pues una errónea equiparación precipitada de una frecuencia relativa determinada con un cierto valor límite, se descubriría como errónea prolongando la serie de las frecuencias relativas, de modo tal que, según Reichenbach, este método es autocorrectivo. Sin embargo, podría objetarse que no es posible establecer cuándo una muestra es suficientemente extensa, así que no podemos saber si es razonable aceptar una generalización en un cierto momento sobre la base de la evidencia disponible en ese momento. Además, parecería que debe especificarse el orden en que deben disponerse los términos de la serie infinita, ya que una alteración de ese orden podría causar cambios en el valor límite al que tiende la frecuencia relativa. Sin embargo, no consideramos relevante tal orden cuando formulamos una generalización.

No obstante, para responder la primera de estas dos críticas, es importante recordar que Carnap sostuvo que un enunciado de probabilidad estadística o frecuencial hace referencia a una situación objetiva, por ejemplo, un estado de un sistema físico, biológico o social. Por eso el concepto de probabilidad estadística fue empleado en enunciados referidos a situaciones concretas o leyes que expresan regularidades generales de tales situaciones. La probabilidad estadística es, entonces, una cierta característica física cuantitativa de los sistemas físicos y, como cualquier otra magnitud física, debe ser establecida empíricamente, mediante observaciones. En este caso, las observaciones son de naturaleza estadística.

Carnap señala que, si alguien pudiera conocer el microestado presente de, por ejemplo, un dado en términos de distribuciones de partículas y de campos, y conociera además las leyes relevantes, podría mediante cálculos puramente matemáticos encontrar no sólo la temperatura actual, la conductividad, etc. del dado sino además la probabilidad de que salga un as cuando se lo deja bajo ciertas condiciones especificadas. Pero como el microestado actual es desconocido se plantea el problema de cómo testear un enunciado acerca de la probabilidad de alguno de sus resultados, de cómo confirmar o disconfirmar tal enunciado. Carnap sostiene que en el caso de la probabilidad estadística la respuesta no es fundamentalmente diferente de la que damos en el caso de las demás magnitudes físicas. Un enunciado de probabilidad estadística o frecuencial se testea mediante experimentos que permiten observar los fenómenos conectados con la magnitud física en cuestión.²⁹

Por ejemplo, para testear un enunciado de probabilidad acerca de un resultado de arrojar un dado, determinamos la frecuencia relativa de ese resultado en una serie suficientemente larga de tiros del dado. Esta frecuencia relativa no es en sí misma la probabilidad, sino que es más bien una consecuencia del estado probabilístico del dado. Pero es una consecuencia que es observable y por eso puede servirnos como un síntoma de ese estado probabilístico, del mismo modo como la expansión de la columna de mercurio de un termómetro no es en sí misma la temperatura sino una consecuencia observable del estado térmico de un sistema físico. Y por eso es un medio apropiado para testear enunciados acerca de la temperatura.

Esto le permite a Carnap dar respuesta a la objeción recién comentada acerca de que el concepto de probabilidad estadística plantea la dificultad de que ninguna serie finita de, por ejemplo, tiros de un dado es suficiente para determinar a probabilidad de un cierto resultado con absoluta precisión y certeza. Pues, de acuerdo con Carnap, la respuesta a la pregunta "¿cuán larga debe ser la serie de, por ejemplo, tiros con el dado para determinar la probabilidad de un cierto resultado?" es la misma que la respuesta a la pregunta "¿cuán preciso tiene que ser el termómetro que debemos usar para medir la temperatura?". En ambos casos, la respuesta depende del tiempo y dinero disponibles, y del grado de precisión deseados. Es decir, la respuesta a estas preguntas varía en función de las

²⁹ Carnap, R., "Inductive Logic and Science", *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, vol. 80, n°. 3, 1953.

ventajas teóricas y prácticas esperables de una elevada precisión. Cuanto más exacto sea el termómetro y más larga la serie de tiros se obtendrá una mayor precisión, pero en ninguno de los dos casos existe el procedimiento perfecto.

En suma, Carnap considera que los enunciados probabilísticos, como los estrictamente universales, pueden recibir cierto grado de confirmación a partir de la evidencia empírica, empleando la lógica inductiva. También Reichenbach sostuvo que, similarmente a lo que sucede en el caso de cualquier otra hipótesis científica, puede asignarse un cierto grado de probabilidad a los enunciados probabilísticos. Pero consideraba que para efectuar tal asignación debemos proceder del mismo modo que cuando atribuimos una probabilidad a un evento aislado o no repetible. Sin embargo, como veremos luego, el modo en que Reichenbach interpreta los enunciados probabilísticos referidos a acontecimientos aislados o no repetibles presenta varias dificultades.

Por otra parte, Kneale objetó la interpretación frecuencial de los casos límites de la probabilidad como certeza e imposibilidad, pues de acuerdo con esta interpretación, el máximo valor de probabilidad es compatible con la circunstancia de que el acontecimiento en cuestión no se produzca en muchas ocasiones. Y el mínimo valor de probabilidad es compatible con la circunstancia de que el acontecimiento al cual se le atribuye ese valor se produzca muchas veces. Pero sólo llamamos imposible a un acontecimiento que creemos que no se produce nunca. Esta objeción podía eludirse arguyendo que en ella se emplea el término "probable" en el sentido corriente y que no es necesario proceder de este modo. Sin embargo, la coincidencia con el significado que adquiere la palabra "probable" en su empleo en los lenguajes naturales podría considerarse una condición de adecuación del concepto de probabilidad.

Se ha cuestionado, también, que la concepción frecuencial no puede resolver la dificultad que plantea la interpretación de las probabilidades de segundo grado empleadas en algunos teoremas del cálculo de probabilidades, como el de Bernoulli. En efecto, para hacerlo, la concepción frecuencial tendría que postular series de series -o colectivos de colectivos, en la terminología de von Mises-. Pero es dudoso que podamos determinar probabilidades de segundo grado porque no podemos comprobar si una serie determinada de números empíricamente dados tiene un límite, de modo que más difícil aun sería determinar las frecuencias relativas de tales límites. Y si se argumenta que los valores de tales frecuencias podrían establecerse con una cierta probabilidad, se incurriría en una circularidad en el caso de que se interprete toda probabilidad como frecuencia relativa. Pero si se abandona la utilización del límite para evitar tales dificultades, se presenta otro problema por razón del cual precisamente se introdujo el concepto de límite: el cálculo de probabilidades no provee un resultado unívoco pues los valores calculados dependen del colectivo utilizado. De modo tal que la única solución posible sería, como luego argumentaremos, no interpretar las probabilidades de segundo grado como frecuencias relativas sino en términos del concepto de probabilidad lógica o inductiva.

Por su parte, la interpretación lógica del concepto de probabilidad también debió enfrentar varias dificultades, relacionadas en su mayoría con el clásico principio de indiferencia. Señalamos ya que Keynes, por ejemplo, rechazó la formulación clásica de este principio, y, en consecuencia, debió resignar la posibilidad de asignar valores numéricos a

la probabilidad de hipótesis en la mayor parte de los casos. En cambio, H. Jeffreys aunque coincidía con Keynes en la necesidad de rechazar la interpretación frecuencial de la probabilidad y adoptar el enfoque lógico, creía posible asignar valores numéricos a la probabilidad, especialmente en los casos en que es posible aplicar la estadística matemática. Jeffreys intentó resolver los mismos problemas que los estadísticos partidarios de la interpretación frecuencial, pero aplicando la concepción de la probabilidad como una relación lógica. Y para hacerlo presentó su concepción en una versión axiomática dentro de la cual adoptó un axioma semejante al principio de indiferencia. Este axioma asignaba el mismo valor de probabilidad a aquellas proposiciones que, de acuerdo con los elementos de juicio disponibles, se consideraban igualmente probables.

Jeffreys también empleó este axioma para asignar un valor de probabilidad a las hipótesis científicas, pero interpretándolo de modo tal que autorizaría a asignar una probabilidad de 1/2 a aquellas hipótesis con respecto a las cuales no tenemos elementos de juicio suficientes para decidir si son verdaderas o falsas. Carnap objetó la legitimidad de semejante empleo del principio de indiferencia, ya que asignar iguales probabilidades cuando desconocemos los méritos propios de dos hipótesis rivales es un proceder injustificable. Una asignación como ésta sólo puede hacerse en los casos en que hay algún tipo de simetría en las características lógicas o físicas de la situación en estudio, de lo contrario podríamos incurrir en inconsistencias.

Para ilustrar esta dificultad, consideremos los predicados que designamos con las constantes "P", "Q" y "R" como definitorios de las clases P, Q y R tales que P está incluida en Q y, a su vez, Q está incluida en R. Y supongamos que carecemos de razones suficientes para creer que cualquiera de las hipótesis que enumeramos a continuación son verdaderas o para creer que son falsas:

$$(1) \quad \forall x (Rx \wedge Sx) \qquad (2) \quad \forall x (Qx \wedge Sx) \qquad (3) \quad \forall x (Px \wedge Sx).$$

En estas circunstancias, de acuerdo con la interpretación que Jeffreys le da a su axioma, podríamos asignar una probabilidad de 1/2 a cada una de estas hipótesis. Pero las hipótesis (1), (2) y (3) se relacionan lógicamente entre sí de modo tal que (1) se deduce de (2) y (2) se deduce de (3). Pues como la clase P está incluida en Q, y esta última está incluida en la clase R, entonces podemos afirmar $\Lambda x(Px \rightarrow Qx)$, $\Lambda x(Qx \rightarrow Rx)$, y $\Lambda x(Px \rightarrow Rx)$. Pero si la hipótesis (1) se deduce de (2) y (2) se deduce de (3), entonces la hipótesis (3) es menos probable que (2), y la hipótesis (2) es menos probable que (1). En consecuencia, las hipótesis (1), (2) y (3) no pueden ser igualmente probables.

Este ejemplo pone de manifiesto cómo, con la introducción del principio de indiferencia, Jeffreys torna inconsistente el sistema axiomático que había formulado. Pero Carnap señala que este defecto no puede eliminarse omitiendo el principio de indiferencia, pues este principio juega un rol esencial en el sistema de Jeffreys. En consecuencia, si se elimina este principio no podrían derivarse muchos importantes resultados que sí se derivan del sistema original.

Pese a su cuestionamiento de la obra Jeffreys, Carnap reconoce que tanto este autor como Keynes fueron los precursores la concepción de la probabilidad lógica que él mismo sostiene, y que formuló a partir de los resultados de ambos así como de las herramientas de la lógica simbólica. Así, Carnap desarrolla una lógica inductiva, entendida como una teoría de los principios que rigen las inferencias inductivas -en el sentido amplio de razonamientos no deductivos o no demostrativos-. Esta lógica inductiva se basa en el concepto de probabilidad lógica o grado de confirmación de una hipótesis o conclusión sobre la base de la evidencia o las premisas dadas.³⁰

Carnap consideraba que brindar una reconstrucción racional de la práctica inductiva cotidiana es una condición necesaria para mostrar la plausibilidad de los argumentos inductivos. Y, para alcanzar su propósito de construir un sistema de lógica inductiva que permita llevar a cabo una reconstrucción racional de los procedimientos inductivos que usamos en la vida diaria y en la práctica científica cuando argumentamos inductivamente, Carnap elabora un lenguaje formalizado en términos del cual deberán formularse las premisas y la conclusión de las inferencias inductivas a analizar. Pero una de las limitaciones de la obra de Carnap es que el sistema de lógica inductiva que formuló en *Logical Foundations of Probability* -tal como el mismo lo señala- no es aplicable a todo el lenguaje de la ciencia, que incluye magnitudes cuantitativas como masa, temperatura, etc., sino que sólo es aplicable a lenguajes más simples.

La construcción de este lenguaje formalizado L permite que a cada una de las fórmulas de dicho lenguaje se le pueda asignar un número racional perteneciente al intervalo [0,1] que representa la medida del ámbito o rango de la fórmula en cuestión, es decir, una medida de la clase de descripciones de estado en las cuales esa fórmula es verdadera. Las descripciones de estado describen situaciones o estados de cosas lógicamente posibles en términos de las fórmulas de L, de un modo tal que no se presenta aquí la dificultad que se planteaba en la interpretación clásica de que cada alternativa considerada podía, a su vez, subdividirse en alternativas más determinadas. En efecto, una descripción de estado es una conjunción de proposiciones atómicas y negaciones de proposiciones atómicas admisibles en L tal que, para cada proposición atómica de L, una descripción de estado la contiene o a ella o a su negación pero no a ambas. En consecuencia, dentro del sistema lingüístico al que pertenece, una descripción de estado no puede resolverse en alternativas más determinadas. Así, Carnap evita la dificultad que Keynes señala en la interpretación clásica, refiriéndose a un sistema lingüístico que sólo tiene un número finito de predicados primitivos, de modo tal que el desdoblamiento de las alternativas termina cuando se acaban los predicados del sistema lingüístico tomado como base.

Para ilustrar la propuesta de Carnap, consideremos un lenguaje formalizado L con el cual describimos un universo compuesto sólo por tres individuos, a, b y c, los cuales pueden o no presentar una única propiedad P. En estas circunstancias, las fórmulas que componen el lenguaje L serán seis:

$$Pa, \quad \neg Pa, \quad Pb, \quad \neg Pb, \quad Pc, \quad \neg Pc.$$

³⁰ Carnap. R., *Logical Foundations of Probability*, Chicago, University of Chicago Press, 1950.

Con tales fórmulas es posible formular 8 descripciones de estado, cada una de las cuales describen situaciones lógicamente posibles en términos las fórmulas del lenguaje L. Las descripciones de estado tienen dos propiedades esenciales, una de ellas es que cualquier par de descripciones de estado son mutuamente inconsistentes. La segunda es que la disyunción de todas las descripciones de estado constituye una tautología. En este ejemplo las descripciones de estado serán ocho:

$$Z1 = Pa \wedge Pb \wedge Pc$$

$$Z2 = \neg Pa \wedge Pb \wedge Pc$$

$$Z3 = \neg Pa \wedge \neg Pb \wedge Pc$$

$$Z4 = \neg Pa \wedge \neg Pb \wedge \neg Pc$$

$$Z5 = Pa \wedge \neg Pb \wedge \neg Pc$$

$$Z6 = Pa \wedge Pb \wedge \neg Pc$$

$$Z7 = Pa \wedge \neg Pb \wedge Pc$$

$$Z8 = \neg Pa \wedge Pb \wedge \neg Pc.$$

Determinemos el rango de algunas de las 6 fórmulas que pueden formularse en L. Como el rango de una fórmulas es la clase de descripciones de estado en las cuales esa fórmula es verdadera, el rango de la fórmula Pa es $R(Pa) = \{Z1, Z5, Z6, Z7\}$, es decir, $R(Pa) = (Pa \wedge Pb \wedge Pc) \vee (Pa \wedge \neg Pb \wedge \neg Pc) \vee (Pa \wedge Pb \wedge \neg Pc) \vee (Pa \wedge \neg Pb \wedge Pc)$. Y el rango de la fórmula Pc es $R(Pc) = \{Z1, Z2, Z3, Z7\}$.

Si postulamos que a cada descripción de estado, a cada mundo lógicamente posible y describable en términos del lenguaje L³¹ le corresponde la misma chance, como tenemos ocho descripciones de estado, cada una de ellas tendrá asignada una chance de 1/8. Esto es una convención que, como posteriormente veremos, será discutida en función de la conveniencia de adoptarla o no. Ahora, entonces, podemos establecer una medida para los ámbitos de las fórmulas de L, porque los ámbitos son disyunciones de descripciones de estado. Por eso, para calcular la medida de cada ámbito consideramos la sumatoria de los valores correspondientes a la chance asignada a cada una de las descripciones de estado que lo constituyen.

Carnap demuestra que todo enunciado de este sistema L es lógicamente equivalente a su ámbito, y define la función M que a cada fórmula de L le asigna un valor que es el correspondiente al ámbito de dicha fórmula. Estos valores son números pertenecientes al intervalo de números racionales [0,1]. Por ejemplo, como Pa es una fórmula verdadera en cuatro de las descripciones de estado de L, y a cada una de ellas le asignamos el valor 1/8, entonces la medida del ámbito de Pa será $M(R(Pa)) = 1/8 + 1/8 + 1/8 + 1/8 = 1/2$. Entonces, la función M le hará corresponder el

³¹ En *Introduction To Semantics* Carnap afirma que la noción de descripción de estado es una rigorización, relativa a un lenguaje, de la idea leibniziana de mundo posible.

valor $1/2$ a la fórmula Pa , pues Carnap demostró que Pa es lógicamente equivalente a $R(Pa)$, así que sus medidas serán coincidentes, es decir: $M(Pa) = M(R(Pa))$.

Mediante esta función de medida M , que a cada fórmula de L le asigna una medida de su ámbito, Carnap define una función de confirmación C de modo tal que dadas dos fórmulas x e y del lenguaje L , la confirmación que la fórmula y le otorga a la fórmula x se obtiene como el cociente $C(x,y) = M(x \wedge y) / M(y)$. Luego, Carnap elabora un sistema axiomático eligiendo ciertas relaciones inductivas como axiomas y deduciendo a partir de ellas otras relaciones inductivas o propiedades de relaciones inductivas como teoremas. Como C ha sido definida de modo tal que satisface los mismos teoremas que la función probabilidad, entonces ambas son formalmente equivalentes, y, en consecuencia, podremos decir que C indica la probabilidad de x con respecto a y .

Carnap sostiene que si reconocemos que los enunciados de probabilidad inductiva son de carácter lógico y no empírico, es posible responder al problema que plantea el principio de razón insuficiente o de indiferencia, que es uno de los principios básicos de la probabilidad inductiva³². Recordemos que este principio afirma que, si la evidencia no proporciona razones que pudieran favorecer uno entre dos o más eventos posibles, entonces esos eventos tienen igual probabilidad con respecto a esa evidencia. Por eso, frecuentemente se cuestiona que este principio premia la ignorancia, ya que si no se conoce algo acerca de las posibles alternativas, entonces el principio permite formular ciertas afirmaciones sobre ellas, pero si conocemos ciertas cosas, entonces el principio no permite hacer tales afirmaciones. Y, como derivar enunciados a partir de la ignorancia parecè absurdo, sería desatinado aplicar este procedimiento a enunciados fácticos.

Sin embargo, Carnap señala que si reconocemos que el principio de indiferencia tiene un status lógico se pone en evidencia que la equiprobabilidad que afirma significa nada más que hay una simetría lógica de la situación cognoscitiva del observador con respecto a dichos eventos. Las afirmaciones de equiprobabilidad a las que da lugar el principio de indiferencia, como cualquier enunciado acerca de probabilidad inductiva, no son enunciados fácticos, sino lógicos. Es decir que el principio de indiferencia afirma que, si el conocimiento que posee el observador no favorece uno de los posibles eventos sobre los demás, entonces, con respecto al conocimiento que posee el observador considerado como evidencia, los eventos son igualmente probables. De este modo, el enunciado que asigna iguales probabilidades no hace ninguna afirmación acerca de hechos sino meramente acerca de las relaciones lógicas entre la evidencia dada y cada una de las hipótesis, afirma que estas relaciones son lógicamente similares. Y estas relaciones son obviamente similares si la evidencia tiene una estructura simétrica con respecto a los posibles eventos.

Carnap sostiene que la idea básica del antiguo principio de indiferencia es correcta, pero no tiene dudas de que muchas de las aplicaciones de dicho principio fueron incorrectas y que algunas de las conclusiones de allí derivadas eran absurdas. Sin embargo, este autor considera que el objetivo que perseguían los pioneros clásicos era

legítimo. Esto lo conduce no al abandono de la concepción clásica, sino a la formulación un concepto exacto del grado de confirmación que explique la concepción clásica de la probabilidad inductiva sobre un fundamento más sólido. Es por eso que afirma que una de las cuestiones fundamentales que deben decidirse en cualquier teoría de la inducción es la de la aceptación o rechazo del principio de indiferencia, y en el caso de que se lo acepte, debe decidirse qué formulación del mismo es la más apropiada. Dicha formulación debería ser lo suficientemente fuerte como para permitir la derivación de los teoremas deseados pero, al mismo tiempo, debería ser lo suficientemente restringida como para evitar las contradicciones que se presentaban en la formulación clásica.

Así, para fundamentar la lógica inductiva sin incurrir en las contradicciones de la teoría clásica, Carnap propone considerarla no como una teoría interpretada -como lo habían hecho los autores clásicos- sino como un sistema axiomático no interpretado en el que el concepto de equiposibilidad sería un concepto primitivo sobre el cual se funda luego la definición clásica de probabilidad³². Pero ahora ésta sería una definición axiomática no interpretada que regula el empleo del concepto de probabilidad dentro del sistema axiomático y no una definición explícita, estando el sistema axiomático así obtenido libre de contradicción. Además, en lugar de suponer la equiposibilidad de las alternativas o resultados posibles de un experimento aleatorio -como lo hace el principio de razón insuficiente- Carnap postula, en principio, la equiposibilidad de las descripciones de estado. Posteriormente, este autor sustituye la suposición de la equiposibilidad de las descripciones de estado por la de la equiposibilidad de las descripciones de estructura. A diferencia de una descripción de estado, una descripción de estructura indica cuántos individuos poseen una cierta propiedad y cuántos no la poseen, sin especificar de qué individuos se trata. Para comprender las razones que motivaron el abandono de la formulación clásica del principio de indiferencia o de razón insuficiente, y su reemplazo por la postulación de la equiposibilidad de las descripciones de estado, y luego, por la de la equiposibilidad de las descripciones de estructura, expondremos, a continuación, un ejemplo proporcionado por el propio Carnap.

Consideremos un conjunto de cuatro individuos, por ejemplo, cuatro bolillas contenidas en una urna, que pueden clasificarse de acuerdo con dos propiedades mutuamente excluyentes, como la propiedad de ser una bolilla blanca y la de ser una bolilla negra. En estas circunstancias, podemos especificar 16 distribuciones individuales -o descripciones de estado- cada una de las cuales asigna una de las dos propiedades a cada uno de los cuatro individuos. Así, en la distribución individual nº 3 la primera, segunda y cuarta bolillas son negras y la tercera es blanca. Pero también podemos determinar, en este caso, 5 distribuciones estadísticas -o descripciones de estructura- cada una de las cuales establece sólo el número de individuos que tiene una de las propiedades o la otra, pero no cuáles de ellos las tienen. Así, la distribución estadística nº 2 establece que hay tres bolillas negras y una blanca, pero no especifica cuáles individuos son blancos y cuáles son negros.

³² Carnap, R, "Inductive Logic and Science", *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, vol. 80, nº. 3, 1953.

³³ Carnap, R, *Logical Foundations of Probability*, Chicago, University of Chicago Press, 1950.

Distribuciones estadísticas (hay 5)		Distribuciones individuales (hay 16)	Primer método Probabilidades iniciales de distribuciones individuales	Segundo Método	
Nº de negras	Nº de blancas			Probabilidades iniciales de distribuciones estadísticas	Probabilidades iniciales de distribuciones individuales
4	0	1 NNNN	1/16	1/5	$1 \times 1/5 = 12/60$
3	1	2 NNNB	1/16	1/5	$1/4 \times 1/5 = 1/20 = 3/60$
3	1	3 NNBN	1/16	1/5	$1/4 \times 1/5 = 1/20 = 3/60$
3	1	4 NBNN	1/16	1/5	$1/4 \times 1/5 = 1/20 = 3/60$
3	1	5 BNNN	1/16	1/5	$1/4 \times 1/5 = 1/20 = 3/60$
2	2	6 NNBB	1/16	1/5	$1/6 \times 1/5 = 1/30 = 2/60$
2	2	7 NBNB	1/16	1/5	$1/6 \times 1/5 = 1/30 = 2/60$
2	2	8 NBBN	1/16	1/5	$1/6 \times 1/5 = 1/30 = 2/60$
2	2	9 BNNB	1/16	1/5	$1/6 \times 1/5 = 1/30 = 2/60$
2	2	10 BNBN	1/16	1/5	$1/6 \times 1/5 = 1/30 = 2/60$
2	2	11 BBNN	1/16	1/5	$1/6 \times 1/5 = 1/30 = 2/60$
1	3	12 NBBB	1/16	1/5	$1/4 \times 1/5 = 1/20 = 3/60$
1	3	13 BNBB	1/16	1/5	$1/4 \times 1/5 = 1/20 = 3/60$
1	3	14 BBNB	1/16	1/5	$1/4 \times 1/5 = 1/20 = 3/60$
1	3	15 BBBN	1/16	1/5	$1/4 \times 1/5 = 1/20 = 3/60$
0	4	16 BBBB	1/16	1/5	$1 \times 1/5 = 12/60$

Carnap define la probabilidad inicial, o probabilidad a priori de una hipótesis como su probabilidad antes de que se disponga de cualquier conocimiento fáctico referido a los individuos a los que se refiere -en este caso, a las bolillas-. La suma de las probabilidades iniciales asignadas a cada distribución individual tiene que tener por resultado la unidad. A continuación, es necesario determinar si algunas de las posibles asignaciones de probabilidad inicial a cada una de las distribuciones individuales -o descripciones de estado- son preferibles a otras. Una elección cualquiera de entre todas las formas posibles de seleccionar tales asignaciones constituye un método inductivo. Pues tal elección conduce a un único sistema de valores probabilísticos que incluye tanto las probabilidades iniciales de cualquier hipótesis referida a los individuos y a las propiedades dadas en cada caso, como las probabilidades de cualquiera de estas hipótesis con respecto a cualquier evidencia. En efecto, para cualquier enunciado dado podemos determinar cuáles distribuciones individuales están de acuerdo con él. Por ejemplo, el enunciado "entre las primeras tres bolillas hay exactamente una blanca" es verdadero en el caso de las distribuciones individuales -o descripciones de estado- nº 3, nº 4, nº 5, nº 6, nº 7, y nº 9. Entonces, a este enunciado podemos asignarle una probabilidad inicial igual a la suma de las probabilidades iniciales de las distribuciones individuales que están de acuerdo con él.

Supongamos, ahora, que la evidencia está constituida por un enunciado e: "La primer bolilla es negra, la segunda es blanca y la tercera es negra" y que la hipótesis afirma h: "La cuarta bolilla es blanca". En tal caso, el enunciado e es verdadero en las descripciones de estado nº 4 y nº 7 -en otras palabras, el enunciado e está de acuerdo con el estado de cosas posible descrito en las distribuciones individuales nº 4 y nº 7-. Y el enunciado h es verdadero en la descripción de estado nº 4. En consecuencia, la suma de las probabilidades iniciales de las distribuciones nº 4 y nº 7, que son las que verifican e, determina la probabilidad inicial de e. Y la probabilidad inicial de la distribución nº 4 determina la probabilidad inicial de que h y e sean verdaderas ambas. Pero como esta última es una parte de la primera, la última probabilidad inicial es una parte de la primera probabilidad inicial. Entonces dividimos la última probabilidad inicial -la de que h y e sean verdaderas- por la primera -la probabilidad de que e sea verdadera- y asignamos la fracción resultante a h como su probabilidad relativa con respecto a e.

Para poner en evidencia el rol que juega la formulación del principio de indiferencia que se elija en el problema de la elección de un método inductivo apropiado, en este ejemplo se asignan los valores de la probabilidad inicial según dos métodos diferentes. En el método I, los valores de probabilidad inicial para cualquiera de las distribuciones individuales -o descripciones de estado- es $1/16$. Así, si suponemos la equiposibilidad de las descripciones de estado, la probabilidad inicial de e -que es la suma de las probabilidades iniciales de las distribuciones individuales nº 4 y nº 7- es $2/16$. La probabilidad inicial de h y e juntas -que es la probabilidad inicial de la descripción de estado nº 4- es $1/16$. Y, si dividimos el primer valor por el segundo obtenemos que la probabilidad de h con respecto a e es $1/2$. En cambio, el método II postula la equiposibilidad de las descripciones de estructura -o distribuciones estadísticas-. Entonces, de acuerdo con el método II, la probabilidad inicial de la distribución individual nº 4 es $3/60$, y la probabilidad inicial de la distribución individual nº 7 es $2/60$. De modo que la probabilidad inicial de e es $5/60$, la probabilidad de h y e juntas es $3/60$ y, en consecuencia, la probabilidad de h con respecto a e será $3/5$.

Carnap señala que casi todos los autores contemporáneos creen que el principio de indiferencia o razón insuficiente debe estar restringido a una clase bien definida de hipótesis. Pero no hay acuerdo acerca de cómo debe ser elegida dicha clase, aunque muchos autores optan por el método I o por el método II. El método I consiste en aplicar el principio de indiferencia a las distribuciones individuales, es decir, asignar iguales probabilidades iniciales a cada una de las descripciones de estado posibles. En el método II el principio de indiferencia es aplicado primero a las distribuciones estadísticas y luego, en cada distribución estadística, es aplicado a las distribuciones individuales correspondientes. Por eso se les asigna las mismas probabilidades iniciales a cada una de las cinco distribuciones estadísticas -cuyo valor es, en consecuencia, $1/5$ - y luego este valor es distribuido en partes iguales entre las distribuciones individuales correspondientes.

Pero cada uno de estos dos modos de usar el principio de indiferencia da lugar a contradicciones si fuera aplicado sin restricciones a todas las divisiones de propiedades imaginables. Por ejemplo, con respecto a los individuos

del ejemplo anterior consideremos ahora la división en dos propiedades D_2 : bolillas azules y bolillas blancas, y la división en tres propiedades D_3 : bolillas azul oscuro, bolillas azul claro y bolillas blancas. Si tenemos el enunciado h que afirma que las cuatro bolillas son blancas, entonces, para ambas divisiones ocurre que este enunciado h es verdadero en el caso de una distribución individual -o descripción de estado- como la n° 16 y de una distribución estadística -o descripción de estructura- como la n° 5. De acuerdo con la división D_3 habría 15 distribuciones estadísticas diferentes -una de las cuales es BBBB- y 81 distribuciones individuales. Si ahora aplicamos el método I para la D_2 , encontramos que la probabilidad inicial de h es $1/16$, pero si lo aplicamos a D_3 la probabilidad inicial de h será $1/81$, y estos dos resultados son incompatibles. Y si aplicamos el método II a la división D_2 obtenemos que la probabilidad inicial de h es $1/5$ -pues h es una de las 5 distribuciones estadísticas y es una de las que sólo contiene una distribución individual. Pero si aplicamos el método II a la división D_3 obtendremos que la probabilidad de h es $1/15$ -pues h es una de las 15 distribuciones estadísticas y es una de las que sólo tiene una distribución individual. Y estos resultados son mutuamente incompatibles.

Esta dificultad motivó a Carnap a restringir el uso del principio de indiferencia a una división que contenga todas las propiedades que puedan ser distinguidas en un universo del discurso dado -o que deseemos distinguir en un determinado contexto de investigación-. En nuestros ejemplos, la diferencia entre bolillas blancas y negras tendría que ser la única diferencia o al menos la única diferencia relevante con respecto a una determinada investigación.

Carnap considera que el principal error de los autores clásicos radica en no haber especificado explícitamente cuál es la principal característica de un método inductivo razonable, aunque esta característica no es difícil de encontrar³⁴. El pensamiento inductivo es un modo de juzgar hipótesis relativas a eventos desconocidos y, para que sea razonable, este juicio debe estar guiado por nuestro conocimiento de los eventos observados. Carnap afirma que este principio de aprender de la experiencia guía -o podría guiar- todo pensamiento inductivo en los asuntos cotidianos y en la ciencia. Así, nuestra confianza en que un cierto medicamento podría ayudar en un caso presente de una cierta enfermedad es mayor cuanto más frecuentemente lo haya hecho en ocasiones pasadas. El principio de aprender de la experiencia parece tan obvio que podría parecer superfluo enfatizar su importancia explícitamente. Sin embargo, de acuerdo con Carnap, muchos autores importantes han defendido un método inductivo que viola este principio.

En efecto, si examinamos los métodos I y II desde el punto de vista del aprendizaje de la experiencia veremos que el primero no cumple con este principio. Sin embargo, según Carnap, este método fue defendido por Peirce, Wittgenstein y aún por Keynes en uno de los capítulos de su obra, aunque en otros capítulos de la misma enfatiza la necesidad de aprender de la experiencia. Así, en el ejemplo anterior, la evidencia e decía que de las cuatro bolillas la primera era negra, la segunda blanca y la tercera negra, o sea que habría dos bolillas negras y una blanca en la

³⁴ Carnap, R. (1955), "Statistical and Inductive Probability", *The Structure of Scientific Thought*, Maden, E.H. (ed.), Houghton Mifflin Co., Boston, 1960

muestra ya observada. Entonces, de acuerdo con el principio de que debemos aprender de la experiencia, la hipótesis h que afirma que las cuatro bolillas serán negras debe ser considerada como más probable que su negación. Sin embargo, el método I asigna una probabilidad de $1/2$ a la hipótesis h , y por lo tanto una probabilidad $1/2$ a la negación de h . Y este método asignará el mismo valor a h cualquiera sea la evidencia que se considere, puesto que asigna el mismo valor a cada una de las descripción de estado posibles. En consecuencia, el método I viola el principio de que debemos aprender de la experiencia, porque asigna una probabilidad inicial a una predicción independientemente de cuál sea la experiencia previa.

En cambio, el método II asigna a la hipótesis h la probabilidad $3/5$ con respecto a la evidencia ya mencionada -primer bolilla negra, segunda blanca, y tercera negra-. Y, entonces, a la negación de h le asigna la probabilidad $2/5$. Así en este caso se cumple el principio de que se debe aprender de la experiencia y, según Carnap, podría mostrarse que ocurre lo mismo en cualquier otro caso. Por ejemplo, con respecto a la evidencia de que las tres primeras bolillas fueron negras, la probabilidad inicial de h será $4/5$ y la de la negación de h será $1/5$. Pues, la probabilidad inicial de e es igual a la suma de las probabilidades iniciales de las distribuciones nº 1 y 2, es decir $1/5 + 1/20 = 1/4$. Y la probabilidad de h y e juntas es igual a la probabilidad de la primer distribución individual, es decir $1/5$. Si dividimos este último valor por el primero obtenemos $4/5$, que es la probabilidad de h con respecto a e .

Carnap afirma que el método propuesto por Bayes en 1763 y desarrollado por Laplace, denominado "regla de Bayes", también cumple el principio de aprender de la experiencia. Pues este método es esencialmente el método II -que fue propuesto por Carnap en 1945- pero en su forma no restringida, y por esa razón es inconsistente. Carnap encontró, posteriormente, que hay una cantidad infinita de métodos inductivos consistentes que satisfacen el principio mencionado, como lo explica en su obra de 1952 *The Continuum of Inductive Methods*. Y, aunque ninguno de ellos parece ser tan simple en su definición como el método II, algunos de ellos tienen otras ventajas.

Es importante señalar que Goodman objetó la propuesta de Carnap, cuestionando que presupone la independencia de los predicados con que se construyen las fórmulas admisibles de L . Es por esta razón que, si los predicados no fueran independientes, la medida de los ámbitos de las fórmulas en que éstos aparezcan y el cálculo de la probabilidad de una fórmula con respecto a la otra no podrá efectuarse en la forma indicada por Carnap. Esta circunstancia lo motivó a formular otros lenguajes L que admitieran formas elementales de relaciones entre predicados, pero se ha cuestionado que tales lenguajes no permitirían hacer una reconstrucción racional de la práctica inductiva propia de la ciencia, a causa de su escasa capacidad expresiva.

Una dificultad más seria que la anterior es la de que, en este sistema de lógica inductiva, todos los enunciados estrictamente universales tienen un grado de confirmación nulo. Con la intención de superar este problema, Carnap propuso varios lenguajes muy elementales en los cuales esta dificultad no se presenta. Pero, nuevamente, se ha discutido la utilidad efectiva de tales lenguajes, a causa de su incapacidad para permitir una reconstrucción racional de la práctica inductiva tal

como se la efectúa en términos del lenguaje científico real. La solución propuesta por Carnap exigiría que el conocimiento empírico prescindiera de la confirmación de hipótesis generales y se contentara con las confirmaciones de casos particulares. Pero esta propuesta fue criticada sobre la base de una interpretación que la considera equivalente a la postura de no reconocer que las hipótesis son indispensables para la ciencia. Por otra parte, tampoco es claro cuál es el significado que debe atribuírsele a los términos singulares en la teoría de Carnap. En particular, se discute si su empleo presupone hipótesis relativas a la existencia y unicidad de lo denotado, dado que estas suposiciones no son confirmables en este tipo de teorías. También se ha cuestionado la posibilidad de encontrar una interpretación de la confirmación de hipótesis que involucren predicados no monádicos y cuantificaciones mixtas en el contexto de su lógica inductiva.

A partir de 1965, Hintikka continuó la línea teórica de Carnap con la intención de elaborar un sistema de lógica inductiva que permitiera la confirmación de enunciados universales. En la concepción de Hintikka, contrariamente a lo que sucedía con la lógica inductiva carnapiana, el grado de confirmación en un dominio infinito de una generalización compatible con la evidencia disponible puede tender a 1 en el caso límite de que el número de observaciones tienda a infinito. De este modo, la propuesta de Hintikka permitiría fundamentar lógicamente la confianza racional del científico en ciertas hipótesis universales, y así rechazar la tesis de la dispensabilidad de las leyes científicas.

Es interesante señalar que, fundándose en la afirmación del propio Carnap de que la noción de descripción de estado es una rigorización -relativa a un lenguaje formalizado L- de la idea leibniziana de mundo posible, Hacking sostiene que la lógica inductiva de Carnap está fundada sobre supuestos similares a los de la metafísica de Leibniz. Hacking indica que la concepción leibniziana de probabilidad no es epistémica o subjetiva, sino que es identificable con la idea de posibilidad lógica, de consistencia o de falta de contradictoriedad. Y agrega que, en la doctrina metafísica leibniziana de la originación radical de las cosas, está implicada la noción de posibilidad como disposición o propensión a la existencia, al ser actual. Pues, así como los diversos mundos posibles concebidos por Dios se actualizan según su grado de posibilidad, las disposiciones o propensiones objetivas de los sucesos de nuestro mundo actual fundamentarían nuestras expectativas. Es decir que la probabilidad que le asignamos a la ocurrencia de dichos sucesos se sustenta, según Leibniz, en las propensiones o disposiciones objetivas de éstos.

No obstante, creemos que la tesis de Hacking que relaciona ambas concepciones podría a lo sumo afirmar la existencia de un vínculo entre el concepto leibniziano de probabilidad y la interpretación carnapiana de la probabilidad estadística en términos de disposiciones. Pero Carnap distingue claramente la probabilidad estadística de la probabilidad inductiva o lógica, y no lo hace de modo tal que pudiera pensarse que son sólo interpretaciones alternativas. Por el contrario, habría una diferencia radical entre ellas, a tal punto que Carnap lamenta que se emplee el mismo término para designar conceptos tan diversos. Y esta diversidad es de la misma índole que la existente entre cualquiera de las demás interpretaciones de la probabilidad y la probabilidad lógica o inductiva.

En este punto, consideramos importante tener en cuenta la distinción entre interpretaciones modales o no relacionales e interpretaciones relacionales de la probabilidad, y dentro de estas últimas, la diferencia entre concepciones epistémicas y ónticas de la probabilidad. Pues estas distinciones permiten identificar algunas diferencias entre las concepciones de Carnap y Leibniz. En las interpretaciones epistémicas -como la de Carnap-, la probabilidad es concebida como una relación entre una proposición y un cuerpo de conocimiento o conjunto de afirmaciones que constituyen su evidencia. En las interpretaciones ónticas -como la de Leibniz-, en cambio, la probabilidad no depende del conocimiento disponible sobre los fenómenos, sino sólo de ciertos rasgos propios de éstos. En las interpretaciones no relacionales o modales, las expresiones tales como "es probable", "es prácticamente seguro", etc. se conciben como calificativos modales de enunciados individuales. Contra esta interpretación se aduce, generalmente, que un enunciado de la forma "es probable que p", donde en lugar de "p" está ocupado por algún enunciado, no son oraciones completas y autocontenidas que puedan calificarse como verdaderas o falsas. Ya que, como sostienen los partidarios de la concepción relacional de la probabilidad, el enunciado que ocupa el lugar de "p" es verdadero o falso independientemente de todo elemento de juicio disponible, pero sólo puede calificarse como más o menos probable con respecto a la evidencia que se considere en cada caso. Según la interpretación modal, en cambio, la verdad y la falsedad -y no la deducibilidad y la contradicción- se asumen como casos límites de la probabilidad. En este sentido, Carnap y Morris han considerado que el origen de la interpretación modal es la confusión entre un uso lógico y uno pragmático de los conceptos de probabilidad y certeza la que da origen a la interpretación modal, que estos autores consideran inaceptable.

La relevancia del análisis de la tesis de Hacking se desprende del hecho de que la intención de Hacking al formular la tesis que discutimos es argumentar en contra de la posibilidad de una lógica inductiva, dados los incómodos compromisos metafísicos que supone su adopción. Sin embargo, debemos recordar que la propuesta de Carnap se enmarca dentro de una concepción formalista de la lógica. Es por eso que la concepción carnapiana de la analiticidad del principio de inducción no puede ser equiparada con la afirmación leibniziana de la analiticidad de las denominadas "verdades de hecho". En efecto, las verdades analíticas de la lógica, de acuerdo con Carnap, no tienen el carácter a posteriori que Leibniz atribuyó a las verdades de hecho. No obstante, como veremos más adelante, los sistemas de lógica inductiva como los elaborados por Carnap deben enfrentar las dificultades derivadas de su dependencia de las variaciones del lenguaje, cuya elección nos llevara a adoptar algunos compromisos acerca de la constitución del mundo.

Por otra parte, como indicamos en la sección anterior, Reichenbach consideraba imposible efectuar una interpretación formalista de la probabilidad lógica si no se proporciona una interpretación frecuencial de ésta -es decir, si no se rechazaba la distinción carnapiana entre un concepto de probabilidad estadística o frecuencial y otro de probabilidad lógica o inductiva, irreductible al anterior-. Reichenbach sostenía que sólo una interpretación formalista de la probabilidad como la suya estaba exenta de los presupuestos metafísicos implícitos en toda concepción a priori de la probabilidad lógica, aún en la de Carnap. Sin embargo, se ha cuestionado la postura de Reichenbach sobre la base de que sólo una

teoría como la de Carnap, que distingue entre el concepto de probabilidad lógica o inductiva y el de probabilidad estadística, puede interpretar correctamente las denominadas "probabilidades de segundo grado" que aparecen en los teoremas más importantes del cálculo de probabilidades.

No obstante, también se ha objetado la propuesta carnapiana porque la distinción entre enunciados de probabilidad lógica y enunciados de probabilidad estadística, que tanta importancia tiene en la teoría de Carnap, no puede comprobarse en los lenguajes naturales con la precisión necesaria. En efecto, todo enunciado probabilístico parece poder interpretarse como un enunciado de probabilidad lógica y también como un enunciado de probabilidad estadística. Pues la distinción entre enunciados de probabilidad lógica y de probabilidad estadística requeriría de la previa solución de la dificultad de cómo distinguir en el lenguaje natural entre frases analíticas y frases empíricas. Podría suponerse que estamos ante un enunciado de probabilidad lógica cuando la evidencia estadística no se considera relevante con respecto a él. Pero, aun en este caso, parece posible interpretar frecuentemente cualquiera de los enunciados que Carnap emplea como ejemplos de enunciados de probabilidad lógica. Tendríamos que investigar, entonces, si en el lenguaje corriente se utiliza dicho enunciado como analítico o como empírico, para establecer cuál es la interpretación más común, pues Carnap no proporciona criterios para decidir si un enunciado probabilístico se considera analítico o no en el lenguaje natural. La dificultad radica en que tal criterio no puede consistir en la afirmación de que un enunciado es un enunciado de probabilidad lógica cuando ninguna observación nos permite rechazar tal enunciado como refutado, pues los enunciados de probabilidad estadística son también compatibles con cualquier observación posible.

Otra dificultad que debe enfrentar la interpretación lógica puede ilustrarse con un ejemplo paradójico referido al grado de probabilidad lógica que debería asignarse a los posibles resultados de una lotería, sobre la base del conocimiento relevante disponible. En efecto, supongamos que, de acuerdo con nuestro conocimiento disponible acerca de una lotería, sabemos que se venden un millón de billetes, que no hay razones para diferenciar entre las probabilidades de ganar asignables a cada uno de esos billetes, y que sólo uno de ellos será el ganador. En estas circunstancias, deberíamos asignarle a la hipótesis "el billete número 1 perderá" una probabilidad de 0,99999, y, similarmente, el mismo valor debería ser asignado a las hipótesis "el billete número 2 perderá", "el billete número 3 perderá", etc. El valor asignado a la probabilidad de cada una de estas hipótesis indicaría que nuestra creencia en la hipótesis "el billete número 1 perderá" está justificada, pero entonces, también estarán justificadas nuestras creencias en las hipótesis "el billete número 2 perderá", "el billete número 3 perderá", etc. Sin embargo, dado el conocimiento de que disponemos acerca de la lotería, también estamos justificados en creer la hipótesis que afirma que uno de esos billetes -aunque no sabemos cuál- será el ganador. Pero esta última creencia sería, evidentemente, inconsistente con las anteriores, de modo que tal que podríamos afirmar que estamos justificados al sostener creencias que son mutuamente inconsistentes, lo cual no parecería razonable.

No obstante, desde la perspectiva de la interpretación bayesiana, esta objeción podría eludirse apelando al supuesto básico de esta concepción, que afirma que nuestros grados de creencia sólo están justificados si son consistentes, y que sólo son consistentes si satisfacen los axiomas del cálculo de probabilidades. En estas circunstancias, los bayesianos sostendrían que es racional tener un alto grado de confianza en cada una de las hipótesis ya mencionadas acerca de los billetes de la lotería, pero individualmente consideradas. Y agregarían que es racional tener un grado de creencia muy bajo en la proposición resultante de la conjunción de todas esas hipótesis, dado que esta proposición es equivalente a la hipótesis que afirma que ninguno de los billetes ganará.

La interpretación bayesiana también debe enfrentar serias dificultades, además del rechazo de quienes cuestionan el excesivo subjetivismo de esta concepción. En efecto, es posible argumentar que, en ocasiones, podemos estar justificados en asignar elevados valores de probabilidad subjetiva o grados de creencia a proposiciones que sabemos que son mutuamente inconsistentes. Esta circunstancia es especialmente problemática para la concepción bayesiana, que supone que los grados de confianza que un agente debe asignar a las proposiciones o hipótesis deben ser mutuamente consistentes para estar justificados. Un ejemplo de esta situación se puede encontrar entre las proposiciones no contingentes cuya probabilidad objetiva o bien asume el valor 0 o bien el valor 1. Así, la conjetura de Goldbach, de que todo número puede ser expresado como la suma de dos números primos, es o bien necesariamente verdadera, o bien es necesariamente falsa. En el primer caso, su probabilidad objetiva asume el valor 1, en el segundo asume el valor 0. Pero dado que aun no fueron demostradas ni la verdad ni la falsedad de esta conjetura, podríamos estar justificados en atribuirle un grado de confianza cuyo valor no sea ni 1 ni 0.

2.3. La controversia acerca de la identidad entre el concepto lógico y el concepto frecuencial de probabilidad.

Tanto Keynes como Jeffreys consideraron dispensable el concepto de probabilidad estadística o frecuencial porque creían que todo enunciado probabilístico podía ser formulado en términos del concepto de probabilidad lógica o inductiva. En cambio, Carnap afirma que ambos conceptos son necesarios en la ciencia, pues cumplen funciones completamente diferentes.³⁵ Esta distinción entre el concepto lógico y el estadístico de probabilidad no sólo es importante desde el punto de vista práctico sino que, según Carnap, es una distinción fundamental desde la perspectiva teórica. Como ya señalamos, de acuerdo con Carnap los enunciados de probabilidad estadística hacen referencia a un estado de cosas o situación objetiva, empíricamente contrastable. En cambio, un enunciado de probabilidad lógica o inductiva establece una relación entre una hipótesis y un cuerpo de evidencia dado, resultado de una observación efectiva o posible. El valor de probabilidad afirmado hace referencia al grado en el cual la hipótesis es confirmada o apoyada por la evidencia. De este modo, el concepto de probabilidad lógica no se presenta en los enunciados científicos, sean concretos o generales, sino sólo en los juicios acerca de esos enunciados. Y, como los enunciados de probabilidad estadística forman parte del lenguaje objeto de la ciencia, pueden estar relacionados entre sí de modo tal que sea posible formular un enunciado de probabilidad lógica que exprese en qué medida un enunciado de probabilidad estadística es sustentado por otros que hagan referencia a la evidencia disponible. Pero este enunciado de probabilidad lógica no pertenecerá al lenguaje de la ciencia sino al metalenguaje. Así, cuando alguna premisa de una inferencia inductiva es un enunciado de probabilidad estadística, la inferencia induzca ambos conceptos de probabilidad.

Por ejemplo, si tomamos como premisas (1) $fr(Q, P)=r$ y (2) Pa , y la conclusión que inferimos a partir de ellas es (3) Qa , entonces podremos afirmar que el enunciado (3) tiene una probabilidad r sobre la base de las premisas (1) y (2). El enunciado (1) es un enunciado de probabilidad estadística que afirma que la frecuencia relativa de la clase Q con respecto a la clase P es r , y arribamos a él mediante una investigación empírica. En cambio, el enunciado que afirma que (3) tiene una probabilidad r sobre la base de (1) y (2), es un enunciado metalingüístico, pues no afirma una relación entre eventos sino entre enunciados, es un enunciado de probabilidad lógica. Pero la corrección de éste enunciado de probabilidad lógica depende de que el valor de la frecuencia relativa de Q afirmada en (1) sea el correspondiente a la población total en consideración, y no meramente el que corresponde a una muestra examinada. Sin embargo, en la mayoría de los casos sólo conocemos el valor de la frecuencia estadística en una muestra, de modo que es importante

³⁵ Carnap, R, (1955), "Statistical and Inductive Probability", *The Structure of Scientific Thought*, Maden, E.H (ed.), Houghton Mifflin Co., Boston, 1960, p.269-279.; y Carnap, R, (1945), "The Two Concepts of Probability", *Readings in Philosophical Analysis*, Feigl, H. y Sellars, W. eds., Appleton-Century Croft, New York, 1949.

considerar cuáles son las condiciones que deben cumplirse para que la estimación de la frecuencia sea efectuada sobre la base de una muestra representativa o imparcial.³⁶

En suma, Carnap disiente de la opinión de Keynes y Jeffreys, quienes rechazan el concepto estadístico de probabilidad. Pero tampoco está de acuerdo con el punto de vista de von Mises y Reichenbach, que desdeñan el concepto inductivo de probabilidad. Carnap considera que ambos conceptos son importantes para el trabajo científico, pero cada uno en su propio campo, uno dentro de la ciencia misma, el otro de la lógica inductiva que proporciona reglas para ciertas operaciones con los enunciados del lenguaje de la ciencia.

Reichenbach, por su parte, reconoce que hay dos aplicaciones diferentes del concepto de probabilidad, una sola de las cuales podría identificarse con su concepto de ponderación o peso, al cual le asigna un lugar lógico clave en la fundamentación del conocimiento. Este autor distingue entre el concepto matemático, estadístico o frecuencial de probabilidad, al que considera el objeto del cálculo de probabilidades, y un concepto de probabilidad lógica que no se presenta en forma matemática. Este último, según Reichenbach, puede identificarse con su concepto de ponderación, que, a su vez, sustituye al concepto de verificación en la teoría probabilística del conocimiento formulada por Reichenbach. De acuerdo con este autor, la aplicación del concepto de probabilidad lógica puede registrarse tanto en el lenguaje coloquial como en el científico, puesto que empleamos enunciados y teorías científicas no con la pretensión de que hemos alcanzado la certeza, sino en el sentido de que tales teorías son altamente probables. El autor sostiene que la verdad no es otra cosa que una elevada ponderación, y que no debe ser considerada sino como una idealización aproximadamente válida para ciertos propósitos prácticos. Reichenbach elabora una teoría de la ponderación que resulta idéntica a la teoría de la probabilidad. Esta teoría puede ser desarrollada en forma análoga a la lógica, y, según el autor, puede ser considerada como una generalización de la lógica bivalente clásica. En su opinión, la determinación del peso o ponderación de un enunciado es un sustituto indispensable de la verificación del mismo, ya que no podemos renunciar a formarnos una opinión acerca de los enunciados no verificados. Tanto en la práctica científica como en la vida cotidiana, efectuamos ponderaciones de enunciados no verificados. La ponderación de un enunciado se basa, según Reichenbach, en enunciados que ya han sido previamente verificados, pero el propio concepto de peso se aplica a enunciados no verificados. El sistema de las ponderaciones de los enunciados permite construir, de este modo, un puente entre lo que conocemos y lo que no conocemos³⁷.

³⁶ Por ese motivo en *The Continuum of Inductive Methods*, Carnap examina los problemas relativos a la estimación de frecuencias relativas en poblaciones sobre la base de muestras, y en qué medida tales estimaciones causan desviaciones en los valores de probabilidad lógica que pueden asignarse a la conclusión de una inferencia en la que se pasa de una muestra a la población total, o de una muestra a otra de la misma población, o de una muestra a un caso aislado de la misma población, o cuando se procede de la población a una muestra o de la población a un caso particular. Pues su intención era, sea cual fuere el argumento inductivo, poder asignarle un valor de probabilidad a su conclusión en función de sus premisas, una medida del grado en que tales premisas confirman la conclusión

³⁷ Reichenbach, H, "Probability and Induction", *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938., p. 24

Reichenbach sostiene que la noción de significado se reduce a la de verdad y, en consecuencia, a la de ponderación mediante la teoría de la verificabilidad. Por esta razón, el autor propone reemplazar la teoría verificacionista del significado por su teoría probabilística del significado, de acuerdo con la cual un enunciado es significativo si es posible asignarle un peso o ponderación, es decir, un grado de probabilidad. Y dos enunciados tienen el mismo significado si obtienen el mismo grado de probabilidad en toda observación posible³⁸.

En coincidencia con Reichenbach, Carnap desarrolla una extensión del criterio de significatividad en el cual se abandona la idea de una verificación absoluta y se adopta, en su lugar, el concepto de grado de confirmación.³⁹ Sin embargo, a diferencia del concepto de ponderación -que Reichenbach identifica con el de probabilidad lógica, considerándolo como un predicado de enunciados-, Carnap⁴⁰ formula un sistema de lógica inductiva fundado en el concepto cuantitativo de grado de confirmación, pero concebido como una relación lógica entre enunciados. Como señalamos en la sección anterior, el grado de confirmación que un enunciado le proporciona a otro enunciado, expresables ambos en el mismo lenguaje L, es una relación entre las medidas de sus respectivos ámbitos o rangos. Carnap identifica este concepto cuantitativo de grado de confirmación con el concepto de probabilidad lógica o inductiva, de modo que éste último no es concebido como un predicado monádico atribuible a un enunciado sino un predicado diádico que tiene por argumentos enunciados.⁴¹

En este punto, es importante señalar que Carnap objeta la propuesta de Reichenbach de sustituir el concepto de verdad por el de elevado grado de probabilidad lógica -o ponderación, en términos de Reichenbach-. Carnap coincide con Reichenbach en que las expresiones "altamente probable" o "confirmado en un elevado grado" deberían emplearse en lugar de aquellas que refieren a nociones absolutas como "máximamente confirmado" o "verificado". Pero insiste en que "verificado" no debe confundirse con "verdadero", ya que un enunciado puede no haber sido verificado ni falsado y, sin embargo, es o bien verdadero o bien falso. De este modo, podemos afirmar que la probabilidad lógica de una hipótesis con respecto a cierta evidencia es -por caso- 2/3, aunque la hipótesis es o bien verdadera o bien falsa, pero es incorrecto sostener que la hipótesis en cuestión tiene un valor de verdad intermedio como 2/3.⁴²

Reichenbach considera que el problema que plantea este concepto lógico de probabilidad es que, pese a ser indispensable para la construcción del conocimiento científico, no está asociado a una teoría que haya alcanzado el mismo grado de perfección que la teoría del concepto matemático o frecuencial de probabilidad. Es por eso que este

³⁸ Reichenbach, H, "Probability and Induction", *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938., p. 54

³⁹ Carnap, R, "Testability and Meaning", *Philosophy of Science*, III, 1936, p. 420

⁴⁰ Carnap, R., *Logical Foundations of Probability*, University of Chicago Press, Chicago, 1950.

⁴¹ Sin embargo, Carnap también admite la posibilidad de considerar la probabilidad lógica como un predicado diádico que tiene por argumentos eventos o estados de cosas, aunque sostiene que la primera alternativa tiene ventajas técnicas sobre ésta última. (Carnap, R, (1945) "Two Concepts of probability", *Science and Philosophy in the Twentieth Century*, Sarkar, S. ed, Garland, New York and London, 1996. p. 521)

⁴² Carnap, R, (1945) "Two Concepts of probability", *Science and Philosophy in the Twentieth Century*, Sarkar, S. ed, Garland, New York and London, 1996. p. 530-531.

autor se propone demostrar la identidad entre el concepto lógico y el concepto matemático o estadístico de probabilidad. Pues, como Reichenbach consideraba haber desarrollado ya exitosamente una teoría del concepto matemático o frecuencial de probabilidad, la demostración de su identidad con el concepto lógico resolvería el problema filosófico de fundamentación de éste último. Pero si ambos conceptos no son idénticos, el problema del concepto lógico de probabilidad -y con él, el problema de la fundamentación de la teoría de las ponderaciones- queda en un estado vago e insatisfactorio.

De acuerdo con Reichenbach, la tesis de que estos conceptos no son idénticos surge como consecuencia de que el concepto matemático o estadístico de probabilidad es interpretado en términos de frecuencias. En cambio, el concepto lógico parecería ser de un tipo completamente diferente al concepto matemático, a tal punto que la interpretación frecuencial parece inaplicable en muchos casos de probabilidad lógica, como por ejemplo, cuando hablamos de la probabilidad de eventos determinados tales como los expresados en los enunciados "Julio Cesar nació en Gran Bretaña", o "Mañana habrá buen tiempo".

Reichenbach señala que no rechazaría la tesis acerca de la diversidad entre el concepto lógico y el estadístico de probabilidad si todo su contenido fuera la afirmación de que el concepto estadístico hace referencia a una propiedad de eventos, mientras que el concepto lógico hace referencia a una propiedad de proposiciones⁴³. Pues, como ya señalamos, este autor asimila el concepto lógico de probabilidad con su noción de ponderación, entendida como una generalización del concepto de verdad. Y la verdad sólo puede predicarse de proposiciones y no de eventos. Pero Reichenbach sostiene, además, que podemos interpretar el concepto lógico de probabilidad también como una frecuencia, de modo tal que el concepto lógico y el estadístico o matemático fueran isomórficos. Así, el concepto estadístico de probabilidad sería interpretado como una frecuencia de eventos, en tanto que el concepto lógico de probabilidad debería ser entendido como una frecuencia de proposiciones acerca de eventos.⁴⁴ En suma, Reichenbach propone con su tesis de la identidad de concepciones la aplicabilidad de la interpretación frecuencial al concepto lógico de probabilidad, es decir, la existencia de una identidad estructural entre ambos conceptos. Sin embargo, el autor reconoce que, aun desde la perspectiva de su tesis de la identidad entre el concepto lógico y el estadístico, se puede considerar que el concepto lógico de probabilidad es de un nivel lingüístico más elevado. Tal diferencia no conlleva dificultades para la teoría de la probabilidad ya que, como veremos más adelante, Reichenbach sostiene que, de todos

⁴³ Reichenbach, H, "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p.303

⁴⁴ Aunque Reichenbach no es suficientemente claro en este punto, la expresión "frecuencia de proposiciones" parece hacer referencia a la frecuencia veritativa de una proposición con respecto a una clase de proposiciones de referencia, es decir, a la frecuencia de proposiciones verdaderas propia de una cierta clase de proposiciones a la que pertenece la proposición en cuestión. Esta interpretación se apoya en los ejemplos proporcionados por el autor en el quinto capítulo de *Experience and Prediction*. Por caso, Reichenbach afirma que asignamos una elevada probabilidad al enunciado de que Napoleón estuvo enfermo durante la batalla de Leipzig, mientras que consideramos menos probable la afirmación de que Caspar Hauser era hijo de un príncipe, porque muchos de los enunciados que integran las crónicas acerca de Napoleón fueron confirmados, en tanto que gran cantidad de los enunciados propios de las crónicas referidas a Caspar Hauser han sido refutados. De todos modos, esta dificultad será analizada en 2.4.

modos, hay que introducir una escala infinita de probabilidades de diferentes niveles lógicos. No obstante, como ya adelantamos en la sección precedente, la interpretación frecuencial de enunciados que expresan probabilidades de segundo grado plantea dificultades. Esta interpretación requiere postular series de enunciados cada uno de los cuales, a su vez, hace referencia a series de eventos. Así, además de presentarse el problema de la determinación de los límites correspondientes a las series de eventos, se plantea el problema de determinar el límite de las frecuencias relativas correspondiente a la serie de aquellos límites.

Reichenbach sostiene que la tesis de la diversidad entre los conceptos lógico y estadístico de probabilidad es inaceptable porque da lugar a consecuencias incompatibles con los principios del empirismo. Una de estas consecuencias es que el principio de verificabilidad se tornaría insostenible pues, según Reichenbach, esta tesis supone interpretar la probabilidad de enunciados referidos a eventos singulares como enunciados referidos a eventos futuros. Es decir, otorgarles valor predictivo. Pero es imposible verificar el grado de probabilidad que tales enunciados afirman por medio de la observación del evento futuro en cuestión⁴⁵. En efecto, supongamos que tiramos un dado y esperamos con una probabilidad de $5/6$ obtener un número mayor que 1. Pero si sólo efectuamos un tiro no podemos verificar esto, pues si el evento esperado no ocurre, eso no refuta nuestra presunción porque una probabilidad de $5/6$ de que no salga un 1 no excluye que salga un 1. Y si el evento esperado ocurre eso tampoco prueba nuestra presunción, pues el mismo resultado podría haber tenido lugar si la probabilidad de dicho resultado fuera $1/6$. Reichenbach señala que esta dificultad no se soluciona si asumimos que la ocurrencia del evento esperado es más compatible con la presunción que la no ocurrencia de dicho evento. Pues, en tal caso, no podríamos diferenciar entre la verificación de una presunción de que el evento ocurrirá con una probabilidad de, por ejemplo, $5/6$, de la verificación de otra presunción que tenga una probabilidad también superior a $1/2$, por ejemplo, $3/4$. Esta dificultad tampoco puede resolverse -de acuerdo con Reichenbach- si restringimos los enunciados de probabilidad a enunciados meramente topológicos -como propuso Keynes-. Porque un enunciado del tipo "este evento es más probable que este otro" tampoco podría ser verificado si se refiere a eventos singulares. Consideremos, por ejemplo, dos eventos mutuamente excluyentes, uno de los cuales es esperado con una probabilidad de $1/6$ y el otro con una de $1/4$. En estas condiciones, si sucede el segundo de los eventos en cuestión, esto no puede considerarse una prueba de que éste era más probable que el primero de los eventos, porque no hay ningún principio que afirme que el evento más probable es el que tiene que ocurrir. De aquí, Reichenbach concluye que la interpretación topológica de la probabilidad lógica debe enfrentar la misma objeción que la interpretación métrica⁴⁶.

Sin embargo, la crítica de Reichenbach no logra establecer lo que se propone, es decir, que la adopción de la tesis de que el concepto lógico y el concepto estadístico de probabilidad nos obliga a rechazar el principio de

⁴⁵ Reichenbach, H, "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p. 305

⁴⁶ Reichenbach, H, "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p. 305

verificabilidad. Pues, contrariamente a lo que Reichenbach afirma, sostener la tesis de que los dos conceptos de probabilidad son diferentes no nos obliga a interpretar los enunciados probabilísticos referidos a eventos singulares como enunciados referidos a eventos futuros que son inverificables e irrefutables. En efecto, puede responderse esta objeción afirmando que, si el enunciado "la probabilidad de sacar un número mayor que 1 al arrojar un dado" se interpreta como un enunciado de probabilidad lógica, entonces será un enunciado inverificable e infalsable precisamente porque no es un enunciado fáctico, sino analítico.

Como ya indicamos, Carnap sostiene que la probabilidad lógica es una relación lógica entre enunciados similar a la relación de implicación lógica. En este sentido, un enunciado que afirme que cierta hipótesis tiene determinada probabilidad lógica con respecto a los elementos de juicio disponibles es un enunciado analítico, porque se deduce de la definición de probabilidad lógica, sin que sea necesaria investigación empírica alguna para determinar su valor de verdad. En esta concepción, si los elementos de juicio disponibles son tales que la hipótesis es implicada lógicamente por ellos, estaremos en el caso especial en que la probabilidad lógica de esa hipótesis asume el valor 1. Y si es la negación de la hipótesis la que se deduce de los elementos de juicio disponibles, estaremos en el caso especial en que la probabilidad lógica de la hipótesis asume el valor 0. Pero, entre estos dos casos extremos hay un continuo de casos posibles que no pueden ser abordados mediante la lógica deductiva sino empleando la lógica inductiva. La probabilidad inductiva es, en cierto sentido, una relación de deducibilidad parcial. Es una relación lógica pues, de manera similar que en el caso de las relaciones deductivas, puede ser establecida mediante las reglas de la lógica inductiva, en virtud de un análisis puramente lógico de una hipótesis y los elementos de juicio que la sustentan, es decir, mediante un análisis de enunciados y no de hechos.

Es por eso que, creemos, se equivocan los críticos de la lógica inductiva al argumentar que, como no es posible testear empíricamente un enunciado de probabilidad inductiva, tales enunciados no serían científicamente significativos. Su error reside en que suponen que un enunciado de probabilidad inductiva es un enunciado fáctico, sintético. Pero, como ya señalamos, un enunciado de probabilidad inductiva es de naturaleza puramente lógica, de modo que no es necesario -ni tampoco posible- testearlo empíricamente. No obstante, aunque sólo expresa una relación lógica, Carnap sostiene que un enunciado de probabilidad inductiva tiene significado, pues un pone límites a la conducta razonable, proporciona criterios de razonabilidad del grado de expectativa.

Pero, según Reichenbach, quienes defienden la tesis de la diversidad entre el concepto lógico y el estadístico de probabilidad deben enfrentar aún otra dificultad, si sostienen que el grado de probabilidad se determina cuantitativamente, si proponen un concepto métrico y no meramente topológico de probabilidad estadística. Ya que si se rechaza la interpretación frecuencial, el término "igualmente probable" debe ser definido en función del término "igualmente posible", tal como sucede en la formulación de Laplace. Pero esto implica adoptar una postura apriorista,

pues para poder justificar que las diferentes alternativas son igualmente posibles tenemos que admitir un juicio sintético a priori como el principio de indiferencia.⁴⁷

No obstante, recordemos que Carnap considera el principio de razón insuficiente no como un enunciado fáctico sino como uno lógico, igual que cualquier otro enunciado de probabilidad inductiva.⁴⁸ Este principio es un enunciado de equiprobabilidad que sólo hace referencia a las relaciones lógicas entre la evidencia disponible y cada una de las hipótesis, y afirma que la evidencia apoya en la misma medida cada una de las hipótesis. Así, en la concepción carnapiana, el principio de equiprobabilidad no es enunciado sintético, de modo que tampoco es un enunciado sintético a priori.

El tercer argumento que Reichenbach proporciona para justificar su defensa de la identidad entre el concepto lógico y el concepto estadístico de probabilidad se funda en el supuesto de que mostrar que la interpretación frecuencial puede ser aplicada a los enunciados referidos a casos singulares equivale a mostrar que la interpretación frecuencial siempre es aplicable. Esto significa que la distinción entre un concepto lógico y otro estadístico o matemático de probabilidad es eliminable, puesto que —según Reichenbach— la necesidad de apelar a la interpretación lógica sólo se presenta en esa clase de enunciados. De modo que el principal punto de divergencia en la discusión entre disparidad o identidad de concepciones de la probabilidad reside, de acuerdo con el autor, en la interpretación de los enunciados probabilitarios referidos a un caso singular. Por eso sostiene que si muestra que la interpretación lógica de los enunciados probabilitarios referidos a un caso singular es evitable, y que los ejemplos que parecen reclamar tal interpretación pueden ser tratados de acuerdo con la interpretación frecuencial, entonces quedará demostrada la superioridad de la tesis que afirma la identidad de los conceptos lógico y estadístico o frecuencial de probabilidad⁴⁹.

Sin embargo, creemos que aunque pudiera efectuarse una interpretación frecuencial de los enunciados probabilísticos referidos a eventos singulares o aislados, esto no probaría que la distinción entre el concepto lógico y el frecuencial es eliminable. Y tampoco probaría la superioridad de la tesis de la identidad de tales conceptos sobre la tesis de que éstos son conceptos esencialmente diferentes. En efecto, Carnap señala que aunque tanto el concepto de probabilidad lógica como el de probabilidad estadística o matemática satisfacen los axiomas de la teoría matemática de la probabilidad, éstas son nociones completamente diferentes. Una de las diferencias reside en que, aunque ambas sean consideradas como conceptos métricos cuyos valores son los números del intervalo real $[0, 1]$, y como predicados diádicos, sus argumentos son de diferente naturaleza. Pues los dos argumentos de la función "grado de confirmación" o "probabilidad lógica" son proposiciones que refieren a eventos, pero los argumentos de la función "frecuencia relativa" o

⁴⁷ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938. p. 306

⁴⁸ Carnap, R., "Inductive Logic and Science", *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, vol. 80, nº 3, March, 1953

⁴⁹ Reichenbach, H., "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p.309

“probabilidad estadística” son propiedades, o clases de eventos.⁵⁰ En segundo lugar, el concepto de probabilidad lógica o inductiva no se presenta en los enunciados científicos -sean éstos concretos o generales- sino sólo en los juicios acerca de esos enunciados. En particular, los enunciados de probabilidad lógica aparecen en los juicios acerca de la fortaleza del sustento proporcionado por un enunciado, que cuenta como evidencia, a otro enunciado, la hipótesis. En suma, la probabilidad inductiva se presenta en los juicios acerca de la aceptabilidad de las hipótesis sobre la base de la evidencia disponible. Por eso, en lo que respecta al problema del testeo empírico de hipótesis -y, en general, al de la evaluación de las inferencias inductivas- es el concepto de probabilidad lógica y no el de probabilidad estadística el que cumple el papel central. Pues, como ya señalamos, los enunciados que asignan un valor de probabilidad estadística son enunciados fácticos, expresados en el lenguaje de la ciencia, son enunciados que sólo pueden ser confirmados mediante la investigación empírica. En cambio, los enunciados que asignan un valor de probabilidad lógica son analíticos porque la determinación de su valor de verdad no requiere un estudio empírico sino uno puramente lógico, ya que expresan una relación lógica entre proposiciones.

Supongamos, por caso, que disponemos de la evidencia empírica de que de un conjunto de 30 cisnes efectivamente observados, 20 tienen la propiedad de ser blancos. De modo que podemos afirmar el enunciado e: “la frecuencia relativa registrada de casos de cisnes blancos en la muestra observada es $2/3$ ”. Asumamos que la evidencia disponible incluye, además, la información expresada en el enunciado e': “un individuo c, no perteneciente a la muestra mencionada en e, es un cisne”. Sea h hipótesis que afirma “el individuo c es blanco”. Entonces, si se define adecuadamente el grado de confirmación como un explicatum de la probabilidad inductiva, el grado de confirmación de h con respecto a la evidencia expresada mediante la conjunción de e y e' puede adoptar el valor $2/3$. Pero el enunciado “el grado de confirmación de h con respecto a la conjunción de e y e' es $2/3$ ” no afirma ninguna frecuencia relativa, aunque el valor del grado de confirmación al que se refiere se calculó en base a una frecuencia relativa conocida. Similarmente, aunque la temperatura de un cuerpo se determina, en ocasiones, mediante el volumen de una cierta cantidad de mercurio -y, en ciertas condiciones, el valor de ambas magnitudes puede aun identificarse- la temperatura y volumen son conceptos diferentes. El enunciado que afirma una frecuencia relativa es e, pero esta frecuencia relativa tampoco puede identificarse con la probabilidad estadística o frecuencial cisnes blancos. Pues la frecuencia relativa afirmada en el enunciado e es la efectivamente observada en la muestra de cisnes considerada; así, la observación de diferentes muestras de cisnes puede dar lugar a la determinación de diferentes valores para esta frecuencia relativa. En cambio, la probabilidad estadística de cisnes blancos es la frecuencia relativa -que no podemos conocer- de la propiedad de tener color blanco dentro de la clase

⁵⁰ Carnap reconoce la posibilidad de considerar como argumentos de esta relación los predicados que designan propiedades o clases de eventos, pero considera que la primer alternativa -formular los enunciados de probabilidad estadística en el lenguaje objeto- es más ventajosa que ésta última. Por ese motivo los autores que trabajan con este concepto emplean como argumentos propiedades o clases, en lugar de predicados. En cambio, señalamos ya que en el caso de la función “probabilidad lógica”, aunque es posible admitir como argumentos no sólo proposiciones sino también eventos o estados de cosas, esta última alternativa es, de acuerdo con Carnap, inconveniente desde el punto de vista técnico.

de referencia constituida por la totalidad de los individuos que tiene la propiedad de ser cisnes. El valor de esta probabilidad estadística es único, pero no podemos determinarlo sino sólo estimarlo fundándonos en la frecuencia relativa de las muestras efectivamente observadas. Por esta razón, aunque la probabilidad estadística de cisnes blancos tiene un valor único, la estimación de su valor mediante el examen de la frecuencia relativa correspondiente puede variar según evidencia disponible empleada.

Carnap sostiene que el enunciado (1) “el grado de confirmación de h con respecto a la conjunción de e y e' es $2/3$ ” puede interpretarse como una afirmación de tal estimación. En este caso, este enunciado tendría el mismo significado que el enunciado (2) “la mejor estimación de la probabilidad estadística de cisnes blancos, sobre la base de la evidencia expresada en la conjunción de e y e' , es $2/3$ ”. Pero el autor considera que esta reformulación de un enunciado de probabilidad lógica o grado de confirmación en términos de la mejor estimación de una probabilidad estadística no elimina la noción de probabilidad lógica pues ésta está aun implícitamente contenida en la expresión “la mejor estimación”. En efecto, según el autor, el significado de esta expresión es el mismo que el de la expresión “la estimación con mayor probabilidad lógica”. Y, de acuerdo con Carnap, cualquier estimación del valor de una magnitud física –temperatura, probabilidad estadística, etc.- fundada en la evidencia obtenida a partir de ciertas observaciones o mediciones es siempre un procedimiento de tipo inductivo y, en consecuencia, involucra necesariamente la noción de probabilidad lógica o inductiva. Más aun, el autor señala que la interpretación de (1) como significando lo mismo que (2) no supone una identificación de la noción de probabilidad lógica con la de probabilidad estadística, sino con la noción de la mejor estimación de la probabilidad estadística efectuada sobre la base de la muestra mencionada en el enunciado e .⁵¹

La diferencia entre los conceptos de probabilidad inductiva y de probabilidad estadística se manifiesta también en que la expresión “valor de probabilidad desconocida” tiene diferente significado según se trate de la probabilidad lógica o de la estadística. Pues un determinado valor de probabilidad estadística o frecuencial puede ser desconocido porque carecemos de la información fáctica necesaria para calcularlo, mientras que un valor de probabilidad lógica o inductiva sólo puede ser desconocido en tanto no se efectúe el procedimiento lógico-matemático que permite calcularlo.

No obstante, es posible cuestionar la defensa de la tesis carnapiana de la diversidad de los conceptos de probabilidad inductiva y estadística que se sustenta en la diversa naturaleza de los enunciados en los que aparecen cada uno de ellos –enunciados analíticos, en el caso de la noción de probabilidad lógica o inductiva, y enunciados sintéticos, en el caso de la probabilidad frecuencial o estadística. Max Black, por caso, sostiene que si se aceptara este argumento de Carnap, entonces también debería admitirse que el numeral “dos” tiene sentidos diferentes en los enunciados “Juan tiene dos manos” y “Dos más dos es igual a cuatro”. Pero, así como la aparición del término “dos” tanto en enunciados

⁵¹ Carnap, R, (1945) “Two Concepts of probability”, Science and Philosophy in the Twentieth Century, Sarkar, S. ed, Garland, New York and London, 1996, p. 527.

analíticos como en enunciados sintéticos no constituye una razón suficiente para atribuirle diferente significado al término “dos”, Black concluye que lo mismo sucede en el caso del concepto de probabilidad.⁵²

Pero la analogía entre las nociones de número y de probabilidad en que se apoya la crítica de Black no parece adecuada. Si bien no discutiremos aquí la cuestión de si los números pueden considerarse conceptos o, por el contrario, objetos, es importante destacar que sólo la primera alternativa justificaría establecer una analogía entre las nociones de número y probabilidad. Sin embargo, autores como Frege niegan que los números sean funciones o conceptos.⁵³ Pero aunque sostuviéramos que los números son conceptos, como ocurre con el de probabilidad, la analogía propuesta por Black plantea otra dificultad. Pues, si bien es posible formular afirmaciones que atribuyan una probabilidad a un enunciado probabilístico, no sucede lo mismo en el caso de los números.

Precisamente, el empleo enunciados referidos a probabilidades de segundo grado es, según Carnap, otra de las razones que impiden identificar las nociones de probabilidad lógica o inductiva y estadística o matemática. En efecto, Carnap señala que una afirmación acerca de la probabilidad de ciertos valores de probabilidad sólo puede ser relevante si atribuye un valor de probabilidad lógica -con respecto a cierta evidencia- a un enunciado que expresa un determinado valor de probabilidad estadística, como en el ejemplo expuesto en el párrafo anterior. Pues la probabilidad estadística es, como la temperatura, una propiedad física, de modo que las diferentes estimaciones posibles de un cierto valor de cualquiera de estas magnitudes, sobre la base de diversos cuerpos de evidencia disponibles, podrán expresarse mediante diferentes enunciados de probabilidad inductiva o lógica. En cambio, carece de interés toda atribución de un valor de probabilidad lógica a un enunciado que expresa una probabilidad lógica, del mismo modo que carece de interés preguntarse por la probabilidad lógica del enunciado “dos más dos es igual a cuatro” o “dos más dos es igual a cinco”. Pues todo enunciado de probabilidad lógica es o bien lógicamente verdadero o bien lógicamente falso o contradictorio, de modo que su probabilidad lógica con respecto a cualquier evidencia posible sólo puede asumir los valores 1 o 0.⁵⁴

De acuerdo con Carnap, la probabilidad inductiva no pertenece al ámbito de la ciencia en sí misma sino al de la metodología de la ciencia, del análisis de los conceptos, de los enunciados, de las teorías y de los métodos de la ciencia. En este punto que, conviene señalar nuevamente que mientras Carnap considera el concepto de probabilidad lógica —o grado de confirmación— como una generalización del concepto de deducibilidad, Reichenbach interpreta el concepto de probabilidad lógica —o ponderación— como una generalización del concepto de verdad.⁵⁵ Precisamente con esta concepción de la probabilidad lógica -que, como vimos, no se identifica con la de Carnap- Reichenbach

⁵² Black, M, *Inducción y Probabilidad*, Cátedra, Madrid, 1984, p. 104.

⁵³ No obstante, la concepción fregeana del número como objeto no está exenta de dificultades. Además, Frege indica que si bien los números son objetos, los considera como objetos que tienen la peculiaridad de estar siempre vinculados a conceptos. Cfr. Frege, G, *Die Grundlagen der Arithmetik*, Breslau, 1884. [Trad. ingl.: *The Foundations of Arithmetic. A logico-mathematical enquiry into the concept of number*, Austin, J.L. trad, Basil Blackwell, Oxford, 1980.] § 46.

⁵⁴ Carnap, R, (1945) “Two Concepts of probability”, *Science and Philosophy in the Twentieth Century*, Sarkar, S. ed, Garland, New York and London, 1996. pp. 528-529.

⁵⁵ Reichenbach, H, “Probability and Induction”, en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p. 319.

desarrolla un sistema de lógica probabilística como un sistema formal susceptible de recibir diversas interpretaciones⁵⁶. En este sistema de lógica probabilística los valores de verdad varían dentro del intervalo de números racionales $[0,1]$ y además, para la determinación de la probabilidad de la conjunción o de la disyunción de dos enunciados no es suficiente con saber cuál es la probabilidad de cada uno de ellos, sino que debemos conocer cuál es la probabilidad de alguna de sus combinaciones -es decir, de su disyunción, o de su conjunción-. Este sistema proporciona las siguientes fórmulas para el cálculo de la probabilidad de la conjunción, disyunción, implicación, y equivalencia de dos enunciados que designaremos con las letras "a" y "b":

$$p(a \wedge b) = p(a) + p(b) - p(a \vee b)$$

$$p(a \vee b) = p(a) + p(b) - p(a \wedge b)$$

$$p(a \rightarrow b) = 1 - p(a) + p(a \wedge b)$$

$$p(a \leftrightarrow b) = 1 - p(a) - p(b) + 2p(a \wedge b)$$

$$p(\neg a) = 1 - p(a)$$

Reichenbach indica que estas fórmulas ponen en evidencia que la estructura lógica de este sistema es más general que el de la lógica bivalente, al cual contiene como un caso particular que podemos obtener restringiendo los valores numéricos de $p(a)$ y $p(b)$ a 0 y 1. El autor sostiene que si interpretamos las variables a, b, etc. como proposiciones, la lógica probabilística resultará idéntica al sistema de ponderaciones por él elaborado, y denomina a esta interpretación "lógica de las ponderaciones". Pero también podemos interpretar los símbolos a, b, etc. como series de proposiciones definidas de una manera especial. Un ejemplo de tales series de proposiciones -o, como las denomina Reichenbach, series proposicionales- puede construirse a partir de diferentes tiros de un dado, de modo que cada proposición de la serie se derive de la función proposicional "x es un dado que muestra la cara 1". Así, las proposiciones que integran la serie proposicional derivada de, por ejemplo, la función proposicional "x es un caso de tuberculosis con resultado letal", serán a veces verdaderas y otras veces falsa, si x es una variable que recorre el dominio de los individuos con tuberculosis. Entonces, podemos interpretar $p(a)$, $p(b)$, etc. como los límites de las frecuencias con las cuales una proposición es verdadera dentro de la serie proposicional. Reichenbach define la disyunción, la conjunción, la implicación y la equivalencia entre estas series proposicionales como equivalentes, respectivamente, a las series proposicionales integradas por la disyunción, la conjunción, la implicación y la equivalencia entre las proposiciones individuales que componen las series proposicionales. Así, si denotamos con (a_i) y (b_i) las series proposicionales, y con a_i y b_i las proposiciones individuales, entonces:

$$[(a_i) \vee (b_i)] \leftrightarrow (a_i \vee b_i)$$

$$[(a_i) \wedge (b_i)] \leftrightarrow (a_i \wedge b_i)$$

⁵⁶ Reichenbach, H., *Wahrscheinlichkeitslehre: Eine untersuchung über die logischen und mathematischen Grundlagen der*

$$[(a_i) \rightarrow (b_i)] \leftrightarrow (a_i \rightarrow b_i)$$

$$[(a_i) \leftrightarrow (b_i)] \leftrightarrow (a_i \leftrightarrow b_i)$$

Este sistema de fórmulas, según Reichenbach, proporciona leyes de la probabilidad acordes con la interpretación frecuencial, por eso, el autor denomina "lógica de las series proposicionales" a esta interpretación.

Fundándose en estas dos interpretaciones de la lógica probabilística, Reichenbach sostiene que la lógica probabilística es una estructura de elementos lingüísticos a partir de la cual pueden obtenerse al menos dos interpretaciones diferentes: la lógica de las ponderaciones -si interpretamos los elementos a, b, etc. como proposiciones y sus valores de verdad como ponderaciones- y la lógica de las series proposicionales -si interpretamos sus elementos como series proposicionales y sus valores de verdad como límites de frecuencias. De esta manera, el autor considera haber probado que su lógica de las ponderaciones es la lógica probabilística de las proposiciones, ya que proporciona las reglas de lo que -según quienes sostiene la disparidad entre el concepto lógico y el estadístico de probabilidad- deberíamos llamar el concepto lógico de probabilidad.

Pero, además, Reichenbach sostiene que con esto ha demostrado que su lógica de las series proposicionales es lógicamente equivalente a la concepción estadística de la probabilidad y, por lo tanto, que es un sistema lógico fundado en la interpretación frecuencial. De acuerdo con el autor, lo que la tesis de la identidad entre el concepto lógico y el estadístico de probabilidad afirma es la identidad estructural de estos dos sistemas lógicos, pero también afirma que el concepto de ponderación tiene un significado que puede ser expresado en términos de enunciados frecuenciales. Es decir que el concepto de ponderación -que Reichenbach asimila al concepto lógico de probabilidad- es una "propiedad ficticia" de las proposiciones que empleamos como abreviatura de los enunciados frecuenciales. Por eso, según Reichenbach, toda ponderación puede ser concebida, en principio, como determinada por una frecuencia, y toda frecuencia que se presente en estadística puede ser entendida como una ponderación⁵⁷.

Sin embargo, ninguna de las dos consecuencias que Reichenbach pretende establecer se sigue de su argumentación, dado que se funda sobre la errónea premisa de que su concepto de probabilidad lógica es el mismo que el empleado por Keynes, Jeffreys y Carnap. Pues el concepto de probabilidad lógica al que Reichenbach se refiere es concebido como una generalización del concepto de verdad y, por lo tanto, como un predicado monádico, atribuible a enunciados. En cambio, en la concepción carnapiana, la probabilidad lógica es una generalización del concepto de deducibilidad, de modo que no es un predicado monádico, sino una relación diádica entre un conjunto de enunciados o premisas y otro enunciado que se concluye a partir de tales premisas.

En suma, el concepto reichenbachiano de ponderación no puede identificarse con el de probabilidad lógica, al menos, en el sentido en que éste ha sido entendido por los defensores de la concepción lógica de la probabilidad. En

Wahrscheinlichkeitsrechnung. Leiden, 1935. Parágr. 72, 73 y 74

⁵⁷ Reichenbach, H, "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p. 325.

consecuencia, aunque el significado del concepto de ponderación pudiera ser expresado en términos de enunciados frecuenciales, no se sigue de aquí que el significado del concepto lógico de probabilidad -tal como lo entienden los defensores de la concepción lógica de la probabilidad- también pueda ser expresado en términos de enunciados frecuenciales. Como ya señalamos, Carnap muestra que un enunciado de probabilidad inductiva o lógica puede ser interpretado —en todo caso— en términos de la mejor estimación de cierto valor de probabilidad estadística. Pero incluso esta interpretación refiere, aunque implícitamente, al concepto de probabilidad lógica, pues “la mejor estimación” significa en este contexto “la estimación con mayor probabilidad lógica”. De este modo, un enunciado de la forma “la mejor estimación de la probabilidad estadística de cisnes blancos es $2/3$ ” significa “la estimación con mayor probabilidad lógica —sobre la base de la evidencia disponible- de la probabilidad estadística de cisnes blancos es $2/3$ ”.

2.4. El problema de la interpretación de los enunciados probabilísticos referidos a eventos singulares y las inducciones concatenadas.

En esta sección, emplearemos las expresiones “evento singular”, “evento específico” y “evento particular” para referirnos a sucesos tales como la muerte Julio César, el tiro de este dado efectuado ayer a las 10 a.m., la serie completa de todos los tiros pasados y futuros de este dado, etc. En este punto, seguimos a Carnap aunque no empleemos el término “evento” para designar acontecimientos como los recién citados. Conviene señalar que, tal como lo hace este autor, incluimos dentro de esta categoría casos como el de la serie completa de todos los tiros de este dado, aunque este suceso no sea único en el sentido de que podría subdividirse en múltiples eventos singulares. En cambio, usaremos las expresiones “clase de evento” para designar tipos de sucesos tales como una guerra, una muerte, un de este dado, un tiro de este dado que arroje como resultado un as, etc.

La decisión de emplear las expresiones “evento singular”, “evento específico”, etc. en lugar del término “evento”, tal como hace Carnap, se funda en equivocidad del empleo de esta palabra por parte de varios de los autores mencionados en este trabajo. Por caso, Popper emplea el término “evento” para designar “(...) lo típico o universal que hay en un acontecimiento, o sea, aquello que de un acontecimiento se puede describir mediante conceptos o nombres universales.” Popper señala que “Si P_1, P_2, \dots, P_k son elementos de una clase de acontecimientos que difieren sólo con respecto a los individuos, las posiciones o regiones espacio-temporales afectados, a esa clase la llamamos ‘evento P ’.”⁵⁸ Así, este autor menciona como ejemplo de evento el volcarse un vaso de agua, mientras que emplea el término “acontecimiento” para referirse a sucesos tales como el volcarse este vaso de agua aquí, en el 13º distrito de Viena, el 10 de junio de 1933 a las 15 horas. De modo que Popper denomina “acontecimiento” a lo que Carnap llama “evento”, mientras que Reichenbach usa la expresión “evento único” o “evento individual” para referirse a la misma categoría de sucesos.⁵⁹

La importancia de esta distinción entre eventos específicos o particulares y clases de eventos radica en que - como señalamos en la sección anterior- de acuerdo con Carnap, la probabilidad lógica o inductiva es un predicado

⁵⁸ Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980) § 23.

⁵⁹ La distinción popperiana entre acontecimientos y eventos supone la posibilidad de diferenciar entre conceptos o nombres universales, por un lado, e individuales por el otro. Entre éstos últimos, se encuentran artículos como “este”, “aquel”, etc. —que se suponen acompañados de una señal ostensiva—, los nombres propios, los conceptos que se definen mediante nombres propios y las coordenadas espacio-temporales, ya que la aplicación de un sistema de coordenadas supone la referencia a nombres individuales. Sin embargo, el autor reconoce que en el empleo de algunos conceptos surgen ambigüedades porque es posible eliminar los nombres propios a los que aluden o, por el contrario, definirlos por medio de estos nombres propios. Por ejemplo, un concepto universal como “pasteurizado” puede definirse como “tratado de acuerdo con las prescripciones de L. Pasteur”, o como “calentado hasta que alcanza los 80 grados centígrados y conservado a esa temperatura durante diez minutos”. Según la primera definición, estamos ante un concepto individual, mientras que de acuerdo con la segunda, ante uno universal. [Cfr Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980 § 14) Con todo, el autor rechaza la afirmación de Carnap de que todo concepto puede ser considerado como universal o individual según el punto de vista que se adopte. Es importante señalar, además, que la distinción efectuada por Carnap entre “eventos” y “tipos de eventos”, también supone la posibilidad de diferenciar conceptos universales de individuales.

diádico cuyos argumentos son eventos particulares—o proposiciones- mientras que la probabilidad estadística o frecuencial es un predicado diádico cuyos argumentos son clases de eventos —o predicados-.

Aunque Reichenbach y von Mises coincidían en la opinión de que la interpretación frecuencial de la probabilidad era la única aceptable en ciencia, no estaban de acuerdo con respecto a la posibilidad de aplicar esta interpretación a los eventos específicos o particulares. Von Mises consideraba que no podía asignársele una probabilidad a los sucesos aislados, de modo que los enunciados probabilísticos acerca de casos tales deberían, en su opinión, excluirse del lenguaje científico. En cambio, Reichenbach defendió la posibilidad de aplicar la interpretación frecuencial de la probabilidad a los eventos singulares o específicos mediante la definición de clases de referencia formadas por eventos similares al analizado. En su opinión, a pesar de que la función probabilidad estadística está definida sólo para clases de eventos, el significado de un enunciado referido a la probabilidad estadística de un evento particular puede fijarse de modo tal que quede justificada nuestra conducta de orientar las decisiones cotidianas fundándonos en este tipo de enunciados. De todos modos, Reichenbach reconoce que no siempre es posible determinar el valor probabilidad estadística correspondiente a un evento específico, pero no cree que esta dificultad constituya un problema para su propuesta.

De acuerdo con la interpretación frecuencial, la verificación del grado de probabilidad es posible en tanto el evento pueda ser repetido, pues la frecuencia observada en series de eventos similares es lo que posibilita el control empírico del grado de probabilidad afirmado. Por eso, señala Reichenbach, esta interpretación presupone que el evento pueda ser descrito no como un suceso individual sino como un miembro de una clase de eventos similares, ya que la repetición del evento significa -según este autor- su inclusión dentro de una clase de eventos semejantes. Pero Reichenbach reconoce que no siempre es fácil construir una clase tal, como se pone en evidencia cuando tratamos de asignarle un grado de probabilidad a un evento histórico, o a una teoría científica. Por ejemplo, el enunciado "La probabilidad de que llueva mañana es de $2/3$ " debe ser considerado, según Reichenbach, como un enunciado elíptico que, si se hiciera explícito su significado completo, diría "De acuerdo con las observaciones efectuadas en el pasado, los estados del tiempo como el que hemos observado hoy son sucedidos por un día lluvioso con una frecuencia de $2/3$ ". De este modo, cuando atribuimos una probabilidad a un evento específico o aislado, en realidad estamos haciendo referencia elípticamente a la frecuencia relativa con que eventos similares al que se estudia presentaron una característica determinada, en una serie extensa pero finita de casos efectivamente observados.

Pero esta propuesta plantea la dificultad de que no parece posible determinar reglas de selección universalmente aceptadas de los eventos que deben integrar tales clases de referencia, de modo que es problemático establecer cuál es, en cada caso, la clase de referencia apropiada. No obstante, Reichenbach considera que quienes -como él- adhieren a la tesis de que el concepto lógico y el concepto matemático o estadístico de probabilidad son idénticos, sostienen que siempre es posible construir una clase tal, y que siempre tiene que ser construida si el enunciado de probabilidad ha de tener significado. Pues, según este autor, si algún problema presenta la interpretación de los enunciados

probabilísticos referidos a un evento singular, se debe a que la clase de referencia no está siempre obviamente determinada, o a que en el lenguaje cotidiano se suprime de hecho una referencia a tal clase y se habla incorrectamente de un evento simple en donde debería considerarse una clase de eventos.

Esta interpretación frecuencial de los enunciados probabilísticos referidos a casos particulares presenta una otra dificultad, pues un evento singular puede pertenecer a muchas clases, de modo que no es claro cuál de esas clases es la que tenemos que elegir para determinar el peso del enunciado referido a ese caso singular. Por ejemplo, si queremos conocer cuál es la probabilidad de que muera un hombre de cuarenta años que padece tuberculosis, podríamos considerar la frecuencia de defunciones dentro de la clase de los hombres de esa edad, o bien dentro de la clase de las personas que padecen tuberculosis, o bien dentro de alguna otra clase cualquiera. La respuesta de Reichenbach a esta objeción es que debemos considerar la clase de referencia más pequeña acerca de la cual dispongamos de estadísticas confiables. En este ejemplo, debería considerarse la clase de los hombres de cuarenta años que padecen tuberculosis. En efecto, cuanto más limitada es la clase de referencia, es mejor la determinación del peso dado que el número de predicciones exitosas será mayor cuanto más estrecha sea la clase de referencia. Y sólo en el caso de que la transición a una nueva y más limitada clase de referencia no altere la probabilidad calculada, entonces tal transición puede ser dejada de lado⁶⁰.

Como indicamos en el apartado anterior, también se ha cuestionado la interpretación frecuencial argumentando que la probabilidad estadística no sólo depende de la clase de referencia seleccionada sino también del orden en que están dispuestos los elementos de la clase. Sin embargo, aunque reconoce que tal afirmación es verdadera, Reichenbach sostiene que esto no debilita su postura porque, en primer lugar, el autor considera la estructura frecuencial de muchos fenómenos estadísticos es independiente -o en gran medida independiente- de los cambios de orden. Y, en segundo lugar, Reichenbach sostiene que cuando el orden es relevante para la determinación de la probabilidad, debe ser incluido entre las reglas para calcular la probabilidad.⁶¹ Esta circunstancia no plantea —en su opinión— ninguna dificultad práctica para la determinación de la ponderación, ya que la teoría matemática de la probabilidad desarrolló métodos para tratar tales casos.

Se ha señalado también contra la interpretación frecuencial de los enunciados referidos a eventos específicos que, en muchos casos, no es posible determinar un valor numérico para su ponderación. Reichenbach considera cierto que, por razones prácticas, no podemos determinar tal probabilidad, pero no piensa que su determinación sea imposible en

⁶⁰ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p.316 - 317

⁶¹ Esta situación se presenta, por ejemplo, en el caso de las enfermedades contagiosas donde la probabilidad de que un individuo padezca una enfermedad dependen de que las personas que lo rodean padezcan o no dicha enfermedad.

principio, sino que el hecho de que exista o no un fundamento estadístico para la predicción de eventos desconocidos sólo se debe al estado actual de nuestro conocimiento.⁶²

Con todo, es posible plantear otra objeción contra esta interpretación frecuencial de los enunciados de probabilidad referidos a eventos específicos o singulares, pues aunque la frecuencia dentro una clase de referencia sea el origen del enunciado de probabilidad, podría ponerse en duda que este enunciado se refiera a esa frecuencia. Así, aunque un médico base su predicción de la muerte por tuberculosis de un paciente en particular sobre estadísticas acerca de otros casos de tuberculosis como el de dicho paciente, el médico no se refiere a tales estadísticas cuando habla de ese determinado paciente ya que sería su chance personal de vida o muerte la que estamos interesados en conocer. Por este motivo, quienes defienden la disparidad de concepciones dicen que la interpretación frecuencial no puede ser aceptada como la interpretación de la probabilidad en tanto se pregunta por la probabilidad de un evento singular. Pero Reichenbach no cree que esta posición sea sostenible, aunque el único argumento que proporciona en apoyo de su opinión no ofrece razones epistémicas sino puramente pragmáticas y, además, no parece suficiente para sustentar la conclusión que él quiere establecer.

Como ya señalamos, Reichenbach argumenta que el significado de los enunciados probabilísticos debe determinarse de modo tal que pueda quedar justificada nuestra conducta cuando empleamos tales enunciados como guía para la acción. Dado que la acción exige la toma de decisiones acerca de eventos desconocidos, no podemos renunciar a tomar tales decisiones en tanto que nos enfrentamos con la necesidad de actuar. El autor considera que la interpretación frecuencial permite tomar la decisión más favorable, de modo que adoptar esta interpretación es inevitable.⁶³

Sin embargo, el enunciado que Reichenbach toma como ejemplo se refiere no a las estadísticas acerca de otros casos de tuberculosis similares al caso en cuestión, sino a la probabilidad que un paciente en particular tiene de sobrevivir sobre la base de la evidencia disponible, constituida por los registros estadísticos mencionados. En otras palabras, los enunciados que hacen referencia a estas estadísticas y el que afirma que el caso del paciente en cuestión es similar a los registrados constituyen las premisas en las que se funda la inferencia que permite asignar un grado de probabilidad lógica o inductiva- al enunciado referido a la supervivencia de ese paciente. Y no es claro qué razones nos llevarían a creer que esta interpretación lógica o inductiva del enunciado en discusión no nos permita adoptar una decisión tan apropiada como la que Reichenbach considera que se desprende de la aceptación de su interpretación frecuencial. En otras palabras, Reichenbach sostiene que la práctica de orientar nuestras decisiones de acuerdo con el evento más probable se

⁶² En apoyo de su argumento, el autor señala que, por ejemplo, en el caso de que quisiéramos determinar la probabilidad de que estalle una guerra el año próximo podríamos imaginar métodos para cuantificar la tasa de éxitos correspondiente a los reportes de crónicas históricas de cierto tipo, como la información estadística acerca de guerras en relación con las condiciones sociológicas dentro del dominio de las posibilidades científicas. Pero, lamentablemente, no explica cómo procederían tales métodos ni proporciona ejemplo alguno de su posibilidad o de su eficacia.

⁶³ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p.308 -309.

justifica en la interpretación frecuencial porque si decidimos –por caso- apostar a la ocurrencia del suceso más probable, tendremos a la larga el mayor número de éxitos. Así, aunque no sabemos si ocurrirá o no un evento en particular, hacemos lo mejor al creer en la ocurrencia del evento del tipo más probable, tal como lo determina la interpretación frecuencial. Pues a pesar de sus posibles fallas, este principio nos permitirá tener el mayor número de éxitos.⁶⁴ Esta justificación pragmática de la interpretación frecuencial es defendible aun en el caso de los enunciados probabilísticos referidos a eventos aislados, únicos o irrepetibles—es decir, es aplicable no sólo a un tiro de este dado sino también a el tiro de este dado efectuado a las 2 a.m. del día de hoy, por ejemplo-. Pues, según el autor, podemos incorporar eventos de diferentes tipos en una clase, en el sentido de la interpretación frecuencial aunque el grado de probabilidad cambie de evento a evento, ya que el cálculo de probabilidades ha desarrollado un tipo de series probabilísticas con probabilidades variables. En estos casos, la frecuencia se determina mediante el promedio de las probabilidades.⁶⁵

De todos modos, dado que, según la interpretación frecuencial, los enunciados de probabilidad hacen referencia sólo a la frecuencia de cierta clase de eventos dentro una clase de referencia determinada, los enunciados individuales acerca de casos singulares permanecerán indeterminados. Reichenbach sostiene que, en tales casos, lo que hacemos es aceptar un postulado. Es decir, decidimos tratar los enunciados probabilísticos que hacen referencia a la elevada probabilidad de que ocurra un evento singular como enunciados verdaderos, pero sin que esto signifique que estemos convencidos de que son verdaderos. Tomamos la decisión de aceptarlos como verdaderos no porque exista una prueba de su verdad sino porque tal decisión, a largo plazo, nos permite alcanzar más éxitos que fracasos.⁶⁶ En este sentido, de acuerdo con Reichenbach, el científico se asemejaría al apostador, porque cualquier enunciado acerca de un evento futuro, cualquier enunciado probabilístico referido a un caso singular, es aceptado como un supuesto o postulado inductivo, y la frecuencia dentro de la correspondiente clase de referencia determina, para el caso singular, el valor que se postula. El autor afirma que quien desea actuar no puede evitar apostar -en este sentido, es decir, postular- porque ése es el único modo de tratar con los eventos futuros, dado que la lógica no ofrece un modo mejor de tratar con el futuro, ni tampoco ofrece ninguna garantía de éxito.

Estas consideraciones ponen de manifiesto, creemos, que en su intento por mostrar que el concepto lógico y el frecuencial de la probabilidad son idénticos, y que éste último puede sustituir a aquel aún en el caso de la interpretación de los enunciados probabilísticos referidos a casos particulares, Reichenbach desplaza el problema lógico o epistémico de la

⁶⁴ Más aun, Reichenbach indica que el principio según el cual tomamos la mejor decisión al asumir el evento más probable debe ser levemente corregido en los casos en los cuales se asigna diferente importancia o valor a los casos posibles elegibles. Por ejemplo, si se gana una cantidad diez veces mayor de dinero al apostar a la aparición de un as en un tiro de un dado que a la aparición de cualquier otro número, es más conveniente apostar a que saldrá un as, aunque la aparición de un as no sea el evento de mayor probabilidad. Aun en este caso, es nuevamente la interpretación frecuencial la que justificaría nuestra apuesta. Pues, en términos de ponderación -es decir, si consideramos la ganancia que obtendremos, y no la posibilidad de que salga o no un as- ganaremos más dinero a largo plazo que si apostamos lo contrario

⁶⁵ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938., p. 310.

⁶⁶ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p. 313

justificación de la inducción hacia el plano pragmático. En efecto, en primer lugar el autor sostiene que los enunciados que atribuyen una probabilidad a un caso singular pueden interpretarse como asignando un valor de probabilidad estadística a una clase de eventos a la que pertenece el mencionado en el enunciado, pues según Reichenbach debe considerarse implícita la referencia a dicha clase. En segundo lugar, Reichenbach propone determinar el valor de la probabilidad estadística de la clase de eventos a la cual refiere implícitamente el enunciado en cuestión de acuerdo con la frecuencia relativa efectivamente observada en una cierta muestra de esa clase de eventos. De modo que el problema de la aplicación de la interpretación frecuencial a los casos particulares requiere asumir dos supuestos. El primero es el que postula la referencia del enunciado a una clase de eventos; el segundo —propio de toda interpretación frecuencial de la probabilidad— es el que propone adoptar el valor de la frecuencia relativa de esa clase en una muestra como la probabilidad estadística de la clase en cuestión. Sin embargo, estos dos supuestos no justifican nuestra creencia en la ocurrencia del evento específico, pues no constituyen una razón suficiente para considerar que el enunciado atribuye un valor de probabilidad al evento particular mencionado explícitamente en él, en lugar de afirmar solamente que un tipo de eventos tiene cierta frecuencia relativa en una muestra. En este punto, el autor no proporciona razones de naturaleza lógica o epistémica en favor de su interpretación frecuencial de los enunciados probabilísticos acerca de eventos singulares, es decir no brinda un argumento en defensa de que los supuestos de su interpretación justifican nuestra creencia en la ocurrencia del evento mencionado en el enunciado. En lugar de eso, Reichenbach esgrime razones de índole pragmática que sustentan su interpretación de los enunciados probabilísticos referidos a eventos particulares.

Los supuestos requeridos por la interpretación reichenbachiana no justifican la creencia en la ocurrencia del evento mencionado en el enunciado, pero de hecho nos comportamos habitualmente orientando nuestras decisiones de acuerdo con esta creencia. Frente a este problema, Reichenbach no ofrece razones que sustenten la racionalidad de nuestra creencia, sino que se limita a justificar la utilidad o beneficio práctico de nuestra costumbre de conducirnos de acuerdo con esta creencia. Así, el autor afirma que si orientamos nuestras conductas en conformidad con el supuesto de que ocurrirá el evento más probable obtendremos a largo plazo el mayor número de éxitos, aunque en algunas ocasiones el evento más probable no suceda. Por ejemplo, supongamos que fundándose en registros estadísticos acerca de los casos de defunciones provocadas por la enfermedad que padece un amigo nuestro, un médico nos dice que este paciente muy probablemente muera. En tal caso, decidimos que es mejor creerle, pero no porque sea imposible que nuestro amigo sobreviva a esa enfermedad sino porque esta decisión, aplicada reiteradamente a casos similares, nos evitará muchas decepciones.⁶⁷

Ahora bien, con este argumento Reichenbach procura justificar la aplicación de la interpretación frecuencial a los enunciados referidos a eventos particulares. Es decir, este argumento está dirigido a mostrar que estos enunciados, interpretados frecuentemente, son significativos, y que como consecuencia de su interpretación es

posible asignar un valor que exprese la probabilidad —estadística- a un evento singular. Pero supongamos que, de hecho, no tomáramos decisiones acerca de eventos que no sabemos si sucederán o no efectivamente, o que tales decisiones fueran independientes de nuestro conocimiento de la frecuencia relativa en cierta muestra efectivamente examinada. En tal caso, nuestra creencia en la ocurrencia del evento más probable no nos reportaría beneficio práctico alguno, de modo que además de no estar epistémicamente justificada por la interpretación de Reichenbach, esta creencia tampoco podría considerarse pragmáticamente justificada. Pero, como el autor sostiene que el significado de los enunciados probabilísticos debe determinarse de modo tal que pueda quedar justificada nuestra conducta de fundarnos en tales enunciados como guía para la acción, entonces el significado de estos enunciados no será el que le atribuye la interpretación frecuencial reichenbachiana, ni tampoco el valor de la probabilidad asignado al evento singular en cuestión quedará determinado según aquella interpretación. Más aun, podría ponerse en duda incluso que la noción de probabilidad mencionada en tales enunciados pueda interpretarse frecuencialmente. En todo caso, la adecuación de la interpretación frecuencial de los enunciados probabilísticos referidos a eventos específicos parece depender un fenómeno contingente, el de cómo tomamos decisiones acerca de eventos que no sabemos si sucederán o no. Y lo mismo puede afirmarse acerca del valor de la probabilidad asignado al evento mencionado en el enunciado, consecuencia que no parece admisible desde una perspectiva realista del conocimiento científico.

De todos modos, es posible objetar que el argumento elaborado por Reichenbach en sustento de su interpretación de los enunciados probabilísticos acerca de eventos específicos no logra su propósito. Como ya señalamos, esta interpretación requiere aceptar dos supuestos pues, para que sea significativa la atribución de una probabilidad estadística, se asume que el enunciado en cuestión refiere no a un evento específico sino a una clase eventos. Pero además, para poder establecer el valor de la probabilidad que debe asignársele al evento en consideración, se asume que la probabilidad estadística de esa clase de eventos es equiparable a la frecuencia relativa de la misma en una muestra determinada. Estos dos supuestos funcionan, entonces, como premisas de un proceso inferencial a través del cual se pone de manifiesto que el modo de asignar una probabilidad a la ocurrencia de un evento particular es tomando en consideración en qué medida las premisas de tal inferencia sustentan el enunciado que describe el evento en cuestión. El procedimiento propuesto por Reichenbach permite concluir —aunque sólo de modo estimativo, es decir, con mayor o una menor probabilidad— la ocurrencia de un evento específico fundándose en los supuestos de que esa clase de eventos tiene determinada frecuencia relativa en una muestra efectivamente examinada, y de que el evento específico en cuestión pertenece a la clase de referencia mencionada. Pues si incluimos el evento en una clase de referencia en la cual su frecuencia relativa efectivamente registrada es baja, la estimación de nuestra conclusión de que ocurrirá el evento estará en menor medida apoyada por las premisas que si incluimos el evento en una clase en la que es mayor el valor de su frecuencia relativa observada. De modo que nuestra conclusión será más -o menos- probable, estará

⁶⁷ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p. 310.

mejor –o peor- estimada según cuál sea la clase de referencia seleccionada. Es decir, la probabilidad de la conclusión dependerá de la información proporcionada en las premisas acerca de cuál es la clase en consideración y cuál su frecuencia relativa efectivamente registrada en una cierta muestra. En otras palabras, creemos que aun siguiendo el proceso sugerido por Reichenbach para entender el significado de los enunciados probabilísticos referidos a un evento particular y para determinar el valor de la probabilidad de ese evento, la probabilidad de la ocurrencia del evento particular no resulta interpretada en el sentido frecuencial sino en el sentido lógico.

En suma creemos que Carnap está en lo correcto al sostener que existe una diferencia esencial entre el concepto de probabilidad lógica y el de probabilidad estadística. Precisamente, la interpretación frecuencial que Reichenbach propone para los enunciados probabilísticos referidos a acontecimientos singulares o aislados no tiene otro efecto que poner de manifiesto la necesidad de reconocer la existencia de una interpretación diferente de la frecuencial. Pues cuando Reichenbach exige la inclusión del evento singular en una clase de eventos similares a él para calcular su frecuencia relativa, está proponiendo que se tomen como premisas los enunciados que afirman dicha frecuencia relativa porque a partir de esas premisas es posible inferir el enunciado referido al evento singular en cuestión. La probabilidad afirmada en el enunciado acerca del evento singular es el valor de la probabilidad lógica asociada a dicha inferencia, valor que expresa en qué medida las premisas de esa inferencia sustentan la conclusión, el enunciado referido al caso particular.

Supongamos, para ejemplificar nuestra afirmación que en una urna hay seis bolillas, de las cuales dos son blancas y el resto negras. Imaginemos, además, que desconocemos cuál es el contenido de la urna y que lo averiguamos empleando algún método de muestreo. Así, decidimos sacar sucesivas muestras compuestas por tres bolillas de la urna, observar sus colores y volver a colocarlas dentro. Denominemos B_1, B_2 a las bolillas blancas y N_1, N_2, N_3, N_4 a las bolillas negras. En este caso es posible obtener veinte clases muestras diferentes, si no tomamos en cuenta el orden en que se disponen las bolillas dentro de cada muestra. Hay cuatro muestras en las que 2/3 de las bolillas son blancas: $(B_1, B_2, N_1), (B_1, B_2, N_2), (B_1, B_2, N_3), (B_1, B_2, N_4)$. Además, hay doce muestras en las cuales 1/3 de las bolillas son blancas: $(B_1, N_1, N_2), (B_1, N_1, N_3), (B_1, N_1, N_4), (B_1, N_2, N_3), (B_1, N_2, N_4), (B_1, N_3, N_4), (B_2, N_1, N_2), (B_2, N_1, N_3), (B_2, N_1, N_4), (B_2, N_2, N_3), (B_2, N_2, N_4), (B_2, N_3, N_4)$. Y hay cuatro muestras en las cuales ninguna bolilla es blanca: $(N_1, N_2, N_3), (N_1, N_2, N_4), (N_2, N_3, N_4), (N_1, N_3, N_4)$. En consecuencia, si los resultados de las extracciones son equiprobables, cada una de las muestras se eligen al azar y se realiza una cantidad muy grande de extracciones, la frecuencia relativa con la que se extraen muestras en las que 2/3 de las bolillas son blancas debería aproximarse al valor 1/5. La frecuencia relativa con la que se extraen muestras en las que todas las bolillas son negras debería aproximarse al valor 1/5. Y la frecuencia relativa con la que se extraen muestras en las 1/3 de las bolillas son blancas debería aproximarse al valor 3/5.

Supongamos que luego de extraer una gran cantidad de muestras de la urna pero antes de haber establecido cuál es su composición, formulamos el enunciado "La probabilidad de que la próxima muestra de tres bolillas que

extraigamos de dicha urna esté compuesta por una bolilla blanca y dos negras es de $3/5$ ". Su interpretación frecuencial requiere, según Reichenbach, que incluyamos el suceso particular consistente en la próxima extracción de una muestra de tres bolillas dentro de una clase de referencia que podría ser la clase de las extracciones efectivamente realizadas de muestras de tres bolillas de esta urna. Es claro, creemos, que tal inclusión equivale a la formulación de una inferencia que tiene como premisas los enunciados "La probabilidad estadística con la que se extraen muestras de tres bolillas donde sólo una es blanca es $3/5$ " "Esta muestra particular que estamos por extraer de la urna está compuesta por tres bolillas." La conclusión de esta inferencia sería el enunciado "La próxima muestra a extraer tiene sólo una bolilla blanca". Pero esta inferencia, tal como Carnap sostiene, tiene un grado de probabilidad lógica o inductiva asociada -digamos, $3/5$ - que es al que nos referimos cuando afirmamos "La probabilidad de que la próxima muestra de tres bolillas que extraigamos de dicha urna esté compuesta por una bolilla blanca y dos negras es de $3/5$ ". En este caso, Carnap señalaría que el enunciado "La probabilidad de que la próxima muestra de tres bolillas que extraigamos de dicha urna esté compuesta por una bolilla blanca y dos negras es de $3/5$ " está formulado de manera incompleta, pues queda implícito cuál es la evidencia con respecto a la cual se atribuye la probabilidad.

Es posible formular aun otro argumento en favor de la distinción entre el concepto lógico y el estadístico de probabilidad, si nos apoyamos en la descripción que Reichenbach efectúa entre los conceptos de postulado ponderado y postulado aceptado a ciegas. Reichenbach introduce esta distinción con la intención de poner en evidencia cómo el principio inductivo que él ha definido conduce, en ocasiones, a su propia superación. Esta circunstancia, señala Reichenbach, lejos de ser considerada como una contradicción propia de dicho principio, debe considerarse como una de las características que hacen que el método científico sea más útil.⁶⁸ El autor afirma que el método científico puede ser considerado como una concatenación de inferencias inductivas que permitirían superar el principio inductivo en aquellos casos en que éste podría conducirnos a resultados erróneos, o en los casos en los que los que permitiera alcanzar el resultado correcto demasiado tarde.⁶⁹ De acuerdo con Reichenbach, toda cadena de inferencias que conduzca a una predicción es siempre una inferencia inductiva, pues entre las inferencias científicas sólo hay un tipo de inferencias que permiten incrementar nuestros conocimientos: las inferencias de tipo inductivo. El autor proporciona un ejemplo de cómo una inferencia inductiva puede ser superada en un caso individual, según el cual los químicos descubrieron que casi todas las sustancias se funden cuando son expuestas al calor durante el tiempo suficiente;

⁶⁸ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p. 363-365.

⁶⁹ Más aun, el éxito del método científico se debería precisamente a este procedimiento de concatenar inducciones, al que muchos autores han confundido -según Reichenbach- con un procedimiento no inductivo. De acuerdo con este autor, esta circunstancia ha sido empleada, incluso, como una prueba de la existencia de métodos no inductivos que serían superiores al método inductivo. Reichenbach indica que un ejemplo de esta confusión es el principio de conexión causal, que fue concebido como un método no inductivo que nos proporciona una "conexión interna" entre los fenómenos en lugar de la "mera sucesión" entre ellos que proporciona el método inductivo. Reichenbach sostiene que las leyes causales no son diferentes de las inductivas sino sólo un caso particular de éstas, el caso en el cual el límite es igual a 1. Pues, si en tal caso conocemos el valor del límite aún antes de que la serie de fenómenos tenga lugar, estaremos en el caso de una predicción individual de eventos futuros que ocurren bajo condiciones nuevas, tal como se exige dentro de la concepción causal

aunque el carbono aún no ha podido ser fundido. Sin embargo, los químicos consideran que el carbono es fundible, están convencidos de que a muy elevadas temperaturas se puede fundir aunque no se hayan logrado aún temperaturas suficientemente elevadas a causa de la deficiencia de los medios técnicos disponibles.

Para reconstruir la estructura lógica de esta inferencia tal como Reichenbach lo hace, denominemos "A" al estado de fusión de una sustancia y "¬A" al estado contrario, y dispongamos tales estados según una serie ascendente de valores de las temperaturas correspondientes a los respectivos puntos de fusión. En estas circunstancias, obtendremos la siguiente "cadena probabilística"⁷⁰:

Cobre: ¬A ¬A A A A A A
 Hierro: ¬A ¬A ¬A A A A A

 Carbono: ¬A ¬A ¬A ¬A ¬A A

 Carbono: ¬A ¬A ¬A ¬A ¬A A

En este esquema se aplican -según el autor- inferencias inductivas en dos direcciones. Las primeras líneas proporcionan el resultado de que a una cierta temperatura la sustancia se fundirá. Pero la inferencia correspondiente a la última línea arrojaría el resultado de que el carbono no puede fundirse. Sin embargo, aquí se hace una inferencia en la dirección vertical, la cual se sustenta en que en todos los otros casos las series conducen a un punto de temperatura en el cual las sustancias se funden, a partir de lo cual se infiere que lo mismo se sostiene para el caso de carbono si el experimento se continúa lo suficiente. Esta última sería una inducción de segundo nivel superadora de la inducción de primer nivel. Según Reichenbach, aplicando el principio inductivo en la dirección horizontal avanzamos hacia postulados inductivos referidos al límite de las frecuencias relativas en cada serie. A esta clase de postulados Reichenbach los denomina "postulados aceptados a ciegas", porque no sabemos como hacerle corresponder una ponderación. Pero presuponiendo la corrección de estos postulados podemos proceder según la dirección vertical y encontrar que el valor 1 tiene una frecuencia relativa elevada entre los valores que asumen los límites de las series horizontales, en tanto que el valor 0 que arroja la última línea es una excepción. De este modo, podemos efectuar una ponderación, podemos asignarle un peso a los límites correspondientes a las series horizontales y, de este modo, los postulados aceptados a ciegas se transforman en "postulados ponderados". Considerando las ponderaciones obtenidas podemos corregir el postulado inductivo correspondiente a la serie de la última línea y transformarlo en el que tiene la mayor ponderación. Este procedimiento puede ser concebido como una transformación de postulados adoptados a ciegas en postulados ponderados, combinado con correcciones sucesivas a partir de las ponderaciones obtenidas.

Sin embargo, creemos que el ejemplo proporcionado por Reichenbach pone en evidencia que -contrariamente a lo que él supone- es importante diferenciar entre los dos conceptos de probabilidad que están involucrados en esta cadena inferencial. En efecto, el concepto de probabilidad que se presenta en las líneas horizontales es el concepto estadístico o frecuencial, porque se refiere a la frecuencia relativa de las temperaturas en las cuales una sustancia se funde con respecto a la clase de referencia constituida por todas las temperaturas a la que dicha sustancia ha sido sometida. En cambio, el concepto de probabilidad involucrado en la dirección inferencial vertical es el concepto lógico o inductivo. Pues este proceso inferencial en dirección vertical asigna una elevada probabilidad a la conclusión de que existe una temperatura de fusión para el carbono, sobre la base de las premisas que afirman que existe dicha temperatura para todas las sustancias analizadas hasta el momento.

Como Reichenbach considera que se han realizado pasos inferenciales tanto en la dirección horizontal como en la vertical, pero advierte que la inferencia en la dirección vertical se funda -es decir, toma como premisas- las líneas horizontales, atribuye diferentes niveles a la probabilidades correspondientes a las direcciones horizontal y vertical. En efecto, el autor señala que en este proceso se hace uso de la existencia de probabilidad de diferentes niveles. La frecuencia correspondiente a las líneas horizontales determina una probabilidad de primer nivel, la frecuencia que corresponde a la serie que tiene como elementos las series horizontales obtenemos una probabilidad de segundo nivel. La probabilidad de segundo nivel determina la ponderación del enunciado acerca de una probabilidad de primer nivel.

Reichenbach advierte que la transformación en un postulado ponderado se aplica sólo a los postulados inductivos de primer nivel, mientras los postulados inductivos de segundo nivel seguirán siendo postulados aceptados a ciegas. En consecuencia, al final de la transformación de un postulado a ciegas en uno ponderado siempre queda un postulado aceptado a ciegas de mayor nivel. Este podría, a su vez, ser transformado en un postulado ponderado si lo incorporamos a una multiplicidad mayor que tuviera como elementos series de series, pero esta transformación nos conduciría nuevamente a otro postulado a ciegas de un nivel superior aún. Para ver más claramente esta situación, examinemos otro ejemplo brindado por Reichenbach, pero menos simplificado que el del carbono⁷⁰. Supongamos que tenemos tres urnas con bolillas blancas y negras en diferentes proporciones. Imaginemos, además, que sabemos que la proporción de bolillas blancas con respecto al número total de bolillas es $1/4$, $2/4$ y $3/4$, pero que desconocemos a

⁷⁰ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p. 366.

⁷¹ De todos modos, éste es un ejemplo simplificado, porque presuponemos algún conocimiento relativo a los posibles valores de las probabilidades de primer nivel y asumimos que, en lo que respecta a nuestra elección, las urnas son igualmente probables, presuposición que también está involucrada en el cálculo de los valores de las probabilidades de segundo nivel. En general, no estamos autorizados a presuponer tal información, sino que estamos obligados a investigar cuáles son los posibles valores de las probabilidades de primer nivel y sus probabilidades iniciales correspondientes. Reichenbach afirma que la estructura de estas inferencias también es expresada como una cadena de inferencias probabilísticas, pero de un tipo más general que el empleado en el ejemplo referido la fusión de las sustancias químicas. Pues en este último ejemplo el límite de las frecuencias relativas puede adoptar otros valores dentro del intervalo $[0,1]$ y no sólo los valores 0 o el 1 como en el ejemplo de la fusión del carbono.

qué urnas corresponden tales proporciones. Entonces, elegimos una urna y efectuamos extracciones al azar de bolillas, volviendo a colocar las extraídas antes de efectuar la siguiente extracción. En estas condiciones, supongamos que efectuando extracciones de la urna elegida obtenemos tres bolillas blancas. En tal caso, podemos plantearnos dos preguntas con respecto a las ulteriores extracciones desde la misma urna. La primera sería ¿cuál es la probabilidad de obtener una bolilla blanca? De acuerdo al principio de inducción, la respuesta será $3/4$. Pero éste es un postulado efectuado a ciegas, y para transformarlo en un postulado ponderado deberemos responder a una segunda pregunta: ¿cuál es la probabilidad de que la probabilidad de obtener una bolilla blanca sea $3/4$? Esta es una cuestión relativa a una probabilidad de segundo nivel, y es equivalente a la cuestión acerca de cuál es la probabilidad, sobre la base de las extracciones realizadas, de que la urna elegida sea la que tiene la proporción $3/4$. El cálculo de probabilidades respondería a esta cuestión afirmando que la probabilidad es de $27/46$. Este valor indica que a pesar de que en el caso en cuestión es nuestro mejor postulado inductivo el que afirma que la probabilidad de obtener una bolilla blanca es de $3/4$, este postulado no es demasiado bueno pues sólo tiene una ponderación estimada de $27/46 = 0,59$. A pesar de que la ponderación del postulado inductivo obtenida en este ejemplo no es demasiado elevada, el postulado original es confirmado por el postulado de segundo nivel pues éste último es mayor que $1/2$, por lo cual será mayor que el correspondiente a las ponderaciones estimadas para los otros posibles postulados de $1/4$ y $2/4$. Pero si el postulado de segundo nivel hubiera sido menor nos inclinaría a cambiar el primer postulado.⁷²

Sin embargo, creemos que en este último ejemplo proporcionado por Reichenbach se puede apreciar la distinción entre los conceptos lógico y frecuencial de probabilidad. Pues cuando afirmamos que la probabilidad de obtener una bolilla blanca es $3/4$, suponemos que estamos efectuando extracciones en la urna que contiene bolillas blancas en una proporción de $3/4$. En cambio, si no supusiéramos que estamos efectuando extracciones de esta urna, y considerásemos que las tres urnas son igualmente probables, la probabilidad de obtener una bolilla blanca no sería $3/4$ sino $1/2$. Pero si Reichenbach supone que la extracción se efectúa en la urna que contiene bolillas blancas en la proporción $3/4$, entonces está empleando como evidencia disponible la circunstancia de que ya se han obtenido tres bolillas blancas en las tres extracciones ya realizadas. En suma, Reichenbach ha llevado a cabo un proceso inferencial en el que emplea como premisa el enunciado que afirma que las tres extracciones previas dieron como resultado la obtención de tres bolillas blancas, y a partir de aquí concluye que la urna empleada fue la que tiene bolillas blancas en una proporción de $3/4$. Y esta conclusión es altamente probable a la luz de la evidencia que proporciona la premisa de la inferencia, pero el concepto de probabilidad aquí involucrado es el concepto lógico y no el frecuencial.

⁷² Por ejemplo, si hubiera veinte urnas, diecinueve de las cuales contuvieran bolillas blancas en una proporción $1/4$ y una sola urna tuviera una proporción $3/4$, la probabilidad de segundo nivel sería de $9/28 = 0,32$. En este caso, deberíamos corregir el primer postulado y adoptar como postulado inductivo el valor $1/4$, aunque siguiendo el principio de inducción y luego de haber obtenido 3 bolillas blancas nos viéramos inclinados a lo contrario. Pero sucede que la ocurrencia de tres bolillas blancas no proporcionaría una base suficiente para la inferencia inductiva, y la corrección que efectuamos se debe al cambio de un postulado adoptado a ciegas por uno ponderado.

Lo mismo sucede cuando se plantea cuál es la probabilidad de que la probabilidad de obtener una bolilla blanca sea $3/4$. Como el propio Reichenbach reconoce, ésta es una cuestión equivalente a la de cuál es la probabilidad de que hayamos escogido la urna que contiene bolillas blancas en la proporción $3/4$, tomando en consideración la evidencia constituida por las extracciones ya efectuadas. Es claro que, contrariamente a lo que Reichenbach afirma, la primera y la segunda pregunta plantean la misma cuestión, y en ambas el concepto de probabilidad involucrado es el concepto lógico y no el frecuencial, porque ambas dan lugar al problema de determinar la probabilidad de una conclusión a partir de ciertas premisas.

En el marco de su tesis de la identidad entre el concepto estadístico y el concepto lógico de probabilidad, Reichenbach también propuso una interpretación frecuencial para los enunciados que atribuyen una probabilidad a las hipótesis científicas. De acuerdo con este autor, el problema que plantean los enunciados que asignan una probabilidad a una hipótesis es sólo un caso particular de la dificultad de interpretar los enunciados que atribuyen una probabilidad a un suceso aislado o no repetible. Por lo tanto, ambos deberían resolverse de la misma manera: el enunciado que afirma que una hipótesis tiene determinado grado de probabilidad debe interpretarse como refiriendo elípticamente a la frecuencia relativa con que resultan verdaderas hipótesis del mismo tipo que la considerada. Es decir que estos enunciados deben interpretarse como si hicieran referencia a lo que Reichenbach denomina la "frecuencia veritativa relativa" de un cierto tipo de enunciados dentro de una sucesión de enunciados.

Reichenbach formuló su propuesta de interpretar frecuentemente los enunciados que atribuyen una probabilidad a las hipótesis científicas en el contexto de lo que denomina una "concepción probabilística del conocimiento". De acuerdo con esta postura, el conocimiento no es un sistema de proposiciones bivalentes.⁷³ Reichenbach sostiene que no hay ni un conocimiento absolutamente cierto ni una ignorancia absoluta, sino un camino intermedio en el cual nuestra mejor guía es el principio inductivo. Por esa razón, la lógica bivalente no sería aplicable al conocimiento actual, pues las condiciones de su aplicación no se pueden satisfacer. Dado que, según Reichenbach, las proposiciones científicas no se emplean como entidades bivalentes sino como entidades que tienen una ponderación dentro de una escala continua de ponderaciones, sólo la lógica probabilística es aplicable al conocimiento científico⁷⁴.

Esta propuesta, como señalamos anteriormente, fue cuestionada por Carnap ya que parece confundir el problema relativo a la verdad o falsedad de las hipótesis científicas con la cuestión referida a nuestra certidumbre o incertidumbre respecto de la verdad o falsedad de las hipótesis.⁷⁵ Sin embargo, la verdad o falsedad de una hipótesis es independiente

⁷³ De acuerdo con Reichenbach, la errónea concepción de que las hipótesis científicas son verdaderas o falsas surge de la tentativa de justificar un conocimiento absolutamente cierto de carácter empírico. Esto habría conducido al escepticismo, en tanto que la renuncia a la verdad parecía una actitud más crítica.

⁷⁴ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938., p. 387

⁷⁵ La misma confusión se evidencia en otras afirmaciones que Reichenbach formula en *Experience and Prediction*, como las que citamos a continuación: "Truth has turned out to be nothing but a high weight and should not be considered as something other than an idealization approximately valid for certain practical purposes." (p. 297) "The weight we use, therefore, will not alone be determined by the event but also by the state of our knowledge" (p. 317) "A statement about the frequency of a physical series, therefore, cannot be uttered with certainty: this

de la evidencia relevante disponible, contrariamente a lo que ocurre con el grado de confirmación o probabilidad lógica de las hipótesis, que puede ser considerada como una medida de nuestra incertidumbre respecto de su valor veritativo. Es decir, no podemos afirmar que una hipótesis es más o menos probable en sí misma sino sólo en relación con la evidencia que la sustenta, en cambio, sí podemos sostener que una hipótesis es verdadera o falsa en sí misma. Por esa razón, aunque la probabilidad lógica de una hipótesis con respecto a la evidencia asuma un valor p diferente de 0 y de 1, la hipótesis será verdadera o falsa y no es correcto afirmar que tiene un valor de verdad intermedio p . De modo que, aunque las hipótesis no se empleen como entidades bivalentes a causa de nuestra incertidumbre con respecto a su valor veritativo, son entidades bivalentes.

Empleando estas consideraciones acerca de la estructura probabilística del conocimiento, Reichenbach discute la idea de que no es posible determinar un grado de probabilidad para las teorías científicas, la idea de que no hay métodos que permitan efectuar tal determinación. De acuerdo con este autor, esta idea se deriva de una concepción equivocada de las probabilidades de niveles superiores. Pues es sólo una simplificación hablar de la probabilidad o de la ponderación de una proposición simple, simplificación permisible en tanto que proporciona una buena aproximación. Pero esta simplificación es insostenible cuando dejamos de hablar de proposiciones simples para referirnos a teorías científicas, que son agregados complejos cuyos diversos componentes pueden tener diferentes probabilidades que deben determinarse por separado. Así, las probabilidades que se presentan en una teoría científica pertenecen diferentes niveles. A una teoría científica le correspondería, en consecuencia, un conjunto de probabilidades que incluye las probabilidades de las diferentes partes de la teoría y de diferentes niveles. En general, tales probabilidades no pueden ser combinadas matemáticamente en una única probabilidad, ya que una simplificación tal presupone especiales condiciones matemáticas que se aplicarían, en todo caso, sólo a partes de la teoría⁷⁶.

La propuesta Reichenbachiana de considerar los enunciados que atribuyen una probabilidad hipótesis científicas como un caso particular de los enunciados frecuenciales referidos a eventos particulares -y por lo tanto, como enunciados acerca de probabilidad estadística o frecuencial- conlleva varias dificultades. Una de estas dificultades es la de cuál sería el significado que podríamos atribuir a la expresión "frecuencia veritativa de cierto tipo de hipótesis dentro de una sucesión de hipótesis de referencia", dado que nunca podemos saber si una hipótesis es verdadera. Otra de las dificultades es la que ya señalamos para el caso de los enunciados referidos a eventos singulares, que es la de establecer con respecto a qué sucesión de enunciados de referencia debe asignarse la probabilidad de una hipótesis.

Reichenbach reconoce que todavía no se puede determinar el valor numérico de las probabilidades de segundo nivel, en tanto que no sabemos en cuál de las muchas clases posibles debemos incluir a una teoría cuando

statement is in itself only probable." (p. 330) "(...) it is only a schematization when we talk about of a strictly true or false proposition. Before the throw of a die, we have only a probability statement about the result of the throw; after the throw we say that we know the result exactly. But strictly speaking, this is only the transition from a low to a high probability; it is not absolutely certain that there is a die before me on the table showing the side 1." (p. 331)

queremos determinar su probabilidad en el sentido frecuencial. Por ejemplo, podríamos preguntarnos si para determinar la probabilidad de la teoría cuántica debemos considerar la clase de todas las teorías científicas, o la clase de las teorías físicas, o la clase de las teorías físicas modernas, etc. Reichenbach sostiene que ésta no es una dificultad seria y que para resolverla se debe apelar al mismo criterio que el propuesto para el cálculo de la probabilidad de eventos simples. Es decir, se debe elegir la clase más estrecha disponible que, sin embargo, tiene que ser lo suficientemente grande para proveer una estadística confiable. En los casos en que no podemos determinar en forma cuantitativa la probabilidad de segundo nivel de las teorías científicas la dificultad reside, según Reichenbach, en que en este campo no tenemos una estadística suficientemente grande de casos uniformes.⁷⁷

Estas consideraciones permiten inferir que Reichenbach denomina "probabilidad de segundo nivel" a la probabilidad lógica de una hipótesis con respecto a la evidencia relevante disponible. Pero, en este caso, la evidencia relevante está constituida por enunciados acerca de la frecuencia relativa de hipótesis verdaderas dentro de la sucesión de hipótesis que se toma como clase de referencia. Pues, como ocurría en el caso de los enunciados referidos a casos particulares, cuando se elige una clase de referencia para determinar la frecuencia relativa de la hipótesis en cuestión, en realidad se está formulando una inferencia. Esta inferencia tiene como premisas enunciados acerca de la frecuencia veritativa relativa dentro de la clase de referencia y la afirmación de que la hipótesis en cuestión pertenece a esa clase, y la conclusión afirma que la hipótesis es verdadera. Sin embargo, dado que esta probabilidad de segundo grado de una hipótesis no se determina en base a la evidencia empírica sino en base a un tipo completamente diferente de evidencia constituida por hipótesis que guardan cierta semejanza con la hipótesis en cuestión, no es claro cuál pueda ser la utilidad o la relevancia epistemológica de tal medida de probabilidad. Así, si para determinar la probabilidad de la teoría cuántica, por ejemplo, tomamos como clase de referencia la clase de las teorías físicas, o la clase de las teorías físicas modernas, obtendríamos una estimación de la probabilidad de la teoría cuántica que no se sustenta sobre la evidencia empírica sino sobre la proporción de teorías físicas exitosas -o, en algún sentido, verdaderas-, o sobre la proporción de teorías físicas modernas exitosas, etc. Por otra parte, la asignación de un valor de probabilidad a una teoría científica, aun en el caso de que se la considerase como una conjunción de hipótesis cuyos respectivos valores de probabilidad fueran conocidos, plantea dificultades. Pues, como ya se señaló, la lógica probabilística formulada por Reichenbach no permite determinar la probabilidad de la conjunción de dos proposiciones cuando sólo se conoce la probabilidad de cada uno de los conyuntos.⁷⁸

⁷⁶ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938, p. 396.

⁷⁷ El autor considera que en el futuro quizá pueda ser superado este problema, y que mientras tanto debemos contentarnos con evaluaciones aproximadas referidas a la probabilidad de segundo nivel de una teoría, evaluaciones que pueden adquirir relevancia práctica cuando juzgamos una teoría por el éxito obtenido en comparación con otras teorías del mismo dominio.

⁷⁸ Podría cuestionarse también la posibilidad de determinar la probabilidad de cada una de las hipótesis constitutivas de una teoría, si se adhiere a la concepción holista según la cual no se pueden testear hipótesis aisladamente sino sólo dentro del contexto teórico al que pertenecen. Pero nos referiremos a esta dificultad más adelante, cuando examinemos la tentativa de Salmon dirigida a conciliar el holismo con la propuesta bayesiana, sin apartarse de su original adhesión a la interpretación frecuencial de la probabilidad.

Convencido de la utilidad del cálculo de probabilidades de niveles superiores, Reichenbach responde algunas objeciones contra su concepción probabilista del conocimiento. Por ejemplo, podría cuestionarse que una teoría -o incluso una proposición- no se caracterizan por una ponderación simple sino por un conjunto infinito de ponderaciones. Sin embargo, estamos limitados a considerar sólo un número finito de los miembros de ese conjunto. Este proceder sólo se justifica si todos los siguientes miembros del conjunto infinito de ponderaciones tuvieran que adoptar el valor 1, pues en tal caso podríamos considerar la última ponderación usada como verdaderamente determinada. Pero, dado que no conocemos nada acerca del resto de los miembros del conjunto infinito de ponderaciones ¿qué nos autoriza a omitir los restantes miembros? ¿cómo podríamos justificar el empleo de las ponderaciones de los grados inferiores si no sabemos nada acerca de las ponderaciones de los grados superiores?. La importancia de esta objeción se evidencia si consideramos el caso en que el resto de las ponderaciones asumen un valor muy pequeño, cercano a cero. Pues esto significa que la última ponderación determinada no es confiable, en consecuentemente, la ponderación precedente tampoco es confiable, y esta falencia se transmite hasta la ponderación de primer grado, de modo tal que el sistema completo de ponderaciones sería poco confiable.

Reichenbach afirma que esta objeción no es diferente de la crítica al método inductivo, de acuerdo con la cual este método no nos da garantía de éxito cuando nuestras decisiones se fundan en conclusiones derivadas de la aplicación del principio inductivo. Como ya señalamos, Reichenbach sostiene que como tampoco estamos seguros de que la aplicación del principio inductivo no nos conducirá al éxito -ya que desconocemos si el éxito es accesible para nosotros- es aconsejable apoyarnos en la inducción pues de ese modo tendremos al menos una chance de obtener el éxito. Esto es así porque sabemos que el principio de inducción determina el mejor postulado inductivo, porque este es el único postulado acerca del cual sabemos que debería conducirnos al éxito, si es que el éxito es alcanzable. En otras palabras, aunque sabemos que la creencia en el éxito de nuestras predicciones es injustificable, el autor considera que podemos admitir esta creencia en el éxito de nuestras predicciones porque sabemos que tal creencia determinará la misma acción que determinaría el análisis lógico. De modo que, aunque no podemos justificar la creencia en el éxito de nuestras predicciones, podemos justificar la estructura lógica de la inferencia con la cual se corresponde esta creencia en lo que respecta a los resultados prácticos.

No obstante, Reichenbach enfatiza que siempre los postulados de los niveles superiores son postulados a ciegas, de modo tal que el sistema del conocimiento, en su totalidad, es un postulado aceptado a ciegas. Los postulados de los niveles más bajos son postulados ponderados, pero su utilidad depende de las ponderaciones desconocidas de los postulados de los niveles más altos. Así, dado que la incertidumbre del conocimiento en su totalidad alcanza hasta el postulado más simple que podemos hacer -como los referidos a los eventos cotidianos- no sabemos si los postulados inductivos referidos a nuestro futuro inmediato serán confirmados. Sin embargo, Reichenbach sostiene que esto no debe inducirnos a renunciar a la predicción sino que, a diferencia del escéptico,

debemos intentar predecir, porque sabemos que si el éxito es alcanzable, el método inductivo -y, en particular, como en seguida veremos, el de las inducciones concatenadas- es el mejor para predecir el futuro⁷⁹.

Sin embargo, esta regresión infinita de postulados inductivos que no nos proporciona justificación alguna⁸⁰, parece eludible e innecesaria. Pues cuando queremos justificar un enunciado que afirma que la probabilidad de una hipótesis sobre la base de la evidencia empírica disponible asume un valor dado p , intentamos justificar un enunciado que expresa la regla de inferencia inductiva que permite atribuir el valor p a la hipótesis a partir de la evidencia dada. Pero no es evidente por qué podríamos justificarlo mediante el cálculo de su frecuencia veritativa relativa en una clase de enunciados semejantes a aquel. Ya que este procedimiento de incluir un enunciado en una clase de referencia apropiada para determinar su frecuencia veritativa relativa equivale a formular una nueva inferencia inductiva, cuya relación con la anterior dista de ser obvia. En suma, no es claro por qué las ponderaciones de segundo grado, que miden la probabilidad de una hipótesis con respecto a una clase de hipótesis, debería influir en la confiabilidad de las ponderaciones de primer grado, que miden la probabilidad de una hipótesis con respecto a la evidencia.

En efecto, consideremos nuevamente el ejemplo de la urna que contiene seis bolillas, de las cuales dos son blancas y el resto negras. Supongamos que desconocemos cuál es el contenido de la urna y que intentamos averiguarlo empleando algún método de muestreo consistente en sacar sucesivas muestras de tres bolillas cada una, observar sus colores y volver a colocarlas dentro de la urna. Como ya señalamos, en estas condiciones, es posible obtener veinte muestras diferentes, aunque nosotros no lo sabemos pues desconocemos la composición de la urna. Pueden obtenerse cuatro muestras en las que 2/3 de las bolillas son blancas, doce muestras en las cuales 1/3 de las bolillas son blancas, y cuatro muestras en las cuales ninguna bolilla es blanca. En consecuencia, si los resultados de las extracciones son equiprobables, cada una de las muestras se eligen al azar y se realiza una cantidad muy grande de extracciones, la frecuencia relativa con la que se extraen muestras en las que 2/3 de las bolillas son blancas debería aproximarse al valor 1/5. Similarmente, la frecuencia relativa con la que se extraen muestras en las que todas las bolillas son negras debería aproximarse al valor 1/5. Y la frecuencia relativa con la que se extraen muestras en las que 1/3 de las bolillas son blancas -tal como efectivamente ocurre dentro de la urna-, debería aproximarse al valor 3/5. Si efectuamos una gran cantidad de extracciones el método tendría que mostrar su capacidad autocorrectiva, de modo tal que la cantidad de muestras representativas del contenido de la urna debería ser mayor que el de las no representativas.

Puesto que queremos establecer cuál es la composición de la urna fundándonos en la composición de las muestras, deberemos formular una inferencia que emplee como premisas, por ejemplo, el enunciado probabilístico de que la probabilidad de extraer una muestra en la cual 1/3 de las bolillas es blanca es 3/5, y la afirmación de que las

⁷⁹ Reichenbach, H. "Probability and Induction", en *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press, Chicago, 1938., p. 401-404

muestras extraídas son representativas. En este ejemplo, el enunciado “la probabilidad de extraer una muestra en la cual $1/3$ de las bolillas es blanca es $3/5$ ” es de carácter empírico, porque se funda en nuestra experiencia obtenida en las sucesivas extracciones de muestras de la urna. Es un enunciado de probabilidad estadística que hace referencia a la frecuencia relativa con que se presenta como resultado la extracción de una muestra en la cual $1/3$ de las bolillas es blancas. Así, si asumimos con Carnap que para testear una afirmación de probabilidad estadística debemos determinar la frecuencia relativa a la que hace referencia en una serie suficientemente larga de experimentos, entonces disponemos de un procedimiento empírico para testear el primer enunciado. A partir de él y de la afirmación de que las muestras son representativas de la población, podemos concluir con alta probabilidad que la urna está compuesta de modo tal que la tercera parte de sus bolillas es blanca. Este último enunciado también es de índole empírica, pues por lo menos en principio es posible disponer de un procedimiento empírico para establecer su valor de verdad. Por ejemplo, si abriéramos la urna y observáramos su contenido verificaríamos este último enunciado. Pero el enunciado “dada la evidencia de que la probabilidad estadística de extraer una muestra en la cual $1/3$ de las bolillas sean blancas es $3/5$, es altamente probable que la tercera parte de las bolillas de la urna sean blancas” no es un enunciado que afirme una relación fáctica entre hechos sino una relación lógica entre enunciados. De modo que éste no es un enunciado de probabilidad que pueda interpretarse frecuentemente sino que es un enunciado de probabilidad lógica.

Sin embargo, si aceptamos la sugerencia de Reichenbach con respecto a la posibilidad de formular afirmaciones de probabilidad estadística que expresen la ponderación de un enunciado de probabilidad estadística, tendríamos que analizar este ejemplo de diferente modo. En efecto, Reichenbach defendería la posibilidad de ponderar el enunciado “la tercera parte de las bolillas de la urna son blancas” que obtuvimos como conclusión de una inferencia en el párrafo anterior. Pero para asignar un peso al enunciado en cuestión, este autor no formularía un argumento que tuviera como premisa la información de que la probabilidad estadística de extraer una muestra en la cual $1/3$ de las bolillas sean blancas es $3/5$. Pues, de acuerdo con su concepción, ponderar un enunciado supone establecer su frecuencia veritativa relativa con respecto a cierta clase de enunciados. Precisamente por esta razón la ponderación de un enunciado puede interpretarse como un valor de probabilidad estadística. En otras palabras, el autor intentaría mostrar que es altamente probable —en el sentido estadístico— que la tercera parte de las bolillas de la urna sean blancas, pero no inferiría esta afirmación a partir de una premisa referida a las muestras extraídas de la urna. En cambio, Reichenbach incluiría el enunciado “la tercera parte de las bolillas de la urna son blancas” en una clase de referencia integrada por éste y otros enunciados, y luego determinaría su frecuencia veritativa relativa. De este modo, al afirmar “es altamente probable que la tercera parte de las bolillas de la urna sean blancas”, haríamos referencia a

⁸⁰ El propio Reichenbach parece advertir esto cuando insiste en que el último de los postulados inductivos siempre será un postulado a ciegas y no uno ponderado.

una noción de probabilidad frecuentemente interpretable y, en consecuencia, estaríamos ante un enunciado empíricamente testeable.

El problema que se plantea, entonces, es el de establecer cómo puede testearse empíricamente el enunciado "es altamente probable que la tercera parte de las bolillas de la urna sean blancas", que expresa una ponderación de la hipótesis "la tercera parte de las bolillas de la urna son blancas". En primer lugar, es imprescindible resolver la cuestión de cómo debe fijarse la clase de enunciados con respecto a la cual tenemos que calcular la frecuencia veritativa de la hipótesis "la tercera parte de las bolillas de la urna son blancas". En segundo lugar, se presenta la dificultad de calcular el valor de esta frecuencia veritativa. Podríamos adoptar la clase constituida por todos los enunciados que describen cada una de las posibles composiciones de la urna como la clase de referencia. En cuanto a la cuestión de cómo establecer la frecuencia veritativa de la hipótesis en cuestión con respecto a la clase de referencia seleccionada, es posible interpretar que Reichenbach identifique el valor de la frecuencia veritativa de cada uno de los enunciados que integran la clase de referencia escogida con el de la frecuencia relativa del tipo de resultado de una extracción descrito por el enunciado correspondiente. En este caso, el valor de la frecuencia veritativa de la hipótesis "la tercera parte de las bolillas de la urna son blancas" será el mismo que el de la frecuencia relativa con que se presenta como resultado la extracción de una muestra en la cual la tercera parte de las bolillas es blanca, es decir, $3/5$. Pero, entonces, la ponderación de la hipótesis "la tercera parte de las bolillas de la urna son blancas" también adoptará el valor $3/5$, ya que esta ponderación nos proporciona el valor de la probabilidad de este enunciado, estadísticamente interpretada como la frecuencia veritativa del enunciado en cuestión. Sin embargo, este procedimiento puede dar lugar a resultados que no parecen tan convincentes como éste.

En efecto, si asumimos que la clase con respecto a la cual debemos determinar la frecuencia veritativa de la hipótesis acerca de la composición de la urna es la clase de todos los enunciados referidos a las diferentes composiciones posibles de la urna, debemos tomar en consideración que la clase de los enunciados que describen diferentes composiciones variará según el tamaño de las muestras empleadas. Es claro que si supiéramos cuántas bolillas contiene la urna, estaríamos seguros de que la muestra de seis bolillas es la que proporciona la información correcta. Pero como no conocemos la cantidad de bolillas que contiene la urna, podríamos escoger como clase de referencia la integrada por las hipótesis referidas a la composición de la urna que se pueden formular sobre la base de muestras de una sola bolilla. O bien podríamos seleccionar la clase más amplia a la que pertenecen no sólo estas hipótesis sino, además, las que surgen de la consideración de muestras de dos bolillas. Y lo mismo sucede con las muestras de mayor cantidad de bolillas.

Si seleccionamos muestras de una sola bolilla —que volvemos a colocar dentro de la urna antes de la próxima extracción— podemos efectuar sólo dos hipótesis acerca de cuál es la composición de la urna. O bien diremos que la urna contiene sólo bolillas blancas, o bien que contiene sólo bolillas negras. Hay sólo dos tipos de muestras en la que

aparece una bolilla blanca y cuatro en las que aparece una bolilla negra, de modo que la frecuencia relativa de las muestras del primer tipo debería aproximarse a $1/3$ y la de las muestras del segundo tipo a $2/3$. Esto permite atribuir una probabilidad –interpretada como frecuencia veritativa– de $1/3$ a la hipótesis que afirma que todas las bolillas de la urna son blancas y una probabilidad –interpretada como frecuencia veritativa– de $2/3$ a la hipótesis de que todas las bolillas de la urna son negras.

Si, en cambio, extraemos muestras de dos bolillas y las volvemos a colocar dentro de la urna antes de la próxima extracción, obtendremos tres tipos posibles de muestras: una en la que ambas bolillas sean blancas, otra en la que ambas sean negras y otra en la que una sea blanca y la otra negra. En este caso, la frecuencia con que extraemos muestras del primer tipo debería aproximarse al valor $1/15$, la frecuencia de muestras del segundo, al valor $6/15$ y la frecuencia de muestras del tercer tipo, al valor $8/15$. En consecuencia, tenemos que atribuir una probabilidad de $1/15$ a la hipótesis de que la urna sólo contiene bolillas blancas, una probabilidad de $6/15$ a la hipótesis de que la urna sólo contiene bolillas negras, y $8/15$ a la probabilidad de que la mitad de las bolillas de la urna son blancas y la mitad negras. Recordemos que, en todos los casos, el concepto de probabilidad se interpreta aquí en el sentido estadístico, como la frecuencia veritativa del enunciado en cuestión.

Si escogemos muestras de tres bolillas, como ya indicamos, la probabilidad asignable a la hipótesis “todas las bolillas de la urna son negras” es $1/5$, la correspondiente a la hipótesis “las dos terceras partes de las bolillas de la urna son blancas” es $1/5$, y la probabilidad de la hipótesis “la tercera parte de las bolillas de la urna son blancas” es $3/5$. Pero, si seleccionamos muestras de cuatro bolillas, la probabilidad atribuible a la hipótesis de que todas las bolillas de la urna son negras será $1/15$, la probabilidad de la hipótesis “la cuarta parte de las bolillas de la urna son blancas” será $8/15$, la probabilidad de la hipótesis “la mitad de las bolillas de la urna son blancas y la mitad son negras” será $6/15$. En cambio, si se escogen muestras de cinco bolillas, sólo pueden formularse dos hipótesis, a saber “las dos quintas partes de las bolillas de la urna son blancas” y “la quinta parte de las bolillas de la urna son blancas”. La probabilidad de la primera será $4/5$ y la de la segunda $1/5$. Obviamente, la muestra de seis bolillas sólo da lugar a la afirmación de una hipótesis, la que expresa la composición que efectivamente tiene la urna y tiene la mayor probabilidad. Estos posibles resultados pueden resumirse del modo que exponemos en el cuadro de la siguiente página.

Estos resultados muestran que si bien esta aplicación de la estrategia reichenbachiana otorga una elevada ponderación $-3/5-$ a la hipótesis correcta, permitiría no obstante atribuir una ponderación aún más elevada a hipótesis que no expresan la verdadera composición de la urna. Por ejemplo, la hipótesis “ninguna de las bolillas de la urna es blanca” tiene un peso mayor $-2/3-$ que el asignado a la hipótesis correcta. Lo mismo sucede con la hipótesis “las dos quintas partes de las bolillas de la urna son blancas” cuyo peso es $4/5$. Podría objetarse, en este punto, que nuestra interpretación de la estrategia de Reichenbach es inapropiada. Sin embargo, la descripción que el autor proporciona

del procedimiento en cuestión no indica cómo debe asignársele una frecuencia veritativa relativa a hipótesis tales como “la tercera parte de las bolillas de la urna sean blancas” ni como puede fijarse de manera no arbitraria la clase de los enunciados con respecto a la cual tenemos que establecer la frecuencia veritativa del enunciado en cuestión.

Tipo de hipótesis	Todas las bolillas de la urna son blancas	Las dos terceras partes de las bolillas de la urna son blancas	La mitad de las bolillas de la urna son blancas	Las dos quintas partes de las bolillas de la urna son blancas	La tercera parte de las bolillas de la urna son blancas	La cuarta parte de las bolillas de la urna son blancas	La quinta parte de las bolillas de la urna son blancas	Ninguna bolilla de la urna es blanca
..... Tipo de muestras								
Muestras de 1 bolilla	$1/3 \cong 0,3$							$2/3 \cong 0,7$
Muestras de 2 bolillas	$1/15 \cong 0,07$		$8/15 \cong 0,53$					$6/15 = 0,4$
Muestras de 3 bolillas		$1/5 = 0,2$			$3/5 = 0,6$			$1/5 = 0,2$
Muestras de 4 bolillas			$6/15 = 0,4$			$8/15 \cong 0,53$		$1/15 \cong 0,07$
Muestras de 5 bolillas				$4/5 = 0,8$			$1/5 = 0,2$	
Muestras de 6 bolillas					1			

Es conveniente observar que el empleo de este método de muestreo arrojaría resultados aceptables, si se interpretaran los valores de la probabilidad asignada a cada hipótesis como los valores de su probabilidad lógica con respecto a la evidencia constituida por la información acerca del tamaño, composición y frecuencia de las muestras. Pues, si el concepto de probabilidad de hipótesis se interpreta en el sentido lógico o inductivo, no constituye un problema la posibilidad de establecer la conclusión “es altamente probable que ninguna de las bolillas de la urna sean blancas, dada la evidencia de que la probabilidad estadística de extraer muestras de una única bolilla tal que esa bolilla no sea blanca es $2/3$ ”.

En este sentido, conviene señalar que Popper discute la interpretación reichenbachiana de la probabilidad de hipótesis, mediante un análisis de diversas alternativas de solución para el problema de considerar la probabilidad de una hipótesis -en el sentido de su aceptabilidad o confianza que podemos asignarle en virtud de cierta evidencia- como un caso especial de la probabilidad de enunciados. Recordemos que Reichenbach interpreta el concepto de probabilidad de un enunciado en términos del concepto de frecuencia veritativa en una sucesión de enunciados, reduciéndolo al concepto de probabilidad de eventos, dado que las sucesiones de referencia se interpretan como sucesiones de enunciados. Luego, Popper formula argumentos para descartar cada una de las alternativas mencionadas, aduciendo que en cualquiera de esos casos la definición de probabilidad de una hipótesis obtenida es inadecuada.

Siguiendo la sugerencia de Reichenbach de que las hipótesis pueden considerarse como sucesiones de enunciados, Popper examina la posibilidad de que la clase de referencia con respecto a la cual se asigna cierta probabilidad a una hipótesis esté compuesta por la sucesión de enunciados singulares que se deducen de la hipótesis

en cuestión, o por la de los que pueden estar en contradicción con ella. Pero en estos casos se presenta el inconveniente de que podría corresponderle una probabilidad muy elevada a una hipótesis —incluso, el valor $1/2$ — si la refutase uno de cada dos enunciados singulares de la sucesión. Otra de las alternativas analizadas por Popper es la de igualar la probabilidad de una hipótesis con el cociente entre el número de contrastaciones que ha superado esta hipótesis y el número de aquellas a las que aún no ha sido sometida, pero en tal caso la probabilidad de una hipótesis será siempre nula. Y si se interpreta la probabilidad de una hipótesis con el cociente entre el número de aquellas contrastaciones que han resultado favorables sobre el de las que dieron un resultado indiferente, la definición de probabilidad obtenida será subjetiva, pues dependerá de los conocimientos y habilidad del experimentador, de la reproducibilidad objetiva y la contrastabilidad de los resultados de los test a los que someta la hipótesis.

Popper examina, también, la alternativa de considerar probable una hipótesis que pertenezca a una sucesión de hipótesis con una frecuencia veritativa relativa determinada, pero la descarta porque nunca podemos saber si una hipótesis es verdadera, luego no es posible hablar de frecuencias veritativas dentro de una sucesión de hipótesis. Considera también la posibilidad de identificar la probabilidad de enunciados con el cociente entre el número de hipótesis de la sucesión a la que pertenece esta hipótesis y que no han sido falsadas todavía, y el número de las que ya lo fueron. Sin embargo, esta alternativa presenta la dificultad de que si se elige una sucesión de referencia infinita, la probabilidad de cualquier hipótesis de tal sucesión será siempre igual a 1. Si, en cambio, elegimos una sucesión de referencia finita, podemos atribuir a los elementos de esta sucesión un valor de probabilidad comprendido entre 0 y 1 —por ejemplo, $3/4$ — cuando obtenemos la información de que alguna de las hipótesis de la sucesión ha quedado falsada. Pero como la hipótesis falsada pertenece a la sucesión, deberemos asignarle el valor de probabilidad $3/4$, y no 0. En general, en la medida en que vaya aumentando el número de hipótesis falsadas de tal sucesión, la probabilidad de cada una de las hipótesis de esa sucesión decrecerá en $1/n$ como consecuencia de la información de que han quedado falsadas hipótesis de esa sucesión, donde n es la cantidad de hipótesis que integran la sucesión— pero nunca alcanzará el valor 0, aunque esa hipótesis fuera una de las que ha quedado falsada.⁸¹

Como consecuencia de estas observaciones, Popper afirma que han quedado agotadas las posibilidades de fundar el concepto de probabilidad de una hipótesis en el de frecuencia de enunciados verdaderos o en el de frecuencia de enunciados falsos y, por lo tanto, en el concepto frecuencial de probabilidad de eventos. De acuerdo con Popper, la interpretación frecuencial de la probabilidad de hipótesis se origina en una confusión de cuestiones lógicas y psicológicas. Nuestros sentimientos subjetivos de convicción tienen diferentes intensidades, y el grado de confianza con que esperamos que se cumpla una predicción y se corrobore una hipótesis depende de las corroboraciones previas de esa hipótesis. Pero estas cuestiones no pertenecen ni al ámbito de la epistemología ni al de la metodología, de modo tal que —en su opinión— es

⁸¹ Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980) pp. 237-242.

erróneo atribuir grados de probabilidad a las hipótesis mismas. Este error se origina, según Popper, en la equivocada idea de que a las hipótesis probabilísticas sólo puede atribuirse grados de probabilidad, pero no un valor de verdad como verdadero o falso. Popper considera que esta idea surge por el hecho de que las hipótesis probabilísticas son inverificables e infalsables. Esta indecidibilidad de los enunciados probabilísticos convenció a los inductivistas de la posibilidad de coordinar tales hipótesis con una escala continua de grados de probabilidad, cuyos límites inalcanzables serían la verdad y la falsedad. Popper, en cambio, considera que las hipótesis probabilísticas son enunciados metafísicos, porque son indecidibles, es decir que no pueden estar corroborados en medida alguna ni tampoco pueden ser falsados, a menos que nos decidamos a adoptar convencionalmente una regla metodológica para falsarlos.⁸²

Sin embargo, si adoptamos la tesis de Carnap de que los enunciados que atribuyen un grado de probabilidad a una hipótesis sobre la base de la evidencia empírica disponible son enunciados que hacen referencia a una relación lógica y no a un hecho empírico, es posible explicar por qué tales enunciados son inverificables e infalsables. Además, adoptar la perspectiva carnapiana también permite responder que esta imposibilidad de contrastar empíricamente las hipótesis probabilísticas no plantea problema alguno, del mismo modo como no plantea ningún problema la infalsabilidad de cualquier otro enunciado analítico.

⁸² Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980) p. 244.

Capítulo 3: El falsacionismo y la supuesta prescindibilidad de la inducción.

3.1. La so

Introducción:

En este capítulo se evalúa la tentativa de Popper de prescindir de la inducción y se señalan las dificultades tal propósito plantea dentro de su propuesta epistemológica, en cuanto a la posibilidad de dar cuenta del progreso científico en el contexto de una concepción realista. Se analizan, en particular, las diferentes formulaciones que Popper elaboró de la noción cualitativa de verosimilitud, en términos de la cual el autor intentó explicar el progreso científico, así como las críticas que contra ellas presentaron Tichy, y Miller. Se estudia, luego, la versión cuantitativa del concepto popperiano de verosimilitud, y las objeciones formuladas por Grünbaum, que evidencian cómo la actitud crítica de Popper contra la lógica inductiva constituye un impedimento para el desarrollo de su teoría de la verosimilitud. Se evalúa, asimismo, en qué medida las reformulaciones que Popper proporcionó de sus nociones cuantitativa y cualitativa de verosimilitud constituyen una solución adecuada al problema de dar cuenta del progreso científico en el marco de una concepción realista. Finalmente, se examina la reformulación de la noción cuantitativa de verosimilitud propuesta por Niiniluoto, quien sostiene que el desarrollo de una teoría de la verosimilitud no es incompatible con la lógica inductiva como pretende Popper sino que, en ciertos casos, la probabilidad lógica de una generalización puede ser un buen índice de su verosimilitud. Se hace hincapié en la convicción de Niiniluoto de que la noción de verosimilitud es imprescindible en una concepción epistemológica realista que pretenda dar cuenta del progreso científico. Y se destaca la dificultad que plantea la relatividad de esta definición de la noción de verosimilitud con respecto al sistema lingüístico en que se expresan los enunciados científicos.

Refutación falsacionista del problema de la inducción.

Popper sostiene que el problema de la inducción surge de la aparente contradicción entre el principio empirista de que sólo la experiencia puede decidir el valor veritativo de los enunciados fácticos, y el hecho de que los razonamientos inductivos no pueden garantizar la verdad de las generalizaciones científicas. El autor propone eludir este problema interpretando las teorías como enunciados parcialmente decidibles, que sólo son falsables pero no verificables. La tarea científica consiste, en su opinión, en la formulación de hipótesis audaces, de conjeturas con gran contenido informativo, y en su posterior contrastación empírica. Un resultado positivo en el proceso de contrastación sólo significa que, por el momento, la hipótesis no es contradicha por la experiencia. Por el contrario, un resultado negativo determina —en ciertas condiciones— la refutación de la hipótesis. De acuerdo con Popper, no se debe intentar establecer cuál es el grado de confirmación de las hipótesis, sino sólo analizar qué tipo de contrastaciones ha podido superar exitosamente esa hipótesis, lo cual indica en qué medida ésta está corroborada. Pero este grado de corroboración no puede identificarse con el confirmación o el de probabilidad, ni en el sentido frecuencial ni en el de creencia racional de Keynes o Carnap.

Popper considera que atribuir grados de probabilidad en lugar de verdad a las hipótesis no ayuda para escapar al dilema entre apriorismo y regreso infinito, dilema al que conduce la tentativa de justificar la inducción —que en el caso de Popper, como vimos en el primer capítulo, es una tentativa de justificación deductivista. El autor sostiene que un sistema formal que estime grados de corroboración y exhiba ciertas analogías con el cálculo de probabilidades no permitiría resolver el problema de la inducción y, en particular, una definición tal del concepto de probabilidad de hipótesis no resolvería este problema. Pues, la evaluación de una teoría es un enunciado que afirma la verdad de la teoría -o su falsedad, o su probabilidad-, de modo que es un enunciado sintético pero inverificable. Entonces surge la dificultad de cómo justificar esta evaluación, volviéndose a plantear así el problema de la inducción. A su vez, de la evaluación misma podemos decir que es verdadera, falsa o probable, pero la enunciación de la evaluación de la evaluación será también un enunciado sintético e inverificable, y así incurriremos en una regresión infinita.

Sin embargo, las consideraciones efectuadas en el capítulo anterior permiten rechazar la opinión de Popper. Pues el enunciado que afirma la verdad —o falsedad— de una hipótesis es un enunciado sintético; en cambio, un enunciado que afirma que una hipótesis tiene cierto grado de probabilidad con respecto a la evidencia relevante disponible, es un enunciado que afirma una relación lógica entre un conjunto de enunciados —los referidos a la evidencia— y otro enunciado —la hipótesis inferida inductivamente—. Por lo tanto no es un enunciado sintético, sino analítico. Por eso, la justificación de la evaluación que asigna una cierta probabilidad a una hipótesis sobre la base de la experiencia no genera una regresión infinita, como Popper afirma.

De acuerdo con este autor, los científicos deben procurar refutar las hipótesis en lugar de confirmarlas, y deben preferir las conjeturas más arriesgadas, con mayor contenido empírico. Popper sostiene que cuanto más falsable es una

hipótesis, mayor será la clase de los enunciados básicos incompatibles con ella y, por lo tanto, mayor será su contenido informativo acerca del mundo. Por eso, el autor afirma "(...) la probabilidad lógica es opuesta al grado de falsabilidad de un enunciado"¹, ya que cuanto mayor sea el contenido empírico de una hipótesis —es decir, cuanto menor sea su probabilidad— más susceptible a la contrastación empírica y a la refutación será.

Popper considera haber resuelto el problema de la inducción mediante la construcción de una lógica para la corroboración de hipótesis sobre fundamentos puramente deductivos, que además permite —en su opinión— dar cuenta de la elección racional entre teorías rivales. Como ya señalamos, este filósofo sostiene que una hipótesis no se confirma mediante la verificación de sus consecuencias deductivas, pero puede considerársela provisoriamente corroborada en tanto resista todos nuestros sinceros y rigurosos intentos de refutarla. No obstante, se ha objetado que su propuesta establece una escala de grados de corroboración de las hipótesis empíricas que, en muchos casos, es inaceptable. Además, su falsacionismo permite la corroboración de hipótesis que —de acuerdo con las convicciones de Popper— carecen de contenido empírico, como ocurre con las hipótesis probabilísticas que, por no ser incompatibles con ningún enunciado básico o conjunción finita de éstos, son infalsables.

En efecto, Popper afirma que los enunciados probabilísticos son, en principio, refractarios a toda falsación estricta.² Sin embargo, considera que tales enunciados pueden emplearse como hipótesis falsables y que éste es el uso que efectivamente les dan los científicos. Conviene aclarar que, de acuerdo con Popper, las estimaciones probabilísticas pueden emplearse también para formular explicaciones espurias de cualquier regularidad observable, precisamente a causa de su infalsabilidad. Pues, como no excluyen ninguna situación observable, las hipótesis probabilísticas permiten dar cuenta de una regularidad empírica mostrándola como una fase particular de un caos aleatorio, como una acumulación de coincidencias puramente accidentales.³ Popper considera que este empleo de las hipótesis probabilísticas es propio no de la ciencia empírica sino de la metafísica especulativa, y propone evitarlo mediante la adopción de reglas metodológicas tales como la de no explicar regularidades reproducibles en términos de acumulaciones casuales.⁴ Pero esta decisión metodológica supone una restricción del concepto de probabilidad de modo tal que éste ya no puede identificarse con el concepto matemático de probabilidad. Además, la aplicación de esta regla plantea la dificultad de establecer cuándo estamos efectivamente ante una auténtica regularidad reproducible. Con todo, Popper sostiene que esta regla metodológica está de acuerdo con el empleo del concepto de probabilidad propio de la física. Pero, en la medida en que el autor no

¹ Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980, p. 82)

² Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980, § 65)

³ Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980, § 66)

⁴ Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980, § 68)

proporciona una elucidación satisfactoria de la noción de regularidad reproducible⁵, no queda suficientemente clara la distinción entre el uso admisible y el espurio de las hipótesis probabilísticas⁶

La propuesta popperiana también ha sido cuestionada por su injustificadamente enfática afirmación de la existencia de una asimetría entre verificación y refutación, fundada en la circunstancia de que un enunciado universal nunca puede ser concluyentemente verificado pero sí falsado. Los críticos objetan que, de acuerdo con la propia metodología de Popper, la falsación de una hipótesis requiere la corroboración de otra hipótesis incompatible con ella. Además, la exigencia de intentar refutar las hipótesis -en conjunción con su afirmación del carácter meramente hipotético de todo enunciado científico- legitima el proceder de quien en vez de refutar la hipótesis a contrastar, procure refutar un enunciado potencial falsador de aquella. Pero este proceder no parece muy diferente del de intentar confirmar la hipótesis en cuestión.

Por otra parte, de acuerdo con el criterio popperiano de demarcación, los enunciados del tipo "existen cuervos negros" no deberían considerarse empíricos por ser infalsables, ya que su falsación equivale a la verificación concluyente de su negación "ningún cuervo es negro". Pero aunque no puede ser concluyentemente falsado, un enunciado del tipo "existen cuervos negros" es completamente verificable. Sin embargo, el carácter empírico que la concepción popperiana atribuye a esta clase de enunciados es, por lo menos, dudoso. En efecto, Popper afirma que los enunciados estrictamente existenciales -es decir, los que omiten la referencia a toda región espacio temporal determinada, como "hay cuervos negros"- no pueden ser falsados porque no contradicen ningún enunciado existencial singular -es decir ninguna afirmación que sí refiera a una región finita del espacio y el tiempo, como "hay un cuervo negro en la región K". Pero el carácter no empírico o metafísico propio de estos enunciados cuando se los considera aisladamente no impide, según el autor, que en algunos casos puedan contribuir al incremento del contenido empírico de una teoría de la cual formen parte. Así, cuando se analiza un enunciado estrictamente existencial junto con los otros enunciados que componen un sistema teórico, es posible considerar que dicho sistema es empírico y no metafísico.⁷ Conviene señalar, no obstante, que Popper atribuye carácter empírico a las hipótesis falsadoras y que, en consecuencia, las considera falsables. Pero las hipótesis falsadoras son enunciados que se obtienen por generalización de las coordenadas individuales de un dato observacional, caracterizándose por su bajo nivel de universalidad.⁸ En otras palabras, dado que los enunciados estrictamente existenciales como "hay cuervos negros" pueden cumplir el papel de hipótesis falsadoras, deberían considerarse enunciados empíricos, contrariamente a lo que Popper sostiene. Un problema semejante se plantea con los enunciados básicos, o enunciados existenciales singulares. Pues luego de atribuirles carácter empírico a enunciados del tipo "lloverá aquí mañana",⁹ el autor

⁵ Nos referimos a una elucidación que incluya algún criterio adecuado para la identidad de acontecimientos, pues sin un criterio tal no es posible asegurar que dado lugar a las mismas condiciones iniciales conseguimos reproducir el mismo efecto físico.

⁶ Posteriormente, Popper propone como regla metodológica interpretar la atribución de un elevado grado negativo de corroboración a una hipótesis probabilística como su refutación, regla tiene como caso particular la de desechar las improbabilidades extremas. (Cfr. Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980, *X)

⁷ Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980, § 15)

⁸ Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980, § 22)

⁹ Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980, § 6)

afirma que todo enunciado descriptivo emplea términos universales, de modo tal que no puede coordinarse con ninguna experiencia sensorial concreta y, en consecuencia, no puede ser verificado.¹⁰ De modo que los enunciados “no lloverá aquí mañana” y “no llueve aquí hoy” serían inverificables. Pero, entonces, no es claro cómo podría considerarse que “lloverá aquí mañana” es falsable.¹¹

Similarmente, tampoco deberían juzgarse empíricos por ser infalsables enunciados del tipo “para todo metal existe un valor de temperatura tal que a esa temperatura, el metal se funde”. Pues su falsación equivale a la verificación concluyente de su negación “existen metales tales que, para cualquier valor de temperatura, no se funden a esa temperatura”. Y la verificación de este último enunciado exige que encontremos un metal para el cual sea verdadero el enunciado “cualquiera sea la temperatura, este metal no se funde a dicha temperatura”, pero la verificación de este enunciado es imposible, dado su carácter universal. Estas consideraciones ponen de manifiesto no sólo las dificultades que plantea el criterio de demarcación entre enunciados científicos y metafísicos propuesto por Popper, de acuerdo con el cual una teoría es científica si es falsable, sino que también ponen en evidencia que la importancia que atribuye a la asimetría entre verificación y falsación carece de justificación.

Pero la perspectiva crítica con respecto a la propuesta de Popper que se adopta aquí se sustenta sobre el problema que plantea la persistente tensión entre su metodología falsacionista, que pretende prescindir de la inducción, su confianza en el progreso de la ciencia y sus aspiraciones realistas. En efecto, como consecuencia de su primitiva concepción de la corroboración, su propuesta metodológica no permite dar cuenta del incremento de conocimiento empírico, de la continua aproximación de la ciencia a la verdad. Pues Popper sostiene que el grado de corroboración de una teoría depende fundamentalmente de la rigurosidad de las contrastaciones a las que ha sido sometida y del modo en que los ha superado. Pero una garantía de que una teoría tenga un elevado grado de corroboración es que sea elevado su grado de falsabilidad, que Popper identifica con la medida de contenido empírico de la teoría, que es inversamente proporcional a su probabilidad lógica. Por esta razón, el grado de corroboración no puede ser asimilado a la probabilidad lógica o grado de confirmación. En consecuencia, no debe interpretarse que el hecho de que una teoría haya superado exitosamente las contrastaciones a las que ha sido sometida como una prueba de que sea altamente probable. Más aun, Popper insiste en que el grado de corroboración de una hipótesis no puede ser una medida de su probabilidad -o grado de confirmación- ya que dicha medida no podría satisfacer los axiomas del cálculo de probabilidades¹². Así, el grado de corroboración tiene un

¹⁰ Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980, § 25.

¹¹ De todos modos, Popper admite que su criterio de falsabilidad no permite realizar una clasificación sin ambigüedades, ya que no es posible decidir si un sistema de enunciados es irrefutable o empírico fundándonos exclusivamente en el análisis de la forma lógica de esos enunciados. De acuerdo con el autor, la pregunta por el carácter empírico de una teoría requiere hacer referencia a los métodos aplicados al sistema teórico. Así, el autor reconoce —al menos implícitamente— que carece de justificación su énfasis inicial en la asimetría entre verificación y falsación y que su criterio de falsabilidad es insuficiente para la demarcación, exigiendo aplicar reglas metodológicas que eviten la adopción de estrategias convencionalistas destinadas a eludir la falsación de las teorías. (Cfr. Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980, § 20.)

¹² Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980, *X, p.339)

valor puramente retrospectivo, pues no es indicio de la confiabilidad futura de las hipótesis. Popper afirma que el grado de corroboración puede adoptarse como una medida de la racionalidad de la aceptación tentativa de una conjetura, es decir, como una medida de la rigurosidad de las contrastaciones a las que la hemos sometido y ha superado exitosamente¹³. En este sentido, el grado de corroboración de una hipótesis no se sustenta tanto sobre el número de instancias corroboradoras de la misma como sobre la rigurosidad de las contrastaciones empíricas.

En consecuencia, y dado su rechazo de la metodología justificacionista, Popper debe encontrar un modo de dar cuenta del proceder de los científicos consistente en buscar teorías más verosímiles que las que ya han sido rechazadas, y de explicar cómo tiene lugar el incremento del conocimiento científico. Así, el autor afirma "Para poner en claro lo que hacemos al buscar la verdad, hemos de poder dar razones, al menos en algunos casos, a favor de la pretensión intuitiva de que nos hemos aproximado a la verdad, de que una teoría T1 ha sido superada por otra T2 porque ésta se parece más a la verdad que T1".¹⁴ Popper considera que el progreso científico consiste en la sustitución de teorías falsadas por otras teorías también falsadas o por lo menos falsables, pero más verosímiles que las anteriores, más cercanas a la verdad que éstas.¹⁵ El autor sostiene que aunque todo conocimiento es provisorio y falible, el objetivo de los científicos es alcanzar hipótesis cada vez más verosímiles, pese a que éstas puedan revelarse luego como falsas. Este es el modo en que podemos aprender de nuestros errores, pues "(...) al averiguar que nuestra conjetura era falsa, habremos aprendido mucho acerca de la verdad y nos habremos acercado a ella"¹⁶. Esto significa que, pese a que la nueva hipótesis sea falsa como su predecesora, será –en algún sentido– "menos falsa" que ésta, lo que supone que de dos teorías falsas, alguna de ellas será preferible a la otra por su mayor cercanía a la verdad, por su mayor verosimilitud. Así, en la metodología falsacionista es necesario mostrar que aunque todas las teorías científicas del pasado hayan sido falsadas, es posible compararlas y establecer cuáles de ellas están más cercanas a la verdad.

De este modo, Popper intentó asociar el progreso científico a la medida en que distan de la verdad las teorías sucesivas, afirmando que la ciencia progresa en base a teorías cada vez más verosímiles. De acuerdo con este autor, es posible describir el método científico y dar cuenta de la historia de la ciencia si la comprendemos como un proceso de

¹³ Popper, K, *Logik der Forschung*, Springer, Viena, 1932, (trad. cast. *La lógica de la Investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1980, *X, p.369)

¹⁴ Popper, K, *Objective Knowledge. An Evolutionary Approach*, Oxford, Clarendon Press, 1972, § 7, (trad. cast. *Conocimiento objetivo: Un enfoque evolucionista*, Tecnos, Madrid, 1982).

¹⁵ Conviene señalar que el propio Popper emplea la expresión "cercana a la verdad" como sinónima de "verosímil" o "semejante a la verdad" –truthlikeness-. Así, en *Conjectures and Refutations* § 10, el autor señala "Lo anterior sugiere la posibilidad de combinar las ideas de verdad y de contenido, y de fundirlas en una sola: la idea de grado de mejor –o peor- correspondencia con la verdad, o de mayor –o menor- semejanza o similitud con la verdad, o para usar un término ya mencionado antes, la idea de grados de verosimilitud." Posteriormente, en "Ayer on empiricism and against verisimilitude", Popper hace referencia a esta obra cuando afirma "Long before I had talked, without much explanation and perhaps naively, about one theory's being closer to the truth than another" (...) "Progress in science involves increase of truth content – provided this can be had without a compensating increase of falsity content." (Cfr. *The Philosophy of Karl Popper*, § 32). De modo que no sólo nosotros nos aproximamos a la verdad cuando averiguamos que una hipótesis es falsa, sino que las hipótesis mismas son consideradas por el autor como más –o menos- próximas a la verdad.

¹⁶ Popper, K., *Conjectures and Refutations. The Grow of Scientific Knowledge*, Routledge and Kegan Paul, London, 1965, p. 231 (trad. cast. *El desarrollo del conocimiento científico: Conjeturas y refutaciones*, Paidós, Bs. As, 1972)

aproximación a la verdad.¹⁷ En la sección siguiente analizaremos las versiones cuantitativa y cualitativa de la teoría de la verosimilitud -noción que trata de captar la idea de aproximación a la verdad, entendida en el sentido correspondentista-, que Popper elabora con el propósito de mostrar cómo su metodología falsacionista conduce a un acercamiento a la verdad.

¹⁷ Popper, K, *Objective Knowledge. An Evolutionary Approach*, Oxford, Clarendon Press, 1972, p. 57-58. (trad. cast. *Conocimiento objetivo: Un enfoque evolucionista*, Tecnos, Madrid, 1982).

3.2. Las dificultades del concepto popperiano de verosimilitud.

La versión cualitativa o intuitiva de la teoría popperiana de la verosimilitud establece que una teoría B está más próxima a la verdad que otra teoría A -suponiendo que sus respectivos contenidos de verdad y falsedad sean comparables- si o bien B tiene un contenido de verdad mayor que A siendo su contenido de falsedad menor o igual que el de A, o bien B tiene un contenido de falsedad menor que A en tanto que su contenido de verdad es mayor o igual al de A¹⁸. Popper define el contenido de verdad a_T de una teoría a como la clase de sus consecuencias lógicas verdaderas no tautológicas, y el contenido de falsedad a_F como la clase de sus consecuencias lógicas falsas. Popper denomina "contenido lógico de un enunciado" a la clase de todas sus consecuencias lógicas, las cuales serán todas verdaderas si el enunciado es verdadero, pero si el enunciado en cuestión es falso, la clase de sus consecuencias lógicas contendrá enunciados verdaderos y enunciados falsos.

Esta definición de verosimilitud plantea varias dificultades. Por ejemplo, Tichy señala que su aplicabilidad está restringida al caso de que los respectivos contenidos de verdad y falsedad de las teorías a comparar estén incluidos uno dentro de otro. En tal caso, un enunciado a será menos verosímil que otro b si y sólo si o bien $a_T \subset b_T$ y además $b_F \subseteq a_F$, o bien cuando $a_T \subseteq b_T$ y además $b_F \subset a_F$. Pero entonces, si b es un enunciado falso, a no es menos verosímil que b, pues si admitimos que $a_T \subset b_T$ entonces no se verifica que $b_F \subseteq a_F$, y si admitimos que $a_T \subseteq b_T$ entonces no se verifica que $b_F \subset a_F$. En consecuencia, si b es falso, a no es menos verosímil que b, de modo que la definición de Popper es inadecuada¹⁹.

También D. Miller argumenta que dos teorías falsas no son comparables en virtud de su verosimilitud y que sólo las teorías verdaderas los son, si se adopta la definición popperiana de verosimilitud. En efecto, si un enunciado b excede a otro a en contenido, entonces lo supera también en contenido de falsedad, a menos que ambos enunciados sean verdaderos. Pues si b es más verosímil que a, entonces tiene que tener más contenido de verdad o menos contenido de falsedad, pero tanto el contenido de verdad como el de falsedad varían directamente con el contenido de a. En consecuencia, si es posible comparar la verosimilitud de dos enunciados y determinar que b es más verosímil que a, entonces b tiene que ser verdadero, dado que ésta es la única manera que b tenga mayor contenido de verdad que a sin que simultáneamente posea más contenido de falsedad que a. De modo que la definición cualitativa popperiana de verosimilitud no permite comparar la verosimilitud de dos teorías falsas, contrariamente a lo que Popper considera²⁰.

Por otra parte, la versión cuantitativa del concepto popperiano de verosimilitud supone aceptar que la medida del contenido lógico de un enunciado es igual a la diferencia entre la unidad y el valor de la probabilidad lógica de ese enunciado. Así, dado un enunciado a, la medida de su contenido lógico es $C(a) = 1 - p(a)$. Popper define la medida del

¹⁸ Popper, K., *Conjectures and Refutations: The Grow of Scientific Knowledge*, Routledge and Kegan Paul, London, 1965, p. 233. (trad. cast. *El desarrollo del conocimiento científico: Conjeturas y refutaciones*, Paidós, Bs. As, 1972)

¹⁹ Tichy, P., "On Popper's Definitions of Verisimilitude", *British Journal of the Philosophy of Science*, 25, 1974, 155-160

²⁰ Miller, D., "Popper's Qualitative Theory of Verisimilitude", *British Journal of the Philosophy of Science*, 25, 1974, p. 166-177.

contenido de verdad $C_T(a)$ del enunciado a como la diferencia entre la unidad y el valor de la probabilidad del contenido de verdad de ese enunciado, es decir $C_T(a) = C(a_T) = 1 - p(a_T)$. La medida del contenido de falsedad $C_F(a)$ del enunciado a es $C_F(a) = C(a/a_T) = 1 - p(a/a_T)$, donde el término " $C(a/a_T)$ " expresa la medida del contenido relativo de a dado el contenido de verdad de a ²¹. Luego, Popper caracteriza la medida de verosimilitud $V(a)$ de un enunciado a , como la diferencia entre las medidas del contenido de verdad y del contenido de falsedad de dicho enunciado, es decir $V(a) = C_T(a) - C_F(a)$. Sustituyendo en esta fórmula las expresiones correspondientes a las medidas de los contenidos de verdad y de falsedad de a obtenemos:

$$V(a) = C(a_T) - C(a/a_T)$$

$$V(a) = (1 - p(a_T)) - (1 - p(a/a_T))$$

$$V(a) = p(a/a_T) - p(a_T)$$

Popper considera que esta definición satisface sus requisitos antes señalados, es decir, que $V(a)$ aumenta cuando aumenta $C_T(a)$ pero no $C_F(a)$, o cuando disminuye $C_F(a)$ pero no $C_T(a)$. Si se multiplica el segundo miembro de la igualdad $V(a) = p(a/a_T) - p(a_T)$ por el factor $1 / (p(a/a_T) + p(a_T))$, entonces resulta:

$$V(a) = \frac{p(a/a_T) - p(a_T)}{p(a/a_T) + p(a_T)}$$

Así, en el caso de que el enunciado a sea verdadero, tendremos:

$$V(a) = \frac{1 - p(a_T)}{1 + p(a_T)}$$

$$V(a) = \frac{C(a_T)}{2 - C(a_T)}$$

²¹ Popper, K., *Conjectures and Refutations. The Grow of Scientific Knowledge*, Routledge and Kegan Paul, London, 1965, p. 393-394 (trad. cast. *El desarrollo del conocimiento científico: Conjeturas y refutaciones*, Paidós, Bs. As, 1972)

No obstante, Grünbaum sostiene que esta versión cuantitativa del concepto de verosimilitud plantea insuperables dificultades.²² Tales dificultades se originan en la incompatibilidad existente entre la propuesta de una teoría de la medida del contenido empírico y de la verosimilitud de un enunciado, por un lado, y el hecho de que Popper considere que la probabilidad de cualquier enunciado universal es nula. En otras palabras, la propia actitud crítica de Popper contra la lógica inductiva es la causa de que su teoría de la verosimilitud sea insostenible. Pues Popper define la medida del contenido lógico de un enunciado a como la igualdad $C(a) = 1 - p(a)$, pero si b y a son enunciados universales sus respectivas probabilidades $p(b)$ y $p(a)$ serán nulas. De modo que si el enunciado b contiene al enunciado a , entonces se verifica $C(b) > C(a)$, pero en tal caso podemos afirmar que se verifica $1 - p(b) > 1 - p(a)$. Sin embargo, como $p(a) = 0$ y $p(b) = 0$, no puede ocurrir que se cumpla la desigualdad $1 - p(b) > 1 - p(a)$, y por lo tanto, tampoco se cumplirá $C(b) > C(a)$. Además, si a y b son universales se verifica

$$V(a) = \frac{C(a)}{2 - C(a)}$$

$$V(a) = \frac{1 - p(a)}{1 + p(a)}$$

$$V(a) = 1$$

$$V(a) = V(b)$$

en consecuencia, no será posible comparar los enunciados a y b con respecto a su verosimilitud cuantitativa.

En vista de las dificultades que plantean estas definiciones del concepto de verosimilitud, Popper²³ proporciona posteriormente dos nuevas caracterizaciones de las nociones cualitativa y cuantitativa de verosimilitud, con la intención de rescatar este concepto como idea regulativa de la racionalidad científica. Con ellas, aunque nunca podamos demostrar que una teoría es más verosímil que otra, es posible formular una conjetura al respecto, sobre la base de la comparación de sus respectivos grados de corroboración. Para expresar esta nueva definición, Popper apela a las nociones de distancia cualitativa con respecto a una teoría verdadera t y distancia cuantitativa con respecto a una

²² Grünbaum, A., "Is Falsifiability the Touchstone of Scientific Rationality? K. Popper versus Inductivism", *Essays in Memory of Imre Lakatos*, (Cohen et al. eds), D. Reidel, Dordrecht-Holland, 1976, p.230-2322.

teoría verdadera t , que designaremos " $D_t(a)$ " y " $d_t(a)$ " respectivamente. Estas nociones fueron formuladas por Tichy, quien propuso un nuevo concepto de verosimilitud fundándose en los conceptos de forma normal disyuntiva y distancia entre dos constituyentes. Un constituyente es equivalente a lo que Carnap denomina "descripción de estado". Es decir, es cada una de las conjunciones posibles -y mutuamente incompatibles- integradas o bien por la proposición $P_i(a_i)$ de un lenguaje L o bien por su negación, siendo

$\{ P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n \}$ el conjunto de todos los predicados de L y $\{ a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m \}$ el conjunto de todas las constantes de individuo de L . Una forma normal disyuntiva de un enunciado de L consiste en toda disyunción de constituyentes lógicamente equivalentes a ese enunciado. La distancia entre dos constituyentes está determinada por el número de proposiciones primitivas negadas en uno de ellos pero no en el otro. En estas condiciones, Tichy define la verosimilitud de un enunciado a como la media aritmética de las distancias entre el constituyente verdadero t y los constituyentes que aparecen en la forma normal disyuntiva del enunciado a ²⁴.

Esta definición de verosimilitud en términos de distancia que propuso Tichy fue cuestionada por Miller, que mostró que la medida de distancia empleada por Tichy era inadecuada. En efecto, de acuerdo con esta definición la distancia de una teoría a la verdad depende del lenguaje en el cual la teoría fue formulada, pues las distancias entre los constituyentes no son invariantes cuando se pasa de un lenguaje L a otro L^* lógicamente equivalente al primero -es decir, cuando se pasa de un lenguaje a otro que son considerados intertraducibles, igualmente expresivos-. De aquí Miller concluye que la definición de verosimilitud de Tichy no es satisfactoria, dado que si consideramos que un enunciado es más verosímil que otro enunciado, generalmente creemos que esto es así con independencia del lenguaje en que los enunciados estén formulados²⁵. Es evidente, entonces, que esta noción de verosimilitud es susceptible a la misma crítica que ya comentamos con respecto al concepto de confirmación, a saber, su dependencia del sistema lingüístico elegido.

Es importante señalar que las nociones de distancia cualitativa a una teoría verdadera t y distancia cuantitativa a una teoría verdadera t que propone Popper difieren de las formuladas por Tichy. De acuerdo con Popper estas nociones deben definirse del siguiente modo:

$$D_t(a) = D(a, t) = (a \wedge \neg t) \vee (\neg a \wedge t)$$

$$d_t(a) = d(a, t) = p((a \wedge \neg t) \vee (\neg a \wedge t)) = p(a \wedge \neg t) + p(\neg a \wedge t)$$

Estas definiciones de los conceptos de distancia cualitativa $D_t(a)$ y distancia cuantitativa $d_t(a)$ conducen a las siguientes definiciones de verosimilitud:

$$\text{Verosimilitud cualitativa: } V_t(a) = 1 - D_t(a) = D_t(\neg a)$$

$$\text{Verosimilitud cuantitativa: } v_t(a) = 1 - d_t(a) = d_t(\neg a)$$

²³ Popper, K., "A Note on Verisimilitude", *British Journal of the Philosophy of Science*, 27, 1976, p. 147-159.

²⁴ Tichy, P., "On Popper's Definitions of Verisimilitude", *British Journal of the Philosophy of Science*, 25, 1974, 158-159

²⁵ Miller, D., "The Distance between Constituents", *Synthese*, 38, 1978, p. 197-212.

Sin embargo, es posible mostrar que esta nueva definición de verosimilitud propuesta por Popper tampoco es adecuada, puesto que si a y b son dos enunciados universales cualesquiera, el grado de verosimilitud correspondiente a cada uno de ellos será el mismo. En efecto, dado que según Popper, la probabilidad de los enunciados universales es siempre nula, y como $d_t(a) = p(a \wedge \neg t) + p(\neg a \wedge t)$ y t es verdadera, entonces

$$p(a \wedge \neg t) = p(a) + p(\neg t) - p(a \vee \neg t) = p(a) - p(a) = 0$$

$$p(\neg a \wedge t) = p(\neg a) + p(t) - p(\neg a \vee t) = p(\neg a) + 1 - p(\neg a) = 1$$

pero de aquí se sigue que $d_t(a) = 1$

Similarmente, como $d_t(b) = p(b \wedge \neg t) + p(\neg b \wedge t)$ y t es verdadera, entonces

$$p(b \wedge \neg t) = 0$$

$$p(\neg b \wedge t) = 1$$

de modo que $d_t(b) = 1$

En consecuencia, tendemos que $v_t(a) = 1 - d_t(a) = 0$ y que $v_t(b) = 1 - d_t(b) = 0$, y por lo tanto podemos afirmar que $v_t(a) = v_t(b)$, siendo a y b enunciados universales cualesquiera.

3.3. Verosimilitud y realismo.

Las consideraciones de la sección anterior evidencian que Popper no logró formular una noción de verosimilitud adecuada para los propósitos de su concepción falsacionista. No obstante, es importante señalar que el interés lógico y metodológico que suscitó el concepto de verosimilitud dio origen a tratamientos alternativos al de Popper, como el llevado a cabo por Niiniluoto en "On the Truthlikeness of Generalizations", "Truthlikeness in First-Order Languages" y "Truthlikeness: Comments on Recent Discussion". Sin embargo, contrariamente a las concepciones popperianas, Niiniluoto sostiene que el desarrollo de una teoría de la verosimilitud no es incompatible con el de la lógica inductiva. Más aun, según este autor, la medida del grado estimado de verosimilitud con respecto a una situación evidencial dada requiere del empleo de un sistema de lógica inductiva adecuada, motivo por el cual este autor adopta el sistema de lógica inductiva de Hintikka. Niiniluoto enfatiza, además, que la noción de verosimilitud es imprescindible para toda postura epistemológica que sustente una concepción realista del progreso científico como la de Popper. De este modo, contrariamente a lo que sostiene Popper, los resultados que Niiniluoto obtiene indican que la probabilidad a posteriori de una generalización con respecto a una porción de evidencia suficientemente amplia sería un buen indicador de su verosimilitud²⁶.

Sin embargo, Miller cuestionó la definición de distancia a la verdad empleada por Niiniluoto porque, al igual que la propuesta por Tichy, es dependiente del lenguaje en que están expresados los constituyentes. El propio Niiniluoto reconoce que la noción de verosimilitud es siempre relativa a un marco conceptual, en el sentido de que las generalizaciones son comparadas no con "la verdad" sino con un constituyente verdadero de un cierto sistema conceptual. Así, si se supone que el constituyente verdadero de un sistema L no tiene que ser igual al de otro sistema L*, no habrá razón para suponer que los grados de verosimilitud de las generalizaciones deben permanecer invariantes con respecto al cambio de marco conceptual. De este modo, según Niiniluoto, a pesar de que dos lenguajes sean intertraducibles, no hay por qué esperar que la verosimilitud permanezca invariante con el paso de uno lenguaje a otro.

Por otra parte, debemos señalar que Popper no es el único epistemólogo contemporáneo que ha discutido la capacidad de la lógica inductiva para dar cuenta de la inferencia científica no demostrativa. También I. Lakatos, en "Changes in the Problem of Inductive Logic", sostiene que la lógica inductiva no es un programa de investigación progresivo sino degenerativo. Asimismo, en "Carnap's Normative Theory of Inductive Probability", W. Stegmüller argumenta que el sistema de lógica inductiva de Carnap debe interpretarse como una teoría normativa de la conducta inductiva racional y no como una teoría de la inferencia científica racional. Sin embargo, Niiniluoto considera que las

²⁶ Niiniluoto, I., "On the Truthlikeness of Generalizations", *Basics Problems in Methodology and Linguistics*, Butt & Hintikka (eds), D. Reidel Publ. Co., Dordrecht - Holland, 1977, p.139

críticas dirigidas en contra de la lógica inductiva, concebida como una teoría de la inferencia científica no demostrativa, se sustentan sobre ciertos rasgos accidentales del sistema de lógica inductiva de Carnap -en particular, sobre rasgos propios de la versión expuesta primitivamente en *Logical Foundations of Probability*. Pero, según Niiniluoto, estas objeciones no afectan los resultados obtenidos por los recientes desarrollos en la teoría lógica de la inducción²⁷.

En efecto, J. Hintikka, mediante el establecimiento de un nuevo sistema de lógica inductiva, logró superar las dificultades del sistema de Carnap, dificultades que lo condujeron a la adopción de la tesis de la dispensabilidad de las leyes y proposiciones universales de la ciencia, como consecuencia de que el grado de confirmación es nulo en dominios infinitos. En el sistema de Hintikka, en cambio, la probabilidad lógica de cierto tipo de generalizaciones compatibles con la evidencia disponible tiende a 1 cuando el número de casos observados tiende a infinito. Precisamente en el marco de este sistema, Niiniluoto y Tuomela consideran haber establecido una definición inobjetable de verosimilitud. Además, al distinguir entre grado comparativo de verosimilitud y grado estimado de verosimilitud, esta propuesta permite -según estos autores- que el realista no tenga que adoptar una metafísica teleológica y se conforme con la estimación de la verosimilitud de generalizaciones en competencia.

Niiniluoto sostiene que hay dos precondiciones para el éxito de un programa de lógica inductiva como la que él defiende, la primera de las cuales es que permita un tratamiento razonable de las generalizaciones inductivas. La segunda, es que pueda dar cuenta del papel de las teorías y de los conceptos teóricos dentro de la inferencia científica. Este autor señala que, en "Towards a Theory of Inductive Generalization"²⁸ y en "A Two Dimensional Continuum of Inductive Methods"²⁹, J. Hintikka resuelve el problema planteado por la primera de las condiciones necesarias para el éxito de un programa de lógica inductiva como el recién descrito. Pues este autor desarrolló un sistema de lógica inductiva para lenguajes de primer orden con predicados monádicos en el cual -como indicamos en el capítulo anterior, sección 2.3- el límite del grado de confirmación de ciertos enunciados universales en dominios infinitos tiende a uno cuando el número de casos observados tiende a infinito. Y, posteriormente, R. Hilpinen en "Relational Hypotheses and Inductive Inference"³⁰ dio los pasos básicos para la extensión del sistema de Hintikka a lenguajes de primer orden con predicados relacionales. Las dificultades relacionadas con la segunda condición fueron abordadas por Niiniluoto y Tuomela en *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*³¹, donde aplican el sistema de lógica inductiva de Hintikka a situaciones en las cuales se introducen predicados teóricos a un lenguaje que

²⁷ Niiniluoto, I., "Inductive Logic and Theoretical Concepts", *Formal Methods in the Methodology of Empirical Sciences*, M. Przelecki, K. Szaniawski & R. Wójcicki (eds), D. Reidel Publ. Co., Dordrecht - Holland, 1976, p. 94

²⁸ Hintikka, J., "Towards a Theory of Inductive Generalization", *Proceedings of the 1964 International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science*, North-Holland, Amsterdam, 1965, p. 274-288.

²⁹ Hintikka, J., "A Two Dimensional Continuum of Inductive Methods", *Aspects of Inductive Logic*, Hintikka & Suppes (eds), North-Holland, Amsterdam, 1966, p. 113-132.

³⁰ Hilpinen, R., "Relational Hypotheses and Inductive Inference", *Synthese*, 23, 1971, p. 266-286

³¹ Niiniluoto, I. & Tuomela, R., *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht - Holland, 1973

inicialmente contaba sólo con predicados observacionales. De este modo, Niiniluoto y Tuomela consideran haber mostrado la indispensabilidad lógica y metodológica de los conceptos teóricos de la ciencia.

No obstante, es importante destacar que la rama de la metodología formal que Niiniluoto denomina "lógica inductiva" no puede considerarse una lógica en el sentido estricto del término. Este autor considera que la interpretación de la probabilidad como grado de implicación parcial es insostenible. Y afirma que la lógica inductiva tiene como objeto de estudio la cuestión relativa a cómo la probabilidad inductiva de una hipótesis con respecto a la evidencia que la sustenta depende de varios factores y presuposiciones. Por ejemplo, depende de la forma lógica de la hipótesis, de la información fáctica contenida en la evidencia, del sistema conceptual empleado para expresar la hipótesis y la evidencia, y de rasgos extralógicos característicos de la situación inductiva relevante. La influencia de factores de índole pragmática sobre la probabilidad inductiva se manifiesta a través de cierto número de parámetros libres extralógicos, que pueden depender del modo en que conceptualizamos el universo de discurso y que reflejan la regularidad -o la creencia del científico en la regularidad- de ese universo. Así, diferentes sistemas de lógica inductiva especifican diferentes tipos de modelos probabilísticos para la distribución de las probabilidades de los enunciados de un sistema conceptual. Toda aplicación de un modelo tal requiere la especificación de los valores de los parámetros extralógicos mencionados, y de este modo se expresan los presupuestos fácticos o sintéticos de la inducción. Sin embargo, el autor no proporciona criterio alguno que garantice la objetividad del modo en que se conceptualiza el universo, ni muestra la posibilidad de establecer tales criterios. En consecuencia, podrían ser consideraciones de índole puramente subjetivas las que nos llevaran a establecer qué parámetros extralógicos emplear en cada situación. Pero, entonces, es difícil imaginar cómo esta concepción podría compatibilizarse con la postura realista que los autores pretenden haber adoptado.

Capítulo 4: Las dificultades de las definiciones sintácticas de la noción de evidencia confirmadora.

Introducción:

En este capítulo se investigan los inconvenientes que suscita la tentativa de proporcionar una caracterización adecuada de la noción cualitativa de evidencia inductiva, a la luz de ciertas paradojas e inconsistencias que plantean las propuestas tradicionales. Se examina, en primer lugar, el problema de la transitividad de la relación de confirmación que se plantea como consecuencia de la exigencia simultánea de ciertas condiciones de adecuación para la noción de evidencia inductiva. Estas condiciones parecen, en principio, apropiadas de acuerdo con nuestra concepción intuitiva de la relación de confirmación, pero la afirmación conjunta de algunas de ellas conducen a la trivialización de esta relación. Sin embargo, si no se adopta una concepción de la relación de confirmación que satisfaga alguna condición de transitividad, no parece posible dar cuenta del modo como la evidencia empírica podría proporcionar algún sustento inductivo a las hipótesis que contienen términos teóricos.

Se analizan aquí las consecuencias de aceptar las condiciones de consecuencia especial, consecuencia conversas, la condición de implicación y la de implicación conversas, que son las condiciones tradicionalmente propuestas para expresar la transitividad de la confirmación. Se evalúa, luego, la solución propuesta por Niiniluoto y Tuomela, quienes intentan mostrar que los términos teóricos son indispensables para la sistematización inductiva ofreciendo una caracterización de la relación de confirmación que no satisface ninguna condición de transitividad.

De este modo, abordamos el análisis de la principal dificultad que plantean tanto la lógica inductiva elaborada por Carnap como la desarrollada por Hintikka: sus resultados son sensibles a la variación de los predicados primitivos del sistema lingüístico en el que se aplican, de modo tal que los resultados de la aplicación de estos sistemas de lógica inductiva varían en función de la elección del lenguaje. Se dedica, en este punto, particular atención a la controversia que Niiniluoto y Tuomela sostienen con Salmon, quien considera que no puede ser aceptada una regla inductiva si el resultado al que conduce su aplicación varía en función de los rasgos propios del lenguaje en el que se aplica en cada caso. Niiniluoto y Tuomela, en cambio, consideran insostenible la pretensión de Salmon de que un sistema de lógica inductiva que viole el requisito de invariancia lingüística que él propone incurrirá en contradicciones interlingüísticas.

Luego analizamos las denominadas "paradojas de la confirmación", que surgen de la aceptación conjunta del criterio de Nicod y de la condición de equivalencia –cuya aceptación parece imprescindible ya que independiza la confirmación de una hipótesis del modo de formularla-. Luego se evalúan críticamente las soluciones ofrecidas por Carnap, Hempel, Hintikka y Couvalis, así como las reformulaciones de la definición de evidencia confirmadora propuestas por Mackie, Hooker, Stove y Goddard orientadas a la resolución de estas dificultades. Examinamos también

la paradoja de Goodman, quien intenta mostrar mediante el planteo de esta dificultad y la crítica de la solución propuesta por Carnap, que no puede definirse adecuadamente la noción de evidencia confirmadora en términos puramente sintácticos. Se estudia, en relación con esta dificultad, una clase de inconsistencias inductivas que surgen por la circunstancia de que es posible elaborar argumentos inductivos con premisas compatibles pero cuyas conclusiones son mutuamente incompatibles. Y se evalúa la solución propuesta por Carnap mediante la formulación del requisito de los elementos de juicio totales. Se analiza luego el tratamiento que Hempel brinda de la paradoja de Goodman, y se cuestiona la negativa de Hempel a aceptar la interpretación probabilística de las inferencias inductivas. Se evalúan los inconvenientes que suscita, desde la perspectiva realista, la solución que propone Goodman, fundada en la noción de atrincheramiento, noción relativa al sistema conceptual empleado para categorizar la experiencia.

También estudiamos la crítica que Couvalis dirige contra la posición de Goodman, y se discute la solución que Kornblith propuso apelando a la noción de clase natural. A continuación, se cuestiona la adecuación de la solución a esta paradoja propuesta por Niiniluoto y Tuomela, argumentando que esta pretendida solución permitiría transformar cualquier situación en la cual hipótesis incompatibles tienen la misma probabilidad con respecto a un mismo cuerpo de evidencia en un problema de elección entre lenguajes o sistemas conceptuales alternativos.

Finalmente, se discute la crítica que van Fraassen dirige contra la concepción bayesiana de la relación de confirmación, según la cual esta concepción conduce al problema de que la probabilidad condicional de cualquier hipótesis con respecto a cualquier evidencia no puede modificarse una vez asignados los valores de las probabilidades a priori requeridos en la fórmula de Bayes. Se examina, asimismo, el denominado "problema de la evidencia previa", y la adecuación de la solución que los bayesianos proponen para eludir esta dificultad.

4.1. La paradoja de la transitividad y el papel de los términos y enunciados teóricos en la sistematización inductiva.

Durante las décadas del sesenta y setenta se desarrolló una línea de investigación que dio origen a una teoría sistemática de la inferencia hipotético-inductiva. Quienes trabajan en esta teoría se ocupan, desde una perspectiva pretendidamente realista, tanto de la sistematización inductiva, de la explicación y predicción inductivas y del papel de los términos teóricos en ellas, como de la corroboración de las teorías científicas y de la medida de su verosimilitud. Así, Niiniluoto sostiene que la lógica inductiva no debe sujetarse al prejuicio de que las probabilidades a posteriori sólo sirven para medir el grado de confirmación, ya que también pueden emplearse para definir los conceptos de grado de corroboración, verosimilitud, aceptabilidad, contenido informativo y poder sistemático. En este sentido, la lógica inductiva es un instrumento útil para conceptualizar los diversos aspectos inductivos de la inferencia científica. Este programa supone, sin embargo, una reformulación de la noción tradicional de confirmación, como queda de manifiesto en la propuesta elaborada por Niiniluoto y Tuomela con la intención de demostrar la indispensabilidad lógica de los términos teóricos para la sistematización inductiva. Para comprender por qué estos autores tuvieron que fundar su propuesta en una concepción de la relación de confirmación diferente de la empleada por Hempel, reseñaremos brevemente las dificultades que presenta la caracterización tradicional de la relación de confirmación cuando se procura dar cuenta del modo en que las hipótesis teóricas pueden recibir apoyo inductivo de la evidencia empírica.

En su artículo de 1958 "El dilema del teórico", Hempel analiza la naturaleza y función de los términos y los enunciados teóricos de la ciencia, con la intención de mostrar su indispensabilidad lógica y metodológica. Con este propósito define la noción de sistematización científica, que caracteriza como el procedimiento de formular argumentos que involucran leyes generales -sean de forma estrictamente universal o estadística- cuya función consiste en establecer conexiones sistemáticas entre hechos empíricos, de modo tal que se pueda inferir a partir de algunos sucesos empíricos otros sucesos semejantes a modo de explicación, predicción o retrodicción.¹ La sistematización científica se propone establecer un orden explicativo o predictivo entre los fenómenos directamente observables, ya sea mediante leyes que hacen referencia a entidades observables o mediante leyes que refieren a entidades hipotéticas o teóricas. Así, podemos formular una distinción entre dos niveles de sistematización científica: el nivel de las generalizaciones empíricas y el de la formación de teorías que, en virtud de la postulación de entidades hipotéticas, dan cuenta de las uniformidades que pertenecen al primer nivel.

La cuestión central que aborda Hempel en este trabajo es la de si es posible, en general, reemplazar cualquier sistematización efectuada mediante principios generales que contengan términos referidos a entidades teóricas, por

una formulación equivalente con leyes generales que contengan exclusivamente términos referidos a entidades observables. Así se plantea la paradoja del teorizar, según la cual si los términos y principios generales de una teoría científica sirven a su propósito -es decir, si establecen conexiones definidas entre fenómenos observables- se puede prescindir de ellos. Ya que cualquier cadena de leyes y enunciados interpretativos que estableciera tal conexión sería reemplazable por una ley que encadenara directamente antecedentes observacionales a consecuencias observacionales. De modo que si los términos y principios de una teoría sirven a su propósito, entonces son innecesarios. Pero si no sirven a su propósito de establecer conexiones definidas entre fenómenos observables, entonces son innecesarios. Y como o bien los términos y principios de una teoría cualquiera sirven a su propósito, o bien no lo hacen, entonces estos son innecesarios.²

Hempel considera que esta paradoja se sustenta sobre una errónea concepción acerca de la naturaleza y la función de los términos teóricos del lenguaje extralógico de la ciencia. El error consiste en suponer que el único propósito de los términos y principios de una teoría es establecer conexiones deductivas entre enunciados observacionales; si éste fuera el caso, los términos teóricos serían eliminables. Pero la sistematización a que dan lugar las teorías científicas no sólo es de tipo deductivo, sino que éstas también establecen diferentes modos de sistematización inductiva, de modo que es posible eludir la conclusión de que los términos teóricos son eliminables.

Una sistematización deductiva es, según Hempel, un argumento deductivo en virtud del cual un suceso empírico se infiere a partir de otros hechos mediante leyes generales, dando lugar así a una explicación, una predicción o una retrodicción del suceso en cuestión. La forma lógica de este tipo de argumentos es, en el caso más simple, la siguiente:

$$C_1, C_2, C_3, \dots, C_k.$$

$$\underline{L_1, L_2, L_3, \dots, L_r.}$$

$$E$$

Aquí, $C_1, C_2, C_3, \dots, C_k$ representan enunciados referidos a sucesos particulares, $L_1, L_2, L_3, \dots, L_r$ representan enunciados que expresan leyes generales, y E es la proposición que enuncia el fenómeno que se explica, predice o retrodice mediante este argumento en el que la conclusión se infiere deductivamente de las premisas. Asimismo, una sistematización inductiva es -de acuerdo con Hempel- un argumento, pero un argumento en el cual las premisas no implican deductivamente la conclusión. Además, las leyes generales invocadas en este tipo de sistematización son de

¹ Hempel, C. G., "El dilema del teórico: un estudio sobre la lógica de la construcción de teorías", *La explicación científica. Estudios sobre filosofía de la ciencia*, Bs. As., Paidós, 1979., pp. 181.

² Hempel, C. G., "El dilema del teórico: un estudio sobre la lógica de la construcción de teorías", *La explicación científica. Estudios sobre filosofía de la ciencia*, Bs. As., Paidós, 1979., pp. 190

forma estadística, son enunciados de probabilidad estadística que permiten establecer conexiones inductivas entre los fenómenos.

La tesis de la dispensabilidad de los conceptos teóricos de la ciencia se funda en tres supuestos. El primero es el de que es posible definir los conceptos teóricos en base a conceptos observacionales mediante definiciones explícitas o definiciones contextuales eliminables. El segundo supuesto es la creencia en la traducibilidad los enunciados teóricos a enunciados observacionales mediante sistemas interpretativos apropiados. El tercero es la afirmación de la sustitutividad funcional de los términos teóricos. Esta sustitutividad consistiría en la posibilidad de formular para cada teoría T otra teoría T_0 que sólo contenga términos observacionales y que permita establecer las mismas conexiones deductivas entre enunciados observacionales que las establecidas por la teoría T original. Con respecto al primer supuesto, Hempel sostiene que no hay argumentos concluyentes en favor o en contra de la definibilidad explícita de todos los términos teóricos de la ciencia empírica por medio del vocabulario observacional.³ La segunda presuposición implica asumir que es posible brindar reglas de traducción, reglas parciales que al menos permitan especificar una traducción para algunos enunciados teóricos de una teoría T mediante enunciados interpretativos, que conformen un sistema interpretativo para esa teoría. Un sistema interpretativo normalmente realiza sólo una interpretación parcial de los términos del vocabulario teórico de la teoría en cuestión, es decir, no proporciona condiciones necesarias y suficientes para la aplicación de los términos del vocabulario teórico mediante los términos del vocabulario observacional. Y tampoco pretende proporcionar una interpretación -parcial o no- para cada uno de los términos del vocabulario teórico individualmente considerados. De acuerdo con Hempel, cuando se interpreta una teoría T mediante un sistema interpretativo no se puede prescindir de los términos teóricos en el sentido estricto de que se pueda eliminar a todos ellos de todos los contextos.⁴

Con respecto al tercer supuesto, de acuerdo con el teorema de Craig se afirma que dada una teoría T - formulada en un lenguaje de primer orden con identidad mediante una especificación efectiva de una serie de postulados en términos de un vocabulario dividido en dos subconjuntos disjuntos V_T y V_0 , conteniendo V_T sólo términos teóricos y V_0 términos observacionales- entonces existe un método general para construir otro sistema T' cuyos postulados están expresados solamente en términos del vocabulario observacional, y cuyos teoremas son exactamente los mismos teoremas de T que no contienen constantes extralógicas que no pertenezcan al vocabulario observacional. Es decir que el nuevo sistema T' es funcionalmente equivalente a T , ya que todas las consecuencias observacionales de T son también consecuencias observacionales de T' , y como las teorías científicas se emplean con el propósito de

³ Hempel, C. G., "El dilema del teórico: un estudio sobre la lógica de la construcción de teorías", *La explicación científica. Estudios sobre filosofía de la ciencia*, Bs. As., Paidós, 1979, p. 209

⁴ Hempel, C. G., "El dilema del teórico: un estudio sobre la lógica de la construcción de teorías", *La explicación científica. Estudios sobre filosofía de la ciencia*, Bs. As., Paidós, 1979, p. 213

predecir o explicar los fenómenos observables, T' permitiría conseguir lo mismo que permitía T, pero sin emplear términos teóricos.

Hempel señala, sin embargo, que la aplicación de las teorías científicas a la predicción y explicación de fenómenos empíricos no sólo se efectúa mediante inferencias deductivas, sino que también se requieren procedimientos de índole inductiva, que serían imposibles si los términos teóricos fuesen lógicamente dispensables. En suma, el argumento de Hempel se funda en que, como una teoría científica no sólo permite realizar sistematizaciones deductivas sino también inductivas, entonces, la prueba de la dispensabilidad de los términos teóricos para los fines de la sistematización deductiva que se muestra en el teorema de Craig no garantiza la completa dispensabilidad lógica de dichos términos. Hempel proporciona un ejemplo de cómo intervienen los términos teóricos en el establecimiento de relaciones inductivas entre los fenómenos observacionales, con la intención de establecer que tales términos son lógicamente indispensables para la sistematización inductiva. Supongamos que en el vocabulario teórico V_T de una teoría T se encuentre el término "fósforo blanco" que designaremos con la letra "F", y que el sistema interpretativo de T ofrece algunas condiciones necesarias observacionales de aplicación para F como, por ejemplo, que el fósforo blanco tiene un olor semejante al del ajo, es soluble en trementina, es soluble en aceites vegetales, es soluble en éter y produce quemaduras en la piel, condiciones que simbolizaremos así:

1. $\Delta x(Fx \rightarrow Ox)$
2. $\Delta x(Fx \rightarrow Tx)$
3. $\Delta x(Fx \rightarrow Vx)$
4. $\Delta x(Fx \rightarrow Ex)$
5. $\Delta x(Fx \rightarrow Px)$

En estas fórmulas, O, T, V, E y P pertenecen al vocabulario observacional V_0 . Supongamos que, además del término teórico "F", V_T tiene otro término teórico más, "I" que emplearemos para designar la propiedad de ser inflamable a 30° C de temperatura. Consideremos el caso en que hay sólo una oración interpretativa para "I", que afirma "en presencia de oxígeno, una sustancia que tenga la propiedad "I" arderá cuando el termómetro señale una marca superior a 30°C", es decir:

6. $\Delta x(Ix \rightarrow Ax)$

Si la teoría T contiene como postulado teórico "el fósforo blanco se inflama a 30°C":

7. $\Delta x(Fx \rightarrow Ix)$

y si estas siete proposiciones constituyen el contenido completo de T entonces, de acuerdo con Hempel, T no permitirá efectuar ninguna sistematización deductiva entre los enunciados de V_0 , dado que no tiene consecuencias en términos de V_0 , excepto consecuencias que sean fórmulas tautológicas. Sin embargo, T permite establecer conexiones

explicativas o predictivas de tipo inductivo entre los enunciados de V_0 . Así, por ejemplo, si se conoce que son verdaderos los enunciados empíricos "O_c", "T_c", "V_c", "E_c" y "P_c" podríamos inferir "F_c" en virtud de los enunciados 1, 2, 3, 4 y 5. A su vez, la verdad de "F_c" posibilita predecir "I_c", de acuerdo con el enunciado 7. Y la verdad de "I_c" permitiría predecir "A_c", en virtud de 6. De modo que la transición de los enunciados empíricos "O_c", "T_c", "V_c", "E_c" y "P_c" al enunciado "A_c" requiere un paso inductivo que involucra un concepto teórico, el paso que consiste en la aceptación de "F_c" sobre la base de la evidencia constituida por los enunciados empíricos "O_c", "T_c", "V_c", "E_c" y "P_c".⁵

Hempel afirma que la elaboración de un sistema T' interpretativo de T mediante el método de Craig no da lugar a este uso inductivo, ya que en T' no hay afirmaciones empíricas. Pues, como ya señalamos, todas las consecuencias deductivas de T que pertenecen a V_0 son enunciados tautológicos, y los teoremas de T' son los teoremas de T que pertenecen a V_0 . En consecuencia, la capacidad de una teoría para establecer sistematizaciones inductivas prueba la indispensabilidad lógica de los términos teóricos que en dicha teoría aparezcan. Sin embargo, se han formulado críticas al argumento de Hempel según las cuales, en los ejemplos como el que menciona Hempel, los conceptos teóricos no establecen una sistematización inductiva, dado que la relación de inducibilidad o confirmación que este tipo de sistematización presupone está incorrectamente caracterizada.

Para simplificar el ejemplo proporcionado por Hempel, supongamos que la teoría T consta de los siguientes enunciados:

$$8. \Lambda x(Px \rightarrow O_{1x})$$

$$9. \Lambda x(Px \rightarrow O_{2x})$$

donde "P" es un predicado teórico y "O₁" y "O₂" son predicados observacionales. Si suponemos que podemos inferir O_{2c} a partir de O_{1c}, es porque inferimos inductivamente P_c a partir de O_{1c}, de acuerdo con 8, y luego deducimos O_{2c} a partir de P_c, en virtud de 9. En tal caso, este argumento, que es sólo una simplificación del que proporciona Hempel, estará implícitamente sustentado sobre dos principios inductivos denominados "condición de implicación conversa" y "condición de consecuencia especial". La condición de implicación conversa afirma que si un enunciado g se deduce de otro enunciado f, entonces g confirma f. La condición de consecuencia especial afirma que si un enunciado f confirma otro enunciado g, y otro enunciado h se deduce de g, entonces f confirma h.

Implicación conversa: Si f implica g, entonces g confirma f.

Consecuencia especial: Si f confirma g, y g implica h, entonces f confirma h.

En este ejemplo, para inducir P_c a partir de O_{1c} nos fundamos en la condición de implicación conversa, y para inferir inductivamente O_{2c} a partir de O_{1c} nos fundamos en la condición de consecuencia especial. Ambas condiciones

⁵ Hempel, C. G., "El dilema del teórico: un estudio sobre la lógica de la construcción de teorías", *La explicación científica. Estudios sobre filosofía de la ciencia*, Bs. As., Paidós, 1979, p. 217-219.

parecen, en principio, aceptables de acuerdo con nuestra concepción intuitiva de la relación de confirmación. Pues la condición de implicación converso -en adelante "IC"- parece dar cuenta de nuestra creencia de que las consecuencias de una hipótesis confirman dicha hipótesis. Similarmente, la condición de consecuencia especial -en adelante "CE"- hace justicia a la intuición básica de que, por ejemplo, un caso confirmador de una generalización se considera, además, como confirmador de la ocurrencia de la próxima instancia confirmadora de dicha generalización, de lo contrario, ésta sería de escaso uso predictivo.

Sin embargo, CE e IC no pueden ser aceptadas simultáneamente, pues una relación de confirmación que satisficiera ambas condiciones sería trivial, en el sentido que para dos enunciados cualesquiera podría afirmarse que uno de ellos confirma el otro. En efecto, supongamos que un enunciado g es lógicamente equivalente a la conjunción de otros dos enunciados f y h , entonces la conjunción de f y h se deduce de g . En consecuencia, f se deduce de g , de modo que -en virtud de IC- f confirma g . Pero como en estas condiciones también h se deduce de g , entonces de acuerdo con CE, f confirmará h . Pero f y h pueden ser enunciados cualesquiera, de modo que una relación de confirmación que satisfaga tanto IC como CE sería trivial. Así, al tomar conjuntamente dos condiciones que parecen plausibles a la luz de nuestra noción intuitiva de confirmación, surge una de las denominadas "paradojas de la transitividad".

Para exponer de modo más general por qué IC y CE no siempre pueden satisfacerse conjuntamente, consideremos el caso de que g implica la conjunción de f y h , cuando g consiste en la conjunción de otros dos enunciados g_1 y g_2 , de las cuales sólo g_1 es necesaria para implicar a f . En tal caso, es claro que f sólo puede confirmar g_1 . Y si además g_2 es la parte componente de g necesaria y suficiente para implicar h , no habría razón por la cual f debiera confirmar g_2 , o debiera confirmar h . De modo que, en los casos que satisfacen las condiciones CE e IC, parece que hay una relación más estrecha que la mera conjunción entre los componentes g_1 y g_2 de g que implican a f y a h respectivamente.⁶

Para eludir esta paradoja Carnap⁷ y Hempel⁸ abandonan la condición CE y retienen la condición IC. Carnap interpreta el enunciado " f confirma g " como equivalente a la desigualdad " $p(g/f) > p(g)$ ", lo que generalmente se denomina "criterio de relevancia positiva". Así, si se acepta el criterio de relevancia positiva, y si ni f ni g tienen una probabilidad a priori igual a 1, es decir, si ambas son en principio empíricamente falsables, entonces la condición IC se sigue inmediatamente. Pero la condición CE no es satisfecha en general por el criterio de relevancia positiva. De este modo, la paradoja de transitividad es evitada. Sin embargo, esta propuesta no podría dar cuenta de aquellos casos en que sí se satisfacen conjuntamente las condiciones IC y CE, que son los casos que proporcionan aceptabilidad intuitiva a estos requisitos.

⁶ Hesse, M., "Theories and the Transitivity of Confirmation", *Philosophy of Science*, 37, 1, 1970, pp.51

⁷ Carnap, R., *Logical Foundations of Probability*, Chicago, University of Chicago Press, 1950, pp 479

Hempel no sólo analiza la posibilidad de que la condición de transitividad pueda expresarse en la forma en que lo hace la condición de consecuencia especial, sino que también propone otra condición de transitividad a la que denomina "consecuencia conversa" -en adelante "CC"- . Según CC, si una proposición f confirma otra proposición g , y g se deduce de una tercera proposición h , entonces f confirma h ⁹, es decir:

Consecuencia conversa: Si f confirma g , y h implica g , entonces f confirma h .

Esta nueva formulación da cuenta de nuestra creencia en que la evidencia que confirma una generalización tendría que confirmar también una teoría de la cual se dedujera esa generalización. Sin embargo, aunque es intuitivamente plausible, esta condición -como ha señalado Skryms¹⁰- no puede aceptarse conjuntamente con otra condición de adecuación para la relación de confirmación, la denominada "condición de implicación" -en adelante "I"- que afirma que si una fórmula f implica otra fórmula g , entonces f confirma g , es decir:

Implicación: Si f implica g , entonces f confirma g .

La dificultad se plantea porque de la adopción simultánea de la condición de transitividad expresada por CC y de la condición I se desprende que la relación de confirmación es una relación trivial, en el sentido de que se satisface para dos fórmulas cualesquiera. Sean, por ejemplo, las fórmulas f y g dos fórmulas arbitrariamente elegidas, entonces la disyunción de f y g se deduce de f , y la disyunción de f y g también se deduce de g . En consecuencia, en virtud de I, f confirma la disyunción de f y g , y como esta disyunción se deduce de g , entonces, de acuerdo con CC, f confirma g .

Esta paradoja podría eludirse adoptando el requisito de relevancia positiva, que satisface la condición I pero no la condición CC. Pero esto significa abandonar la pretensión de encontrar una condición de transitividad que la relación de confirmación pudiera cumplir. Pues, aunque expresáramos la transitividad con la siguiente condición "Si f confirma g , y g confirma h , entonces f confirma h ", el requisito de relevancia positiva tampoco satisfaría esta condición. Además, ni esta última condición, ni la condición CC servirían para mostrar cuál es el rol que cumplen los términos y enunciados teóricos en la sistematización inductiva del modo en que Hempel pretende hacerlo. Pues es mediante la sucesiva aplicación de las condiciones CE e IC como se pone de manifiesto, según el ejemplo proporcionado por este autor, el papel que cumplen los términos y enunciados teóricos en la sistematización inductiva. En suma, si identificamos el grado de confirmación con una medida probabilística, tanto la paradoja provocada por las condiciones IC y CE, como la generada por CC e I, se originan porque parece necesario que la relación de confirmación sea transitiva, pero ni el criterio de relevancia positiva ni el de elevada probabilidad¹¹ satisfacen la condición de transitividad, excepto en ciertos casos límites.

⁸ Hempel, C.G., "Studies in the Logic of Confirmation", *Mind*, 54, 1945, proscritum de 1964

⁹ Hempel, C.G., "Studies in the Logic of Confirmation", *Mind*, 54, 1945, p. 3

¹⁰ Skirms, B., "Nomological Necessity and the Paradoxes of Confirmation", *Philosophy of Science*, 33, 1966, pp 230

¹¹ De acuerdo con el criterio de elevada probabilidad, un enunciado f confirma otro enunciado g si la probabilidad condicional del segundo con respecto al primero es mayor o igual a algún valor fijo, por ejemplo, $1/2$. En cambio, el criterio de relevancia positiva establece que f confirma g si la probabilidad condicional de g con respecto a f es superior a la probabilidad de g .

En otras palabras, renunciar a la transitividad de la relación de confirmación nos dejaría ante el problema de explicar cómo las hipótesis que contienen términos teóricos pueden ser confirmadas por la evidencia empírica. Pero aceptar las condiciones de adecuación que dan lugar a la transitividad de la relación de confirmación, nos conduce a una noción trivial de confirmación. Frente a estas dificultades, Niiniluoto y Tuomela se proponen demostrar la indispensabilidad lógica de los términos teóricos para la sistematización inductiva entre enunciados del lenguaje observacional. Para lograrlo, ofrecen una definición de sistematización inductiva diferente de la de Hempel, y niegan que la relación de confirmación cumpla con condición de transitividad alguna. Retomemos el ejemplo ya considerado en el que, a partir de una teoría T compuesta por los postulados:

$$8. \Lambda x(Px \rightarrow O_1x)$$

$$9. \Lambda x(Px \rightarrow O_2x)$$

se infiere inductivamente O_2c a partir de O_1c , en virtud de la aplicación sucesiva de las condiciones IC y CE a las fórmulas 8 y 9. Los autores consideran que la inferencia de O_2c a partir de O_1c , mediante Pc puede ser vista no como un argumento de dos pasos, sino como uno de un solo paso, que procede de la conjunción de T y O_1c hacia O_2c , o desde O_1c hasta O_2c "a la luz de T", es decir, dentro del marco teórico en el contexto del cual se presenta el predicado teórico P. De este modo, según los autores, se eluden los problemas relativos a la transitividad de la relación de confirmación.¹² Sin embargo, en tanto que no se elucida la naturaleza del proceso lógico consistente en inferir un enunciado a partir de otro a la luz de cierta teoría, no parece que se haya aportado una solución aceptable al problema de la transitividad de la relación de confirmación.

Con respecto a la noción de sistematización inductiva, Niiniluoto y Tuomela cuestionan la concepción hempeliana, afirmando que si bien es aceptable la consideración de la sistematización deductiva como un razonamiento, no ocurre lo mismo con la sistematización inductiva. En particular, los autores rechazan la caracterización de la explicación inductivo-estadística proporcionada por Hempel, cuya estructura lógica es:

$$p(G/F)=r$$

$$\underline{Fa} \text{ _____ } [r]$$

Ga

Aquí, la conclusión Ga se supone inductivamente inferible a partir de la ley estadística expresada por $p(G/F)=r$ y de la condición inicial enunciada en Fa, siempre que el valor de r sea, digamos, superior a 1/2. Por el contrario, si r es pequeño, no es razonable esperar que ocurra el evento descrito por Ga sobre la base de las premisas dadas.

Sin embargo, Niiniluoto y Tuomela —entre otros autores— señalan que en algunos casos de este último tipo, la probabilidad inicial de Ga puede ser muy baja en comparación con su probabilidad relativa a las premisas. En tales circunstancias, las premisas son estadísticamente relevantes con respecto a Ga y pueden, por lo tanto, considerarse

como explicativamente relevantes con respecto a G_a , ya que podría decirse que las premisas transmiten alguna información concerniente a G_a y es por eso que reduce su inicial improbabilidad. En suma, los autores consideran que explicar algo consiste en proporcionar información relevante para el explanandum y, en lo que respecta a las explicaciones inductivas, adoptan el criterio de relevancia positiva como interpretación de la relación de inducibilidad o confirmación, en lugar del criterio de alta probabilidad que adopta Hempel.¹³ Pero las explicaciones son sólo un caso de los tipos sistematización que establecen las teorías científicas. Veamos, entonces, cómo definen estos autores la noción más amplia de sistematización teórica.

Sea una teoría T axiomatizada en el lenguaje de la lógica de predicados monádicos sin identidad, cuyos predicados extralógicos fueron dicotomizados en el subconjunto de los predicados observacionales λ y el subconjunto de los predicados teóricos μ . Denotaremos con " $L(\lambda \cup \mu)$ " el lenguaje completo de la teoría T , y con " $L(\lambda)$ " y " $L(\mu)$ " sus sublenguajes. En estas condiciones, una teoría T establece una sistematización inductiva con respecto a λ y a una determinada relación de confirmación o inducibilidad si y sólo si para los enunciados no tautológicos e y h de $L(\lambda)$ se cumplen las siguientes condiciones:¹⁴

- (a) h es inducible a partir de e y T .
- (b) h no es inducible a partir de e .
- (c) h no es deducible a partir de e y T .

Si interpretamos la relación de confirmación o inducibilidad en términos del criterio de relevancia positiva, las condiciones (a) y (b) pueden expresarse del siguiente modo:

- (a) $p(h/e \wedge T) > p(h/T)$
- (b) $p(h/e) \leq p(h)$.

En estas condiciones, Niiniluoto y Tuomela muestran que los conceptos teóricos del subconjunto μ del lenguaje $L(\lambda \cup \mu)$ de la teoría T son lógicamente indispensables para la sistematización inductiva con respecto a λ y a una cierta relación de confirmación o inducibilidad si y sólo si cuando T establece una sistematización inductiva con respecto a λ y a la relación de confirmación, no existe ninguna subteoría de T en $L(\lambda)$ que realice al menos la misma sistematización.¹⁵ Los autores señalan que las distintas interpretaciones de la relación de confirmación pueden ser apropiadas dentro de diferentes situaciones inductivas, aunque estén en conflicto mutuo. Es por eso que su definición de sistematización inductiva está relativizada a la relación de inducibilidad o confirmación que se seleccione en cada caso.

¹² Niiniluoto & Tuomela, *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1973, pp. 5

¹³ Niiniluoto & Tuomela, *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1973, pp. 8 y 9

¹⁴ Niiniluoto & Tuomela, *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1973, p. 11, 12.

¹⁵ Niiniluoto & Tuomela, *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1973, p. 12

En esta concepción de la función de los términos teóricos en la sistematización inductiva, los autores adoptan la siguiente caracterización de la dicotomía teórico-observacional, que es considerada puramente metodológica¹⁶:

- Un término no lógico P perteneciente a una teoría T que integra un paradigma¹⁷ K es observacional con respecto a T si y sólo si cualquier científico representativo dentro de K puede “medir” P en las aplicaciones típicas de T sin fundarse en la verdad de T.
- Un término no lógico P perteneciente a una teoría T que integra un paradigma K es teórico con respecto a T si y sólo si P no es observacional con respecto a T -en el sentido de que ningún científico representativo dentro de K puede “medir” P en todas las aplicaciones típicas de T sin fundarse en la verdad de T-. Y, además, P ha sido introducido en T con la intención de explicar el comportamiento de aquellas entidades de las que trata T.

La expresión “medir P” significa llegar a una conclusión acerca de si es verdadero o no un enunciado atómico acerca de P y algún dominio de entidades. Diremos que un término teórico P puede tener un uso evidencial directo -o indirecto- en el caso de que se pueda “medir P”, fundándose -o no- en la verdad de T. Esta caracterización de los términos teóricos permite que éstos puedan ser usados siempre, en ocasiones, o nunca de manera evidencial, en el primer caso tendremos un predicado teórico evidencial, y en el último uno no evidencial.

Para tratar los aspectos técnicos de la sistematización inductiva, poniendo en evidencia que las teorías desempeñan un papel directo en ella, Niiniluoto y Tuomela trabajan en el contexto del sistema de lógica inductiva de Hintikka. De modo que será necesaria al menos una sucinta exposición de este sistema. Se mostrará, así, el modo en que puede calcularse la probabilidad inductiva de las generalizaciones formuladas en un lenguaje $L(\lambda)$ constituido por predicados observacionales sobre la base de la evidencia sustentadora disponible, a la que consideraremos completa con respecto a dicho lenguaje.¹⁸

Sea $L^n = L(\lambda)$ un lenguaje de primer orden con un número n de constantes de individuo y con una cantidad k de predicados monádicos primitivos O_r -con $r= 1, 2, \dots, k$ - lógicamente independientes entre sí. En base a estos predicados primitivos O_r se pueden describir un número $K=2^k$ de tipos diferentes de individuos clasificables en el lenguaje L^n mediante los denominados “constituyentes atributivos” $Ct_1(x), Ct_2(x), Ct_3(x), \dots, Ct_K(x)$, constituidos cada uno de ellos por la conjunción de cada uno de los predicados O_j o su negación, es decir:

$Ct_i = (+/-)O_1(x) \wedge (+/-)O_2(x) \wedge \dots \wedge (+/-)O_k(x)$ -con $i= 1, 2, \dots, K$, siendo el signo (+/-) sustituible por la negación de un predicado primitivo o no por nada, según el caso. Los constituyentes atributivos determinan una partición del universo U, en el cual es interpretado el lenguaje $L(\lambda) = L^n$, en una cantidad K de conjuntos. Estos K constituyentes atributivos permiten formar un número 2^K de “constituyentes” de $L(\lambda) = L^n$ cada uno de los cuales

¹⁶ Tuomela, R., *Theoretical Concepts*, LEP Vol. 10, Springer-Verlag, Wien, 1973

¹⁷ La noción de paradigma es entendida aquí en el sentido en que la emplea Kuhn en *La estructura de las revoluciones científicas*.

tiene la forma: “ $(+/-)\forall x Ct_1(x) \wedge (+/-)\forall x Ct_2(x) \wedge \dots \wedge (+/-)\forall x Ct_k(x)$ ” siendo el signo (+/-) sustituible por la negación de un constituyente atributivo o por nada.

Los constituyentes describen cada uno de los diferentes tipos de mundos lógicamente posibles que pueden especificarse mediante los k predicados primitivos, las conectivas y los cuantificadores de L^n . Así, todo enunciado general de L^n puede ser expresado mediante una disyunción de constituyentes. Un constituyente es, entonces, un enunciado que expresa cuáles conjuntos del universo U son vacíos y cuáles están instanciados. El número w_i de constituyentes atributivos Ct_i -o de conjuntos asociados a ellos- que está instanciado en el universo U de acuerdo con un constituyente C_i se denomina “medida” o “rango” del constituyente en cuestión.

Supongamos que hemos observado una muestra de n individuos en el universo U y encontramos que en esta muestra hay una cantidad c de tipos diferentes de individuos Ct_i ejemplificados de hecho, por ejemplo, los constituyentes atributivos Ct_1, Ct_2, \dots, Ct_c . En tal caso, podemos establecer la generalización:

$$(G1): C_c = \forall x Ct_1(x) \wedge \forall x Ct_2(x) \wedge \dots \wedge \forall x Ct_c(x) \wedge \Delta x (Ct_1(x) \vee Ct_2(x) \vee \dots \vee Ct_c(x))$$

La generalización así representada por el constituyente C_c afecta a todos los individuos del universo U , pues afirma que en tal universo sólo existen los tipos de individuos que están evidencialmente ejemplificados mediante los constituyentes atributivos Ct_1, Ct_2, \dots, Ct_c . De modo que cada individuo de U pertenece a uno de estos constituyentes atributivos, y no hay individuos en U de otro tipo. Pero como podemos suponer también que en U hay, en realidad, instanciados un número $w > c$ de constituyentes atributivos, podríamos comparar el grado de confirmación de la generalización $G1$ con el grado de confirmación de su competidora $G2$:

$$(G2): C_w = \forall x Ct_1(x) \wedge \forall x Ct_2(x) \wedge \dots \wedge \forall x Ct_w(x) \wedge \Delta x (Ct_1(x) \vee Ct_2(x) \vee \dots \vee Ct_w(x))$$

La cantidad de constituyentes atributivos Ct_i instanciados en el universo U de acuerdo con el constituyente C_w es w , y el número de constituyentes atributivos Ct_i instanciados en la muestra efectivamente observada es c , de acuerdo con el constituyente C_c . Un constituyente compatible con la evidencia e -la evidencia de que hay un número c de tipos diferentes de individuos o constituyentes atributivos instanciados- es todo aquel que afirme que hay instanciados una cantidad w de constituyentes atributivos Ct_i tales que

$c \leq w \leq K$. Además, todo enunciado de $L^n = L(\lambda)$ es equivalente a una disyunción finita de constituyentes, y esta disyunción es la forma normal distributiva de ese enunciado. Los enunciados generales con más de un constituyente en su forma normal distributiva se denominan “generalizaciones débiles” y los que tienen sólo un constituyente se denominan “generalizaciones fuertes”.

En el continuo bidimensional de métodos inductivos de Hintikka se emplean dos parámetros α y λ para determinar la probabilidad o grado de confirmación de los enunciados de un lenguaje como el descrito en el párrafo

¹⁸ Esto significa, como luego veremos, que el enunciado que expresa la evidencia afirma para cada uno de los individuos de la muestra

anterior. Estos son parámetros extralógicos que representan el grado de uniformidad o desorden del universo U -o nuestra creencia en tal grado-. El parámetro α se emplea en el caso de las generalizaciones, y λ en el caso de los enunciados singulares. Valores pequeños de ambos parámetros reflejan una gran uniformidad, y valores elevados, un gran desorden. En efecto, el parámetro α es directamente proporcional a la probabilidad a priori del constituyente C_k de acuerdo con el cual existen individuos de todos los tipos expresables en nuestro lenguaje $L^n = L(\lambda)$ en el universo U. Así, cuando α tiende a infinito, la probabilidad a priori del constituyente C_k tiende a uno, mientras que las probabilidades de los demás constituyentes se aproximan a cero. Pero cuando $\alpha=0$, entonces todos los constituyentes tienen la misma probabilidad a priori, cuyo valor será $1/2^K$ porque la cantidad de constituyentes expresables en L^n es 2^K . Así, este parámetro puede ser concebido como un índice del rigor de las consideraciones a priori en una generalización inductiva.¹⁹ El parámetro λ , como ya señalamos, también puede ser concebido como una medida del desorden del universo o de nuestra creencia en el desorden del universo, pero en tanto expresado por los enunciados singulares que hacen referencia a la distribución de los individuos entre aquellos constituyentes atributivos que están instanciados en nuestro universo. Como el parámetro λ es relevante en el caso de la inferencia inductiva singular, para el tratamiento de la indispensabilidad lógica de los términos teóricos en la sistematización inductiva, Niiniluoto y Tuomela asumen que $\lambda(w)=w$.

Si e es un enunciado que describe una muestra de n individuos a_i -con $i = 1, 2, \dots, n$ - pertenecientes al universo U, y si n_j -con $j = 1, 2, \dots, n$ - es el número de individuos de la muestra e que ejemplifican el constituyente atributivo C_i , entonces $n_1 + n_2 + \dots + n_K = n$. Y si c es número de constituyentes atributivos C_i ejemplificados en la muestra e, entonces la función representativa del sistema de Hintikka para calcular la probabilidad de la hipótesis $C_i(a_{n+1})$ con respecto a la evidencia e y a la generalización compatible con la evidencia C_i , donde a_{n+1} es un nuevo individuo no incluido en la muestra e y C_i es uno de los constituyentes atributivos que están instanciados en el universo U de acuerdo con el constituyente C_i es:

$$p(C_i(a_{n+1}) / e \wedge C_i) = n_i + 1 / n + w_i$$

y la probabilidad de la evidencia con respecto al constituyente C_i es²⁰:

$$p(e/C_i) = [(w_i - 1)! / (n + w_i - 1)!] \cdot \prod_{j=1}^K (n_j!)$$

observada cuáles son los constituyentes atributivos de L^n que ese individuo ejemplifica.

¹⁹ Hintikka, J., "A Two Dimensional Continuum of Inductive Methods", *Aspects of Inductive Logic*, Hintikka y Suppes (eds), North-Holland, Amsterdam, 1966, pp. 117

²⁰ Niiniluoto, I., "Inductive Logic and Theoretical Concepts", *Formal Methods in the Methodology of Empirical Sciences*, Przelecki, Szaniawski & Wojcicki (eds), pp. 98

La probabilidad a priori de los constituyentes C_i se define como una función del parámetro α , para valores no negativos del mismo, del siguiente modo:

$$p(C_i) = \frac{(\alpha + w_i - 1)! / (w_i - 1)!}{\sum_{j=0}^K \binom{K}{j} (\alpha + j - 1)! / (j - 1)!}$$

De las fórmulas anteriores se sigue que la probabilidad de la evidencia e es:

$$p(e) = \frac{\sum_{j=0}^{K-c} \binom{K-c}{j} (\alpha + c + j - 1)! / (n + c + j - 1)! \prod_{j=1}^K (n_j!)}{\sum_{j=0}^K \binom{K}{j} (\alpha + j - 1)! / (j - 1)!}$$

Aplicando del Teorema de Bayes, podemos obtener la probabilidad a posteriori del constituyente C_i con respecto a la evidencia e:

$$(10) p(C_i / e) = \frac{(\alpha + w_i - 1)! / (n + w_i - 1)!}{\sum_{j=0}^{K-c} \binom{K-c}{j} (\alpha + c + j - 1)! / (n + c + j - 1)!}$$

Con esta fórmula puede calcularse la probabilidad a posteriori de una generalización fuerte -cuya forma normal sea un constituyente determinado C_i - con respecto a la evidencia e. Para calcular la probabilidad a posteriori de una generalización débil h con respecto a la evidencia e, podemos emplear la expresión $p(h/e) = \sum_i p(C_i/e)$ en donde i asume los valores correspondientes a los C_i que pertenecen a la forma normal distributiva de la generalización h. Si observamos la fórmula (10) vemos que la probabilidad a posteriori de un constituyente C_i con respecto a la evidencia e depende del rango o medida w_i del constituyente en cuestión, de la cantidad n de individuos que pertenecen a la muestra observada que constituye la evidencia e y del número c de tipos diferentes de individuos -es decir, del número de constituyentes atributivos- que están ejemplificados en la evidencia. Pero, como en esta fórmula aparece el número K de constituyentes atributivos expresables en el lenguaje L_n^k , el valor de la probabilidad del constituyente C_i con

respecto a la evidencia e depende también del sistema conceptual que expresa el lenguaje, y de la situación inductiva presupuesta, representada en el valor asignado al parámetro α .

Uno de los principales resultados del sistema de lógica inductiva formulada por Hintikka, que puede deducirse del análisis de la fórmula (10) cuando α asume un valor finito y λ es mayor que cero, es que la probabilidad a posteriori de un constituyente²¹ C_c con respecto a la evidencia e tiende a uno cuando el número de individuos de la muestra observada tiende a infinito. En tal caso, la probabilidad a posteriori del constituyente C_w para $w > c$, tiende a cero, mientras que los restantes constituyentes compatibles con la evidencia -es decir, los C_w tales que $w > c$ - tendrán un grado de confirmación que se aproximará a cero cuando n tienda a infinito.²² Esto significa que la probabilidad de una generalización con respecto a la evidencia y a la información previamente disponible tiende a uno a medida que se incrementa la evidencia que la sustenta. Este resultado puede corregirse en caso de que el próximo individuo observado y no incluido previamente en la muestra e ejemplifique un constituyente atributivo cuya instanciación esté permitida por la generalización G2 pero no por G1.²³

Este modo de calcular la probabilidad a posteriori de un enunciado general permite seleccionar la mejor entre dos generalizaciones en competencia sobre la base de la evidencia y del background de información previamente disponible. Pues cuanto menor sea el número w de tipos de individuos diferentes que efectivamente están instanciados en el universo U, mayor será la probabilidad a posteriori del constituyente C_w con respecto a la evidencia e. Esta probabilidad alcanzará su máximo valor cuando $w = c$, porque c es el número de tipos de individuos diferentes que encontramos ejemplificados en nuestra muestra e de n individuos. Esta es la razón por la cual debemos preferir la generalización G1 a la generalización G2, si tomamos en consideración la información aportada por la muestra e. En suma, contrariamente a lo que sucede con la lógica inductiva carnapiana, el grado de confirmación de una generalización en un universo infinito puede tender a uno en el caso de que la cantidad de individuos de la muestra observada tienda a infinito.

Analícemos ahora cómo podría demostrarse que una teoría T establece una sistematización inductiva entre dos enunciados h y k de $L(\lambda)$, según la definición dada por Niiniluoto y Tuomela de sistematización inductiva. Supongamos que, al lenguaje $L(\lambda) = L^k_h$ que tenía una cantidad k de predicados primitivos O_t -con $t = 1, 2, \dots, k$ -, de los cuales resultaba un número $K = 2^k$ de constituyentes atributivos C_i -con $i = 1, 2, \dots, K$ - y una cantidad 2^K de constituyentes C_j -donde $j = 1, 2, \dots, 2^K$ -, añadimos un nuevo predicado P. Como los resultados que se obtienen son

²¹ Es decir, la probabilidad del constituyente de acuerdo con el cual existen en el universo U sólo aquellos tipos de individuos ejemplificados en nuestra muestra.

²² Hintikka, J., "A Two Dimensional Continuum of Inductive Methods", *Aspects of Inductive Logic*, Hintikka y Suppes (eds), North-Holland, Amsterdam, 1966, pp. 9

²³ Para efectuar tal corrección deberemos sustituir n por n+1 y c por c+1.

cualitativamente similares cualquiera sea el número de nuevos predicados que se adicionen, nos restringiremos al caso en el cual sólo se adiciona un predicado al lenguaje original $L(\lambda)$. De esta manera, el nuevo lenguaje enriquecido $L(\lambda \cup \mu) = L(\lambda \cup \{P\}) = L^{k+1}_n$ tendrá ahora una cantidad $k+1$ de predicados primitivos $O_1, O_2, O_3, \dots, O_k, P$, un número $K^* = 2^{k+1} = 2K$ de constituyentes atributivos Ct^*_i (donde $i = 1, 2, \dots, 2K$), y una cantidad $2^{2K} = 4K$ de constituyentes C^*_j (donde $j = 1, 2, \dots, 2^{2K}$). Cada uno de los constituyentes atributivos Ct_i del lenguaje L^k_n será lógicamente equivalente a una disyunción de dos constituyentes atributivos $Ct^*_{i_s}$ del lenguaje enriquecido L^{k+1}_n es decir que $Ct_i = Ct^*_{i_1} \vee Ct^*_{i_2}$, en donde $Ct^*_{i_1} = Ct_i \wedge P$ y $Ct^*_{i_2} = Ct_i \wedge \neg P$

Es claro que, aunque enriquecimos el lenguaje adicionando un nuevo predicado primitivo, el dominio de individuos sigue siendo el mismo. El lenguaje L^k_n introduce una partición en el dominio de individuos al clasificarlos en un número K de conjuntos correspondientes a cada uno de los constituyentes atributivos Ct_i . Estos constituyentes atributivos representan los distintos tipos de individuos que pueden determinarse mediante el lenguaje L^k_n en el universo U . En consecuencia, al adicionar un nuevo predicado primitivo P el nuevo lenguaje enriquecido L^{k+1}_n se efectúa una partición más fina del dominio de individuos, al subdividir los conjuntos determinados por cada constituyente atributivo Ct_i de L^k_n en dos subconjuntos $Ct^*_{i_1} = Ct_i \wedge P$ y $Ct^*_{i_2} = Ct_i \wedge \neg P$.

El nuevo predicado P puede estar conectado con los anteriores predicados O_i de diferentes maneras. Por ejemplo, P podría estar explícita o parcialmente definido por algunos de los predicados O_i , o por algunos de los enunciados generales de L^{k+1}_n que contengan a P y a algunos de los O_i podrían ser verdaderos, o aceptados como verdaderos por nuestro conocimiento fáctico. Si designamos T a la conjunción de todas esas definiciones o enunciados generales de L^{k+1}_n , entonces T será una teoría que expresa las conexiones del nuevo predicado primitivo P con el vocabulario anterior de L^k_n .

Puede suceder, entonces, que si T es verdadera algunos de los subconjuntos $Ct^*_{i_s}$ —donde $i = 1, 2, \dots, 2K$, y $s = 1, 2$ — sean vacíos, dado que algunos de los constituyentes atributivos $Ct^*_{i_s}$ podrían no estar instanciados si T es verdadera.²⁴ Supongamos que r es el número de subconjuntos correspondientes a los constituyentes atributivos $Ct^*_{i_s}$ del lenguaje enriquecido L^{k+1}_n que están vacíos como consecuencia de la verdad de T , y $r > 0$. Esto no significa asumir que la verdad de T impide que algunos de los constituyentes atributivos Ct_i de $L(\lambda)$ estén instanciados. Pero esto podría ocurrir si T tiene consecuencias observacionales no tautológicas. Supongamos, además, que h es la generalización observacional cuya forma normal distributiva es el constituyente C_w de $L(\lambda)$ compatible con la evidencia e , evidencia según la cual hay una cantidad c de constituyentes atributivos Ct_i de $L(\lambda)$ que están instanciados. Como h

²⁴ Esto no ocurre siempre, pero el cálculo de las probabilidades en el caso de las teorías en las que esto no ocurre puede obtenerse como un caso particular del caso en que las teorías prohíben que algunos de los constituyentes atributivos $Ct^*_{i_s}$ estén ejemplificados.

es la generalización que afirma que una cantidad w de constituyentes atributivos $C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{iw}$, de $L(\lambda)$ están instanciados en el universo, h implica que otros b constituyentes atributivos están vacíos, de modo que $w=K-b$.

La evidencia proporcionada por la muestra e , disponible previamente al enriquecimiento del lenguaje L^n , puede ser interpretada a la luz del predicado P y de la teoría T , de modo tal que si el constituyente atributivo $C_i=Ct^*_{i1} \vee Ct^*_{i2}$ está instanciado en la muestra e puede suceder que:

(1.a) Ct^*_{i1} no esté ejemplificado en U a causa de que T es verdadera.

(1.b) Ct^*_{i2} no esté ejemplificado en U a causa de que T es verdadera.

Obsérvese que no podría ocurrir que ambos Ct^*_{i1} y Ct^*_{i2} estén vacíos, porque suponemos que T es compatible con la evidencia e . Sin embargo, puede ocurrir que P sea un predicado "evidencial" en el sentido de que puede ser válidamente mensurado suponiendo que T es verdadera. En este caso, podremos observar cada individuo de la muestra e y establecer si satisface P o $\neg P$. Entonces, se presentan tres posibilidades:

(2.a) Ct^*_{i1} no está instanciado en e -pero no sabemos si lo está o no en el universo U - y Ct^*_{i2} sí está instanciado en e .

(2.b) Ct^*_{i1} está instanciado en e y Ct^*_{i2} no está instanciado en e -pero no sabemos si lo está o no en el universo U -.

(2.c) Ct^*_{i1} está instanciado en e y Ct^*_{i2} está instanciado en e .

Así, cada constituyente C_i de L^n es equivalente a la disyunción de 3^{wi} constituyentes C^*_i del lenguaje enriquecido L^{k+1}_n .

Sin embargo, también podría ocurrir que (3) P fuera un predicado "no-evidencial", en el sentido de que aunque supongamos la verdad de T , no podemos decidir si un individuo de la muestra e satisface P o si satisface $\neg P$. De modo que no podemos determinar si un individuo que satisface C_i pertenece al subconjunto correspondiente a Ct^*_{i1} o al correspondiente a Ct^*_{i2} , y nuestra evidencia será incompleta con respecto al lenguaje L^{k+1}_n . En este punto, Niiniluoto y Tuomela asumen el supuesto simplificador de que un predicado teórico evidencial siempre puede ser usado para proporcionar información acerca de la evidencia permitiendo redescibir la evidencia originalmente expresada por medio de L^n , y que un predicado teórico no evidencial no puede ser usado para tal propósito.²⁵

En efecto, de acuerdo con Niiniluoto²⁶ la probabilidad $p(C^*_i/e)$ de un constituyente C^*_i de L^{k+1}_n con respecto a la evidencia no puede ser evaluada a menos que asumamos algunas presuposiciones acerca de la naturaleza del nuevo predicado P . Si suponemos que P es un predicado teórico evidencial en el sentido (2), no se presentará ningún caso de (3) cuando la evidencia es descripta en términos de L^{k+1}_n . Entonces, si:

- c es el número de constituyentes atributivos C_i de $L(\lambda)=L^n$ ejemplificados en la evidencia e , donde $1 \leq c \leq K$

²⁵ Los autores señalan que los casos intermedios entre estos dos extremos podrían ser tratados, en principio, dentro de este marco teórico sin que se presente otro problema que el del incremento en la complejidad de los cálculos.

²⁶ Niiniluoto, I, "Inductive Logic and Theoretical Concepts", *Formal Methods in the Methodology of Empirical Sciences*, Przelecki, Szaniawski & Wojcicki (eds), pp. 100

- c_0 es el número de constituyentes atributivos Ct_i de $L(\lambda)=L^k_n$ correspondientes al caso (2.c), es decir el número de constituyentes atributivos Ct_i tales que tanto los constituyentes atributivos correspondientes Ct^*_{i1} como Ct^*_{i2} de L^{k+1}_n , están ejemplificados en la muestra observada e , de modo que $0 \leq c_0 \leq c$.
- $c^*=c + c_0$ es el número de constituyentes atributivos Ct^*_{is} del lenguaje enriquecido L^{k+1}_n que están instanciados en la muestra e , de modo que $1 \leq c^* \leq 2c$.
- b es el número de constituyentes atributivos Ct_i de $L(\lambda)=L^k_n$ que corresponden a conjuntos que están vacíos como consecuencia de que la generalización h es verdadera, de modo que $0 < b \leq K-c$.
- b^* es el número de constituyentes atributivos Ct^*_{is} del lenguaje enriquecido L^{k+1}_n que corresponden a subconjuntos que están vacíos como consecuencia de la verdad de la generalización h pero no de la verdad de T , de modo que $0 \leq b^* \leq 2b$.
- d es el número de pares de constituyentes atributivos Ct^*_{is} del lenguaje enriquecido L^{k+1}_n que no están instanciados en e , pero que tampoco corresponden a conjuntos vacíos como consecuencia de la verdad de h , de modo que: $0 \leq d \leq K-b-c$.
- r es la cantidad de constituyentes atributivos Ct^*_{is} del lenguaje enriquecido L^{k+1}_n que no están instanciados como consecuencia de la verdad de la teoría T .
- $K-c$ es el número de constituyentes atributivos Ct_i de $L(\lambda)=L^k_n$ que no están instanciados en la muestra e .
- $2K-c^*-r$ es el número de constituyentes atributivos Ct^*_{is} del lenguaje enriquecido L^{k+1}_n que no están instanciados en la muestra e pero que tampoco corresponden a conjuntos vacíos como consecuencia de la verdad de la teoría T .
- $K-b-c$ es el número de constituyentes atributivos Ct_i de $L(\lambda)=L^k_n$ que están instanciados como consecuencia de la verdad de la hipótesis h , pero que no están ejemplificados en la muestra e .
- n^*_j es el número de individuos ejemplificados en la muestra e que pertenecen a los subconjuntos determinados por L^{k+1}_n
- w^*_i es el rango o medida del constituyente C^*_i de L^{k+1}_n , es decir, el número de constituyentes atributivos Ct^*_{i-o} de conjuntos asociados a ellos- que está instanciado en el universo U de acuerdo con un constituyente C^*_i . Si C_{c+1} , C_{c+2} , ..., C_w son los constituyentes atributivos instanciados por C_w pero no ejemplificados en la muestra e , entonces el número de estos será $w-c=K-b-c$. Y si entre estos constituyentes atributivos hay una cantidad d con respecto a los cuales la teoría T no implica que los individuos que los ejemplifican deban tener P o deban tener $\neg P$, tendremos tres alternativas posibles para cada Ct_i (donde $i = c+1, c+2, \dots, w$):
 - $Ct_i \wedge P$ está instanciado en el universo U de acuerdo con el constituyente C^*_i
 - $Ct_i \wedge \neg P$ está instanciado en el universo U de acuerdo con el constituyente C^*_i

- tanto $C_i \wedge P$ como $C_i \wedge \neg P$ están instanciados en el universo U de acuerdo con el constituyente C^*_i

Entonces, si suponemos que e , h y T son compatibles, que h es una generalización débil, y en las fórmulas del sistema de Hintikka reemplazamos K por $2K$, c por c^* , n_j por n^*_j , C_i por C^*_i , w_i por w^*_i , resulta²⁷:

$$p(h/e \wedge T) = \frac{\sum_{j=0}^{2K-r-c^*-b^*} \binom{2K-r-c^*-b^*}{j} (\alpha + c^* + j - 1)! / (n + c^* + j - 1)!}{\sum_{j=0}^{2K-r-c^*} \binom{2K-r-c^*}{j} (\alpha + c^* + j - 1)! / (n + c^* + j - 1)!}$$

Si tomamos $n=0$ y $c=0$, obtenemos la probabilidad a priori de la generalización h :

$$p(h) = \frac{\sum_{j=0}^{K-b} \binom{K-b}{j} (\alpha + j - 1)! / (j - 1)!}{\sum_{j=0}^K \binom{K}{j} (\alpha + j - 1)! / (j - 1)!}$$

Si tomamos $r=0$, y $b^*=2b$, obtenemos la probabilidad de la generalización h con respecto a la evidencia e :

$$p(h/e) = \frac{\sum_{j=0}^{2K-2b-c^*} \binom{2K-2b-c^*}{j} (\alpha + c^* + j - 1)! / (n + c^* + j - 1)!}{\sum_{j=0}^{2K-c^*} \binom{2K-c^*}{j} (\alpha + c^* + j - 1)! / (n + c^* + j - 1)!}$$

Si α y n son suficientemente grandes con respecto a K obtenemos que las siguientes aproximaciones para las fórmulas anteriores:

²⁷ Niiniluoto, I, "Inductive Logic and Theoretical Concepts"; *Formal Methods in the Methodology of Empirical Sciences*, Przelecki, Szaniawski & Wojcicki (eds), pp. 101

$$p(h/e \wedge T) \approx [1 + (\alpha + c^*) / (n + c^*)]^{-b^*}$$

$$p(h/e) \approx [1 + (\alpha + c^*) / (n + c^*)]^{-2b}$$

$$p(h) \approx (1 + \alpha)^{-b}$$

De aquí se sigue que sólo si $b^* < 2b$, entonces $p(h/e \wedge T) > p(h/e)$. Y además, si $\alpha = n$, $p(h/e \wedge T) > p(h/e)$ sólo si $b^* < b$. Pero $b^* < b$ sólo si T tiene consecuencias observacionales. En suma, es posible incrementar la probabilidad a posteriori de una generalización observacional introduciendo un nuevo predicado P dentro del lenguaje original, pero sólo si disponemos de una teoría sólida acerca de las relaciones del nuevo predicado con el vocabulario anterior. En otros términos, si tenemos una muestra grande extraída de un universo muy irregular, entonces, la redescrición de ese universo en términos de un lenguaje más rico incrementa la probabilidad a posteriori de una generalización del vocabulario observacional sólo si el nuevo predicado está estrechamente conectado con el vocabulario anterior. Además, $p(h) \geq p(h/e)$, pues la probabilidad a posteriori de una generalización del lenguaje observacional con respecto a la evidencia disponible disminuye a medida que aumentan n y α .²⁸

Niiniluoto y Tuomela demuestran que cuando los valores de α y n son elevados, los resultados que se obtiene para el caso de que el nuevo predicado introducido sea no evidencial son los mismos que los que obtuvimos al incorporar un predicado evidencial.²⁹ Resultados similares se infieren en el caso de que h sea una generalización fuerte. Esto significa que T es positivamente relevante para la confirmación de la generalización h, y que h no es inducible a partir de e. En consecuencia, podemos afirmar que T establece una sistematización inductiva entre los enunciados h y e de $L(\lambda)$. Este resultado evidencia, según los autores, la indispensabilidad lógica del término teórico P para la sistematización inductiva.³⁰ Y en la obtención de este resultado se empleó el criterio de relevancia positiva, que como no satisface ninguna condición de transitividad excepto en ciertos casos límites, no es susceptible de la objeción de trivialidad que afectaba a la definición cualitativa de confirmación hempeliana.

Sin embargo, es necesario señalar que este modo de calcular la probabilidad de un enunciado con respecto a la evidencia y a la información teórica previamente disponible -empleado aquí para demostrar la indispensabilidad lógica de los términos teóricos en la sistematización inductiva- depende de la estructura lógica de la teoría T con respecto a la cual se evalúa la probabilidad de una generalización observacional. Y también depende de la medida en

²⁸ Niiniluoto, I., "Inductive Logic and Theoretical Concepts", *Formal Methods in the Methodology of Empirical Sciences*, Przelecki, Szaniawski & Wojcicki (eds), pp. 109

²⁹ Recordemos que P es no evidencial si para ningún individuo de la muestra e podemos afirmar que tiene la propiedad P o que tiene la propiedad $\neg P$, excepto en el caso de que la verdad de la teoría T excluya una de estas dos posibilidades.

que los predicados de la teoría T son definibles en términos del vocabulario observacional o estén vinculados a él. Así, como señalamos anteriormente, la probabilidad de un enunciado con respecto a la evidencia y a la información teórica previamente disponible que se emplea aquí no puede ser calculada exclusivamente a priori o sobre fundamentos lógicos solamente, porque depende del sistema conceptual empleado para expresar los enunciados y de los rasgos extralógicos característicos de la situación inductiva en cada caso. Esto significa que el enunciado metalingüístico que afirma " $p(h/e \wedge T) = r$ " es parcialmente fáctico, pues los parámetros del sistema bi-paramétrico de Hintikka no pueden ser determinados sólo sobre fundamentos puramente lógicos. El carácter relativo de los resultados obtenidos al calcular la probabilidad inductiva de un enunciado se ve afectado por la incidencia de factores pragmáticos sobre la evaluación de las probabilidades. Diferentes sistemas de lógica inductiva asumen diferentes formas de tal dependencia, así que especifican diferentes tipos de modelos probabilitarios para la distribución de las probabilidades de los enunciados pertenecientes a un sistema conceptual. Toda aplicación de tales modelos requiere de la especificación de los valores de sus parámetros extralógicos, los cuales expresan las presuposiciones fácticas o sintéticas de la inducción. En suma, la satisfacción de meros criterios sintácticos no parece suficiente para mostrar la indispensabilidad lógica de los términos teóricos para la sistematización inductiva.

Nos enfrentamos, así, con el problema más acuciante que plantean los sistemas de lógica inductiva elaborados, entre otros, por Carnap y Hintikka: el que consiste en determinar en qué medida la relación inductiva entre una hipótesis y la evidencia empírica debería depender del lenguaje en el cual estas se expresan. En otras palabras, esta dificultad consiste en establecer qué rasgos de una inferencia inductiva deben ser lingüísticamente invariantes y cuáles pueden variar en función de la elección del lenguaje. Y, en particular, si es posible compatibilizar con una concepción realista la idea de que algún rasgo del lenguaje pudiera influir en la atribución de una medida de probabilidad inductiva a una hipótesis sobre la base de la evidencia disponible.

En efecto, tanto en el sistema- λ de lógica inductiva propuesto por Carnap³¹ como el sistema- λ - α elaborado por Hintikka³², la probabilidad inductiva de una predicción singular se calcula como un tipo de promedio ponderado entre un factor empírico y un factor lógico. El factor empírico se determina mediante las frecuencias relativas observadas mientras que el factor lógico se determina mediante la elección de los predicados primitivos del lenguaje. Esta circunstancia hace que estos sistemas de lógica inductiva sean sensibles a la elección de los predicados primitivos, en particular, a la cantidad de tales predicados presentes en el lenguaje del sistema.

³⁰ Niiniluoto & Tuomela, *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1973, pp. 43-50

³¹ Carnap, R., *The Continuum of Inductive Methods*, The University of Chicago Press, Chicago, 1952.

³² Hintikka, J., "A Two Dimensional Continuum of Inductive Methods", *Aspects of Inductive Logic*, Hintikka, J. and Suppes, P. eds., North-Holland, Amsterdam, 1968.

Algunos autores han cuestionado esta dependencia de la probabilidad inductiva con respecto al número de predicados primitivos del lenguaje, por considerar que este es un rasgo contraintuitivo.³³ Así, Salmon sostiene que ninguna regla inductiva puede ser aceptable si el resultado a que conduce su aplicación varía en función de rasgos arbitrarios de la elección del lenguaje. Y como la elección de los predicados primitivos de un lenguaje es arbitraria, propone adoptar el requisito de que ninguna regla inductiva se considere adecuada si el resultado a que conduce su aplicación varía en función de la elección de los predicados primitivos del lenguaje³⁴. Salmon muestra que el método de estimación del límite de las frecuencias relativas basado en el sistema- λ de Carnap viola este requisito. Fundándose en esta circunstancia, concluye que este sistema de lógica inductiva es inadecuado para tratar con los hechos³⁵. Una conclusión similar puede derivarse con respecto al sistema- λ - α de Hintikka.

Sin embargo, aunque es intuitivamente plausible la idea de que ninguna regla inductiva pueda ser aceptable si el resultado a que conduce su aplicación varía en función de rasgos arbitrarios de la elección del lenguaje, Niiniluoto y Tuomela³⁶ cuestionaron que de esta idea se derive el requisito que propone Salmon. De acuerdo con estos autores, el hecho de que de la adopción de este requisito se desprenda la desagradable consecuencia de que la aplicación de las reglas inductivas debe restringirse a los casos en los cuales sólo hay predicciones puramente ostensivas, pone en evidencia que el requisito de invariancia lingüística es objetable. Salmon, en cambio -y pese a la indeseable consecuencia que se desprende de este requisito- considera que no hay otra alternativa posible. Pues asegura que el rechazo del requisito de invariancia lingüística nos obligaría, por un lado, a la adopción de presuposiciones metafísicas y, por el otro, nos conduciría a inconsistencias lógicas. En lo que sigue analizaremos cada una de estas dos afirmaciones, así como el modo en que Niiniluoto y Tuomela las han discutido.

Según Salmon, rechazar este criterio nos llevaría a adoptar presupuestos metafísicos, porque nos veríamos obligados a considerar un lenguaje en particular como teniendo un status privilegiado en lo que respecta a la descripción y a la inferencia, aunque sabemos que la elección de un lenguaje es arbitraria³⁷. Por su parte, Niiniluoto y Tuomela admiten que la elección de un lenguaje no es una cuestión de lógica solamente, y que no puede ser resuelto

³³ Véase Salmon, W., "Vindication of Induction", *Current Issues in the Philosophy of Science*, H. Feigl and G. Maxwell ed., Holt, Rinehart and Winston, New York, 1961. También Nagel, E., "Carnap's Theory of Induction", *The Philosophy of Rudolf Carnap*, P.A. Schilpp ed., Open Court, La Salle, 1963, y Hacking, I., "Linguistically Invariant Inductive Logic", *Synthese*, 20, 1969, pp. 25-47.

³⁴ Salmon, W., "Vindication of Induction", *Current Issues in the Philosophy of Science*, H. Feigl and G. Maxwell ed., Holt, Rinehart and Winston, New York, 1961, pp. 249.

³⁵ El criterio de invariancia lingüística era parte del programa de "vindicación de la inducción" propuesto por Salmon. Salmon consideraba que era posible mostrar que la única regla inductiva asintótica para estimar el límite de las frecuencias relativas que satisfacía las condiciones normalizadoras y su criterio de invariancia lingüística era la denominada 'regla directa'. Sin embargo, luego de las críticas que Hacking (1965), Barker (1961) y Rudner (1961) le formularan, Salmon debió admitir que su criterio de invariancia lingüística no lo ayudaba a vindicar la regla directa. Y reconoció que el único modo de hacerlo, empleando este criterio, era restringiendo la aplicación de las reglas inductivas a los casos simples en los cuales sólo hay predicciones observacionales puramente ostensivas. Pero ésta es una consecuencia indeseable de su propuesta si se quiere emplear la lógica inductiva para trabajar con teorías y predicados teóricos.

³⁶ Niiniluoto, I. y Tuomela, R., *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*, D. Reidel Publishing Co, Dordrecht, Holland, 1973.

³⁷ Salmon, W., "Rejoinder to Baker", *Current Issues in the Philosophy of Science*, Feigl and Maxwell eds., Holt, Rinehart and Winston, New York, 1961, pp.260

dentro de ningún sistema de lógica inductiva. Estos autores reconocen incluso que las reglas generales para la elección de lenguaje -como el requisito de completitud descriptiva propuesto por Carnap³⁸- son indefendibles. Sin embargo, los autores consideran que la elección no es tan arbitraria como Salmon parece creer, aunque admiten que este es un proceso que depende fuertemente del contexto -de cuál es el universo que es objeto de estudio en cada caso, de cuál es la hipótesis en cuyo apoyo intentamos encontrar evidencia confirmadora, de cuál es el conocimiento teórico disponible y los presupuestos teóricos referidos a la constitución de universo, etc. Así, la preferencia tentativa de un lenguaje sobre otro en un determinado contexto está definida por razones eminentemente pragmáticas³⁹. Pero, a pesar de que estos motivos son de naturaleza pragmática, no necesariamente son arbitrarios o metafísicos. En consecuencia, según estos autores, no está justificada la pretensión de Salmon de que deba aceptarse el requisito que exige que ninguna regla inductiva se considere adecuada si el resultado a que conduce su aplicación varía en función de la elección de los predicados primitivos del lenguaje.

Niiniluoto y Tuomela sostienen que este requisito expresa en una forma extrema la fe en la existencia de hechos objetivos independientes de cualquier categoría conceptual. Y citan, al respecto, las palabras del propio Salmon, que afirma la existencia de "hechos objetivos" cuyas probabilidades no deberían variar en función de cuál sea el lenguaje que elegimos para hablar acerca de ellos.⁴⁰ Niiniluoto y Tuomela creen, por el contrario, que no hay tales "hechos objetivos", puesto que ningún hecho científicamente relevante es percibido independientemente de todo esquema conceptual, de modo que las probabilidades asociadas a cualquier hecho científicamente relevante dependerán del lenguaje empleado. Así, consideran que no es forzoso aceptar el requisito propuesto por Salmon. No obstante, estos autores concuerdan con Rudner⁴¹ en que el *desideratum* es una teoría que minimice o elimine las consecuencias indeseables de las inevitables variaciones lingüísticas. Por ese motivo reivindican la conveniencia de que los sistemas de lógica inductiva no dependan de los rasgos arbitrarios del lenguaje, aunque creen que estos tienen que tolerar cierto grado de variancia lingüística. Pero, entonces, surge la dificultad de establecer cuáles rasgos de un lenguaje son, efectivamente, arbitrarios.

Posteriormente, Salmon⁴² sostuvo que la justificación fundamental para la adopción de su requisito de invariancia lingüística no reside en su intuitiva plausibilidad ni en que evite presuposiciones metafísicas, sino en que es

³⁸ El requisito de completitud descriptiva afirma que cuando aplicamos un lenguaje a un universo dado para los propósitos de la lógica inductiva, los predicados primitivos de este lenguaje deben ser elegidos de manera tal que sean suficientes para expresar todos los atributos cualitativos exhibidos por los individuos en ese universo, y ninguno otro más. (Carnap, *Logical Foundation of Probability*, 1950). Posteriormente, Carnap abandonó este requisito y adoptó una condición que hace que las probabilidades inductivas dependan sólo de los predicados que aparecen en los enunciados de la hipótesis y de la evidencia en cuestión. ("Replies and Systematic Exposition", *The Philosophy of Rudolf Carnap*, P. Schilpp ed., Open Court, La Salle 1963, p.975)

³⁹ cfr. Michalos, A. C., *The Popper-Carnap Controversy*, Martinus Nijhoff, The Hage, 1971, pp. 66-69

⁴⁰ Salmon, W., "Vindication of Induction", *Current Issues in the Philosophy of Science*, Feigl and Mawell eds., Holt, Rinehart and Winston, New York, 1961, pp. 249

⁴¹ Rudner, R., "An Introduction to Simplicity", *Philosophy of Science*, nº 28, 1961, pp.263-264

⁴² Salmon, W., "On Vindicating Induction", *Induction: Some Current Issues*, Kyburg and Nagel eds, Wesleyan University Press, Middletown, 1963.

un requisito de consistencia. Pues, en su opinión, un sistema de lógica inductiva que viole el requisito en cuestión incurrirá en contradicciones interlingüísticas demostrables en algún metalenguaje⁴³. Un ejemplo de tales contradicciones interlingüísticas es proporcionado por Michalos, que comentaremos a continuación.⁴⁴

Sea L_1 un lenguaje monádico cuyos predicados primitivos son 'R' y 'S', y sea L_2 un lenguaje monádico cuyos predicados primitivos son 'R', 'C' y 'V'. Interpretemos los predicados primitivos según las siguientes reglas semánticas: 'Rx', 'Sx', 'Cx' y 'Vx' significan, respectivamente, 'x es romano', 'x es soltero', 'x es no casado', y 'x es varón'. Sean g_1 y g_2 las generalizaciones: $g_1 = \Lambda x(Rx \rightarrow Sx)$ y $g_2 = \Lambda x(Rx \rightarrow Cx \wedge Vx)$ en L_1 y L_2 respectivamente. Supongamos, ahora, que en una muestra e de cinco individuos se han encontrado individuos que, con respecto al lenguaje L_1 , podemos clasificar como romanos y solteros, o como solteros que no son romanos, o como individuos que no son ni romanos ni solteros. Y supongamos que en una muestra e' de cinco individuos se han encontrado individuos que, con respecto al lenguaje L_2 , podemos clasificar como romanos varones no casados, o como no romanos ni varones pero casados, o como ni romanos ni casados pero varones, o como ni romanos ni varones ni casados. En estas condiciones, las probabilidades de cada una de estas generalizaciones con respecto a la evidencia correspondientes asumen diferentes valores en el sistema- λ - α de Hintikka⁴⁵. Pero, como la expresión 'soltero' se define como 'varón no casado', se puede asumir que los cinco individuos de las muestras e y e' son, de hecho, los mismos. Más aún, podría argumentarse que las generalizaciones g_1 y g_2 sólo difieren lingüísticamente. Y, dado que estas generalizaciones adoptan diferentes probabilidades sobre la base de la misma muestra de individuos, tendríamos aquí -según Michalos- un caso genuino de contradicción interlingüística.

Niiniluoto y Tuomela plantean dos objeciones contra este ejemplo. En primer lugar, sostienen que aunque los individuos que componen las muestras e y e' sean iguales, los enunciados evidenciales e y e' son diferentes. Al aplicar L_2 observamos casados y no casados, varones y mujeres, mientras que al aplicar L_1 observamos solteros y no solteros. En consecuencia, los datos e y e' no son los mismos. La segunda objeción que estos autores plantean es que las generalizaciones g_1 y g_2 no son lógicamente equivalentes, y su equivalencia tampoco se deriva de las cuatro reglas semánticas referidas al significado de los predicados 'R', 'S', 'C' y 'V'. En suma, la equivalencia lógica de estas generalizaciones no se sigue de las reglas sintácticas y semánticas de L_1 y L_2 . Para probar su equivalencia interlingüística en algún metalenguaje tenemos que agregar una premisa adicional que afirme que las expresiones 'soltero' y 'varón no casado' tienen siempre la misma extensión, $h: \Lambda x(Sx \leftrightarrow Vx \wedge Cx)$. Así, Niiniluoto y Tuomela consideran que no es sorprendente que las probabilidades de las generalizaciones g_1 y g_2 sean diferentes, ya que no

⁴³ Salmon, W., "Reply to Black", *Induction: Some Current Issues*, Kyburg and Nagel eds, Wesleyan University Press, Middletown, 1963, pp. 51)

⁴⁴ Michalos, A. C., *The Popper-Carnap Controversy*, Martinus Nijhoff, The Hague, 1971, pp 89-90

⁴⁵ En efecto, si asumimos que $\alpha=0$ y que $\lambda(w)=w$, tenemos que $p(g_1/e)=0.727$ y $p(g_2/e)=0.287$.

hay nada en dichas generalizaciones -tal como ellas están expresadas en L_1 y L_2 respectivamente- ni tampoco en la evidencia con respecto a la cual se calculan sus probabilidades, que pudiera garantizar su equivalencia.

Niiniluoto y Tuomela consideran que disponen de un método razonable para disolver este tipo de "contradicciones interlingüísticas" que Salmon emplea como recurso para argumentar en defensa de la necesidad de adoptar su requisito de invariancia lingüística. Los autores señalan que la premisa metalingüística de que los predicados 'soltero' y 'varón no casado' tienen siempre la misma extensión y las reglas semánticas que asignan significados a los símbolos lingüísticos 'R', 'S', 'C' y 'V' tienen diferente status. Pues la premisa metalingüística h no es una regla semántica sino que tiene la fuerza de una definición explícita que afirma que los predicados 'soltero' y 'no casado' tienen la misma extensión. Esta definición h no puede ser expresada ni en L_1 ni en L_2 , pero sí puede ser expresada en un nuevo lenguaje L_3 que contenga los predicados 'R', 'S', 'C' y 'V'. Y, aunque en L_3 la definición h no sea una verdad lógica, podría ser adoptada como un postulado de significado analíticamente verdadero en L_3 . En estas condiciones, si adoptamos la idea carnapiana de que todo valor de confirmación debe ser calculado como valor relativo a la verdad de los postulados de significación,⁴⁶ entonces el cálculo de la probabilidad de las generalizaciones en cuestión en L_3 relativa a la verdad del postulado h , arrojará el mismo valor como resultado⁴⁷. Es decir que, si tomamos en cuenta en el nivel del lenguaje objeto la premisa que afirma la equivalencia de g_1 y g_2 , la pretendida contradicción desaparece.

Niiniluoto y Tuomela afirman que este ejemplo muestra cómo una supuesta contradicción interlingüística demostrable en el metalenguaje resulta sólo como consecuencia de que los postulados de significación metalingüísticos no se reflejan en el nivel de los lenguajes objeto. Pero, aunque los postulados de significación metalingüísticos que conectan los lenguajes L_1 y L_2 no sean expresables en alguno de estos dos lenguajes, siempre es posible construir un nuevo lenguaje L_3 que contenga todos los predicados de L_1 y L_2 , para calcular las probabilidades inductivas dentro de L_3 como probabilidades condicionales con respecto a la verdad de los postulados de significación que conectan L_1 y L_2 , de modo tal que la contradicción desaparezca. De este modo, los autores consideran que aun aquellos investigadores que empleen los lenguajes L_1 y L_2 podrían, de todos modos, ponerse de acuerdo con respecto al valor de las probabilidades inductivas si decidieran emplear el lenguaje L_3 que combina sus esquemas conceptuales respectivos.

Niiniluoto y Tuomela concluyen que es insostenible la pretensión de Salmon de que un sistema de lógica inductiva que viole su requisito de invariancia lingüística incurrirá en contradicciones interlingüísticas demostrables en el metalenguaje. Ya que tales contradicciones no se plantean cuando tomamos en consideración, en el nivel del lenguaje objeto, los principios metalingüísticos -los postulados de significación- sobre los cuales se basan estas pretendidas contradicciones interlingüísticas. Ahora bien, dado que no podemos expresar estos principios metalingüísticos en cada

⁴⁶ Carnap, R., "Meaning Postulates", *Philosophical Studies*, 3, pp.65-73, 1952

⁴⁷ En efecto, $p(g_1 / e \& h) = p(g_2 / e \& h) = 0.287$, ya que en L_3 se verifica que $h \mid \text{---} g_1 \equiv g_2$ y $h \mid \text{---} e \equiv e'$

uno de los lenguajes en cuestión, se plantea el problema de la elección de lenguajes. Esta elección, sostienen los autores, no es una cuestión de lógica solamente, sino que depende también de diferentes circunstancias pragmáticas. Pero la dificultad que se plantea entonces, creemos, es que necesitaremos criterios de elección entre sistemas lingüísticos alternativos. En particular, dada su expresa adhesión al realismo, los autores deberían ofrecer cuando menos una argumento en favor de la posibilidad de que existan procedimientos adecuados mediante los cuales la realidad empírica guía nuestras decisiones cuando elegimos un marco conceptual en lugar de otro. Sin embargo, Niiniluoto y Tuomela no proporcionan tales criterios, ni argumentan en defensa de la posibilidad de su existencia.

Ahora bien, estos autores sostienen que el criterio de relevancia positiva era apropiado para caracterizar la relación de confirmación, porque al no satisfacer la condición de transitividad no trivializa la relación de confirmación y además da cuenta de cómo las hipótesis teóricas pueden ser confirmadas por la evidencia empírica. Pero esta conclusión se sustenta en la aplicación de lógica inductiva de Hintikka, que no parece adecuada pues sus resultados son sensibles a la variación de sistema lingüístico empleado, y no disponemos de criterios objetivos que determinen qué sistema lingüístico debe seleccionarse. De modo que todavía queda sin resolver el problema de formular una noción de confirmación que permita dar cuenta de cómo la evidencia empírica puede confirmar enunciados teóricos, pero sin dar origen a una definición trivial como la que se deriva de suponer la transitividad de la relación de confirmación.

4.2. Paradojas de la confirmación e inconsistencias inductivas.

Con el propósito de lograr una reconstrucción racional de las normas de convalidación de hipótesis científicas que se sustentara sobre criterios objetivos de confirmación empírica, Hempel intentó desarrollar una teoría puramente formal de la confirmación.⁴⁸ Análogamente a lo que sucede en la lógica deductiva, que suministra criterios puramente formales de validez de las inferencias deductiva, Hempel procuró fundar su teoría sobre criterios de confirmación puramente formales, criterios basados exclusivamente las relaciones sintácticas entre los enunciados involucrados en las inferencias inductivas. En su opinión, disponer de una explicación formal de la relación de confirmación significaría contar con una evidencia de la solidez de las inferencias inductivas, porque así se pondría de manifiesto que la confirmación puede ser descrita mediante criterios objetivos y sin referencia alguna a sensaciones subjetivas de evidencia.

Hempel consideraba que una lógica formal de la confirmación permitiría comprender la naturaleza de toda inferencia inductiva persuasiva en términos de una teoría formal de las relaciones entre enunciados. De este modo, la persuasividad inductiva se debería exclusivamente a la forma lógica de los enunciados y no su contenido específico. Pero la búsqueda de criterios generales y objetivos que determinen si puede afirmarse que cierta evidencia corrobora una hipótesis dada y en qué medida ésta está confirmada por tales elementos de juicio ha planteado serias dificultades lógicas. No obstante, de acuerdo con Hempel tales dificultades se derivan, en gran medida, del hecho de que ciertos rasgos asociados generalmente a la noción intuitiva de evidencia o elemento de juicio confirmatorio no deberían considerarse, en realidad, como características definitorias de la noción de confirmación.

Uno de los problemas que plantea la tentativa de brindar una caracterización adecuada de la noción de evidencia o elemento de juicio confirmador de una hipótesis es el que se deriva de la aceptación conjunta del requisito de equivalencia y la interpretación más común del concepto de confirmación, la expresada en el criterio de Nicod. De acuerdo con este criterio, una hipótesis de la forma " $\Lambda x(Px \rightarrow Qx)$ " queda confirmada por una proposición de la forma " $Pa \wedge Qa$ ", pero es disconfirmada por otra de la forma " $Pa \wedge \neg Qa$ ". Es decir que una hipótesis condicional universal es confirmada cuando encontramos que una entidad satisface tanto su antecedente como su consecuente, en tanto que es disconfirmada cuando encontramos una entidad que satisface su antecedente pero no su consecuente.

Este criterio da lugar a serios inconvenientes, porque hace depender la confirmación de una hipótesis no sólo de su contenido sino también del modo en que está formulada dicha hipótesis. De modo que aceptar el criterio de Nicod implica violar la condición de equivalencia. Esta condición exige que todo lo que confirme -o disconfirme- una de dos proposiciones lógicamente equivalentes, también deba confirmar -o disconfirmar- la otra. En efecto, dado que una

⁴⁸ Hempel, C.G., "A Purely Syntactical Definition of Confirmation", *The Journal of Symbolic Logic*, vol. 8, 1943, y Hempel, C.G., "Studies in the Logic of Confirmation", *Mind*, 55, 1946, p. 79-82

hipótesis de la forma " $\Lambda x(Px \rightarrow Qx)$ " es lógicamente equivalente a otra de la forma " $\Lambda x(\neg Qx \rightarrow \neg Px)$ ", la proposición " $Pa \wedge Qa$ " confirma la primer hipótesis, pero sería neutral con respecto a la segunda. En cambio, una proposición cuya forma lógica sea " $Pa \wedge \neg Qa$ " disconfirma ambas; mientras que una tercera proposición de la forma " $\neg Pa \wedge Qa$ " es neutral con respecto a ambas hipótesis; en tanto que una proposición del tipo " $\neg Pa \wedge \neg Qa$ " confirma la segunda hipótesis y es neutral con respecto a la primera.

Hempel sostiene que el cumplimiento de la condición de equivalencia es exigible para la adecuación de cualquier definición de confirmación, ya que independiza la confirmación de una hipótesis del modo de formularla. Pues sería absurdo considerar que ciertos datos confirman una hipótesis en alguna de sus formulaciones, pero no en todas. En consecuencia, el criterio de Nicod no puede considerarse una condición necesaria para que un elemento de juicio sea confirmador de una hipótesis. Ya que una proposición de la forma " $Pa \wedge Qa$ ", por confirmar la primera hipótesis, debería también considerarse confirmadora de la segunda, contrariamente a lo que sugiere el criterio de Nicod. Por otra parte, si aceptamos la condición de equivalencia y asumimos que el criterio de Nicod sólo proporciona una condición suficiente de adecuación para la noción de confirmación, entonces deberemos aceptar que toda entidad que no tenga la propiedad P o tenga la propiedad Q será una evidencia confirmadora de la hipótesis en cuestión -cualquiera sea su formulación-. Y sólo una entidad que tenga la propiedad P y no tenga la propiedad Q la disconfirma. De aquí se desprende la paradójica consecuencia de que cualquier entidad que carezca de la propiedad P confirmaría la hipótesis de que todos los casos de P son también casos de Q.

De acuerdo con Hempel, la impresión de que esta consecuencia es paradójica no tiene un fundamento objetivo sino que es sólo una ilusión psicológica, una intuición errónea con respecto a la naturaleza de la noción de evidencia confirmadora. Una de las razones que da origen a esta impresión es, según el autor, la idea de que una hipótesis de la forma "Todo P es un Q" afirma algo acerca de una determinada clase limitada de entidades -la clase de todos los P-. En esta idea se confunden cuestiones de índole lógica con consideraciones pragmáticas. Pues nuestro interés por la hipótesis podría concentrarse en su aplicabilidad a esta clase de entidades en particular, sin embargo, desde el punto de vista estrictamente lógico, esta hipótesis afirma algo acerca de todas las entidades del tipo lógico correspondiente al de la variable que aparece en la hipótesis. E impone restricciones a todas esas entidades al prohibir la existencia de un objeto que tenga la propiedad P y carezca de la propiedad Q. Así, restringe cualquier entidad a la clase de las que o bien carecen de la propiedad P, o bien tienen también la propiedad Q. De modo tal que como toda entidad, o pertenece a la clase P o está fuera de ella, toda entidad -y no sólo las que pertenecen a P- o bien satisfacen la hipótesis, o bien no lo hacen. Y, en consecuencia, la hipótesis alude implícitamente a todas las entidades.

Hay aun otra causa de que parezca paradójica la situación de que cualquier entidad que carezca de la propiedad P confirma la hipótesis "Todo P es un Q". Hempel sostiene que en los casos aparentemente paradójicos de

confirmación no juzgamos la relación entre una cierta evidencia dada solamente con la hipótesis, sino que introducimos tácitamente una comparación de la hipótesis con un conjunto de elementos de juicio integrado tanto por la evidencia en cuestión como por la información adicional que disponemos ya previamente. Pero si evitáramos esta referencia tácita a un conocimiento adicional, se apreciaría que cualquiera sea la entidad en consideración, si ésta carece tanto de la propiedad P como de Q, constituye un elemento de juicio confirmatorio de "Todo P es un Q", en virtud de que confirma su equivalente "Todo no-Q es un no-P". Similarmente, si toda la evidencia disponible consistiera solamente en la información de que hay una entidad y que tiene la propiedad Q, podría decirse que esta evidencia confirma la hipótesis de que todas las entidades tiene la propiedad Q, y *a fortiori*, que confirma la afirmación más débil de que todas las entidades que tiene la propiedad P tienen la propiedad Q. Es sólo nuestro conocimiento previo de que no todas las entidades tienen una determinada propiedad Q la que origina la impresión de que éste es un resultado paradójico. Y un análisis similar podría efectuarse con el caso de las entidades que carecen de la propiedad P, todas las cuales confirmarían, similarmente, la hipótesis en cuestión.

En suma, de acuerdo con Hempel, las paradojas de la confirmación no deberían ser consideradas como tales. En cambio, Couvalis sostiene que las paradojas de la confirmación plantean un problema para la solidez de los argumentos inductivos si se cree, como Hempel, que la corrección de todo argumento -deductivo o inductivo- depende exclusivamente de su forma lógica. Pero si consideramos que el contenido de los enunciados está involucrado esencialmente en la solidez de los argumentos inductivos entonces no es claro que la paradoja de los cuervos plantee un problema para las inferencias inductivas. Pues, según Couvalis, el enunciado "Todos los cuervos son negros" es un enunciado acerca de cuervos; en cambio "Todo lo no-negro es un no-cuervo" es un enunciado acerca de cosas no negras, de modo que no trata acerca de cuervos en absoluto; y esto es cierto aunque ambos enunciados tengan una forma lógica equivalente. Esto quedaría en evidencia desde la perspectiva de la lógica aristotélica, de acuerdo con la cual el enunciado "Todos los cuervos son negros" presupone la existencia de cuervos, mientras que el enunciado "Todo lo no-negro es un no-cuervo" no lo hace.

Couvalis señala que, desde la perspectiva aristotélica, un universo en el cual no hubiera cuervos el enunciado "Todos los cuervos son negros" sería falso o inaplicable, en tanto que "Todo lo no-negro es un no-cuervo" podría ser verdadero. De modo que, en el contexto de la concepción de aristotélica, los dos enunciados no son lógicamente equivalentes, y en consecuencia, no se plantea la paradoja. Pero el problema que se presenta con la concepción aristotélica es que, según esta interpretación, un enunciado como la primera ley de Newton -o cualquier ley científica que trata aparentemente de objetos que no existen- sería falsa o inaplicable en nuestro universo en el cual no hay objetos que no estén sometidos a fuerzas. En consecuencia, el único modo de confirmar esta ley consiste en testear enunciados lógicamente equivalentes a ella. Por eso algunos filósofos han rechazado el intento de resolver la paradoja de los cuervos negando la equivalencia de los enunciados en cuestión.

Por su parte, Carnap concuerda con la propuesta hempeliana de distinguir entre un concepto pragmático de confirmación de una hipótesis por parte de un observador y el concepto lógico⁴⁹ de confirmación de una hipótesis sobre la base de un enunciado que expresa alguna evidencia. También está de acuerdo con la opinión de Hempel de que tanto el criterio de Nicod como el criterio de predicción⁵⁰ son demasiado estrechos. El criterio de predicción sólo podría ser aceptado como una condición suficiente del explicatum del concepto de confirmación pero no como una condición necesaria, a causa de su excesiva estrechez. Pues afirma que las hipótesis científicas nos permiten derivar predicciones acerca de experiencias futuras a partir de la descripción de experiencias pasadas. Sin embargo, la conexión lógica que una hipótesis establece entre los informes observacionales no es, en general, de tipo puramente deductivo sino que, más bien, es una combinación de pasos deductivos y no deductivos. Por ejemplo, si consideramos una hipótesis de la forma " $\Lambda x(\Lambda y R_1xy \rightarrow VzR_2xz)$ " en un universo infinito donde R_1 y R_2 son relaciones observables, podemos tomar cualquier instancia de este enunciado universal, por ejemplo donde "b" sea el valor de la variable x. Entonces, el enunciado del antecedente " $\Lambda y R_1by$ " no es implicado por ninguna clase finita de enunciados observacionales, y el consecuente " VzR_2bz " no implica ningún enunciado observacional.

Similarmente, el criterio de Nicod sólo podría ser considerado como una condición suficiente para el concepto de evidencia confirmadora, pero si nos restringimos al caso de las hipótesis que involucran una sola variable. Pues en el caso de que una hipótesis contenga más de una variable, como por ejemplo " $\Lambda x\Lambda y[\neg(Rxy \wedge Ryx) \rightarrow (Rxy \wedge \neg Ryx)]$ ", podríamos imaginar que un hecho expresado por un enunciado de la forma " $Rab \wedge \neg Rba$ " satisface tanto el antecedente como el consecuente de la hipótesis en cuestión. De modo que este hecho debe ser considerado como confirmatorio de esta hipótesis según el criterio de Nicod. Pero como la hipótesis que analizamos es equivalente a un enunciado de la forma " $\Lambda x\Lambda yRxy$ ", y el hecho que consideramos disconfirma esta última hipótesis, entonces no se satisface el requisito de equivalencia.

Con respecto a la solución de la paradoja de los cuervos negros, Carnap sostiene que cualquier objeto o bien confirma o bien refuta la hipótesis de que todos los casos de P son casos de Q. Así, dada la equivalencia lógica de las siguientes formulaciones de la hipótesis mencionada:

$$(1) \Lambda x(Px \rightarrow Qx), \quad (2) \Lambda x(\neg Qx \rightarrow \neg Px), \quad (3) \Lambda x(\neg Px \vee Qx)$$

cualquier objeto que carezca de la propiedad P es positivamente relevante —es decir, confirma la hipótesis en cuestión—, mientras que sólo los objetos que tiene la propiedad P pero no la propiedad Q son negativamente relevantes.

También Mackie, en "The Paradox of Confirmation", coincide con la idea de que no existe ningún tipo de evidencia empírica que sea irrelevante para la confirmación de una hipótesis como " $\Lambda x(Px \rightarrow Qx)$ ". El autor sustenta

⁴⁹ En términos de Carnap, un concepto semántico de confirmación.

⁵⁰ El criterio de predicción establece que una hipótesis es confirmada por cierta evidencia si y sólo si una parte de esa evidencia puede deducirse de la otra parte con ayuda de la hipótesis

su opinión recurriendo al denominado "principio inverso" o "criterio de relevancia", según el cual una hipótesis H resulta confirmada por una evidencia E en relación con la información previamente disponible K, si y sólo si la probabilidad de E con respecto a H y K es mayor que la que tiene con respecto a K solamente, es decir, $p(E/H \wedge K) > p(E/K)$. De modo tal que, cuanto mayor sea la probabilidad de E por la adición de H a K, tanto más confirmará E a H. Mediante este principio, Mackie demuestra que una proposición de la forma " $\neg Pa \wedge \neg Qa$ " confirma la hipótesis " $\Delta x(Px \rightarrow Qx)$ ", aunque la confirma en menor medida que un enunciado de la forma " $Pa \wedge Qa$ ".⁵¹

En efecto, sean x e y la probabilidad de ser un cuervo y la probabilidad de ser negro, respectivamente, y supongamos que $x < y < 1/2$. Entonces, si se omite por simplicidad la consideración del antecedente informativo K, podemos asignar –según Mackie– los siguientes valores a las probabilidades a priori que consignamos a continuación:

$$p(E_1) = p(\text{ser un cuervo negro}) = x.y$$

$$p(E_2) = p(\text{ser un cuervo y no ser negro}) = x.(1 - y)$$

$$p(E_3) = p(\text{no ser un cuervo y ser negro}) = y.(1 - x)$$

$$p(E_4) = p(\text{no ser un cuervo ni ser negro}) = (1 - x).(1 - y)$$

Las probabilidades de cada uno de estos datos evidenciales E_i con respecto a la hipótesis H de que todos los cuervos son negros pueden calcularse considerando las igualdades:

$$E_1 = C \wedge N,$$

$$E_2 = C \wedge \neg N$$

$$E_3 = \neg C \wedge N$$

$$E_4 = \neg C \wedge \neg N$$

Aplicado el Teorema General de la Multiplicación se obtiene

$$p(E_1/H) = p(C \wedge N / H) = p(N / C \wedge H).p(C / H) = 1.x = x$$

$$p(E_2/H) = p(C \wedge \neg N / H) = [1 - p(N / C \wedge H)].p(C / H) = (1 - x) = 0$$

$$p(E_3/H) = p(\neg C \wedge N / H) = [1 - p(C / N \wedge H)].p(N / H) = p(N / H) - p(C / N \wedge H).p(N / H), \text{ es decir que}$$

$$p(E_3/H) = p(N / H) - p(C \wedge N / H) = p(N / H) - p(N / C \wedge H).p(C / H) = y - x$$

$$p(E_4/H) = p(\neg C \wedge \neg N / H) = p(\neg C / \neg N \wedge H).p(\neg N / H) = [1 - p(C / \neg N \wedge H)].[1 - p(N/H)] = (1 - 0).(1 - y) = 1 - y$$

De aquí se infiere que:

$$\text{como } x.y < x, \text{ entonces } p(E_1) < p(E_1/H)$$

$$\text{como } x.(1 - y) > 0, \text{ entonces } p(E_2) > p(E_2/H)$$

$$\text{como } y.(1 - x) > y - x, \text{ entonces } p(E_3) > p(E_3/H)$$

$$\text{y como } (1 - x).(1 - y) < 1 - y, \text{ entonces } p(E_4) < p(E_4/H)$$

⁵¹ Mackie, J., "The Paradox of Confirmation", *British Journal of Philosophy of Science*, 13, 1963, 265-277.

En suma, E_1 aumentó su probabilidad en virtud de H , y E_4 también aumentó su probabilidad en virtud de H pero en menor medida que E_1 , de modo que tanto E_1 como E_4 confirman H , pero E_1 la confirma en mayor medida que E_4 . En cambio E_3 refuta H porque H disminuye la probabilidad de E_3 , y lo mismo ocurre con E_2 . Así, la solución bayesiana propuesta por Mackie depende del supuesto de que hay una gran diferencia entre el número de cuervos y el de objetos no negros en el universo.

Sin embargo, aún aceptando este supuesto creo que es posible disentir con la opinión de Macky de que, si bien E_4 también aumentó su probabilidad en virtud de H , la aumentó en menor medida que E_1 , de modo tal que E_1 confirmaría H en mayor medida que E_4 . Pues, si esto fuera así, entonces se verificaría la desigualdad $p(E_1/H) - p(E_1) > p(E_4/H) - p(E_4)$, pero este resultado equivale a suponer correcta la inecuación $x - x \cdot y > (1 - y) - [(1 - x) \cdot (1 - y)]$, que se obtiene empleando la valuación relativa de x e y sugerida por Macky. Si aceptamos este resultado, tendremos que admitir que $x(1 - y) > (1 - y)[1 - (1 - x)]$, puesto que esta expresión se deriva de la anterior. Pero esto nos conduciría a afirmar la desigualdad $x > x$, como se ve si se suprime el término común " $(1 - y)$ " en ambos miembros de la inecuación. Como este resultado es inaceptable, de modo que la afirmación de Macky de que E_1 confirmaría H en mayor medida que E_4 debe ser sustituida por la de que ambas confirman H en igual medida.

Por su parte, Hooker y Stove⁵² han cuestionado que, de acuerdo con la propuesta de Mackie, la proposición " $\neg Pa \wedge Qa$ " refuta la hipótesis " $\Lambda x(Px \rightarrow Qx)$ "; en tanto que, como ya señalamos anteriormente, la proposición " $\neg Pa \wedge \neg Qa$ " la confirma. La solución que, en reemplazo de la de Mackie, proponen estos autores consiste en sustituir el requisito que exige que se cumpla la desigualdad " $p(E/H \wedge K) > p(E/K)$ " por el que exige la satisfacción de " $p(E/H \wedge K) \geq p(E/K)$ ". Así, en el caso de E_3 , Hooker y Stove requieren que se cumpla " $p(E_3/H \wedge K) \geq p(E_3/K)$ ", lo cual sólo puede ocurrir si rechazamos los presupuestos de Macky de que:

$$p(\text{cuervo}/K \wedge H) = p(\text{cuervo}/K) = x$$

$$p(\text{negro}/K \wedge H) = p(\text{negro}/K) = y$$

Hooker y Stove proponen reemplazar estos supuestos por los siguientes:

$$p(\text{cuervo}/K \wedge H) < p(\text{cuervo}/K)$$

$$p(\text{negro}/K \wedge H) > p(\text{negro}/K)$$

Si omitimos la consideración de K para mayor simplicidad, entonces:

$$p(\text{cuervo}/H) < p(\text{cuervo})$$

$$p(\text{negro}/H) > p(\text{negro})$$

⁵² Hooker, C. A., & Stove D, "Relevance and the Ravens", *British Journal of Philosophy of Science*, 18, 1967, 305-315.

esto equivale a afirmar que todo cuervo es negativamente relevante con respecto a la hipótesis de que todos los cuervos son negros, y que todo objeto negro es positivamente relevante con respecto a ella. Es decir que esta hipótesis es confirmada por cualquier objeto que sea no-cuervo o negro. En consecuencia, tanto los no-cuervos negros como los no-cuervos no-negros constituyen instancias confirmadoras de la hipótesis en cuestión y, por lo tanto, no habría nada paradójico en la denominada "paradoja de la confirmación".

Una opinión diferente de la de Stove y Hooker es la de Goddard⁵³, quien sostiene que las paradojas de la confirmación surgen como consecuencia de las paradojas de la implicación material, es decir, a causa de que se interpreta la expresión "si..., entonces..." como una implicación material y no como una implicación causal. Por esta razón, Goddard propone evitar estas paradojas representando las generalizaciones universales como implicaciones causales. Pero la dificultad que enfrenta esta propuesta, desde el punto de vista de una concepción empirista, es que la experiencia nos proporciona sólo la mera sucesión temporal y uniforme de los fenómenos y no una relación causal.

De acuerdo con Hintikka, en un lenguaje formalizado L_n^k como el empleado en la elaboración de su sistema de lógica inductiva, cada uno de los $K=2^k$ de constituyentes atributivos C_i son simétricos.⁵⁴ En consecuencia, si los k predicados monádicos primitivos de un lenguaje L_n^k son los predicados "Px" y "Qx", tanto la proposición " $\neg Pa \wedge Qa$ " como " $\neg Pa \wedge \neg Qa$ " confirman la hipótesis " $\Lambda x(Px \rightarrow Qx)$ ", y la confirman en la misma medida en que lo hace el enunciado " $Pa \wedge Qa$ ".⁵⁵ En su opinión, la impresión de que este resultado es paradójico se debe -como sostiene Hempel- a que en el ejemplo que analizamos aquí no se toman en consideración de manera explícita buena parte de la información básica referida a los conceptos involucrados. Hintikka indica que un modo de enfrentar este problema consiste en observar las frecuencias relativas de los distintos tipos de individuos que existen en el universo, de modo tal que quede explicitada la asimetría de los predicados considerados en la situación inductiva en consideración. Así, si admitimos que el número de individuos que carecen tanto de la propiedad P como de la propiedad Q es mucho mayor que el número de los que poseen la propiedad P -es decir, si $(1-x).(1-y) > x$, entonces la probabilidad de que un individuo que posee la propiedad P refute la generalización que analizamos es mayor que la probabilidad de que lo haga un individuo que carezca de la propiedad P. Pues el número de los que poseen P y carecen de Q será menor que el número de los que carecen tanto de P como de Q, o sea $x.(1-y) < (1-x).(1-y)$. Así que la proposición " $Pa \wedge Qa$ " confirma dicha generalización en mayor medida que la proposición " $\neg Pa \wedge \neg Qa$ ". Precisamente, la información de que el número de los individuos que carecen tanto de la propiedad P como de Q es mucho mayor que el número de los

⁵³ Goddard, L., "The Paradoxes of Confirmation and the Nature of Natural Laws", *The Philosophical Quarterly*, 27, 1977, 97-113.

⁵⁴ Las características de un lenguaje tal como L_n^k fueron estudiadas en la sección anterior.

⁵⁵ Hintikka, I., "Inductive Independence and the Paradoxes of Confirmation", *Essays in Honor of C.G. Hempel*, N. Rescher (ed), D. Reidel, Dordrecht- Holland, 1969.

que poseen P es capaz de crear una asimetría que permite atribuir mayor poder confirmativo a "Pa ∧ Qa" que a "¬Pa ∧ ¬Qa".

Sin embargo, Hintikka duda de que este tipo de información sea operativo en todos los casos en que clases diferentes de individuos de un mismo dominio poseen distinto poder de confirmación con respecto a una misma generalización. Pues no siempre el conocimiento previo de frecuencias relativas es una fuente de asimetrías relevantes. Así, el enunciado general "ningún cuerpo material es infinitamente divisible" no resulta afectado por cuestiones relativas a entidades inmateriales, independientemente de lo que se crea respecto de las frecuencias relativas de las entidades materiales e inmateriales en el dominio en cuestión. Pero aunque se desestime la importancia de ejemplos rebuscados como éste, Hintikka considera inadmisibles otras consecuencias que se derivan de la tentativa de examinar la paradoja de los cuervos en términos de las frecuencias relativas de los predicados involucrados. En efecto, este autor se niega a aceptar que -por ejemplo- una generalización referida a una especie de pájaros muy numerosa resulte mejor confirmada por observaciones de miembros de otras especies, que una generalización acerca de una especie muy rara.

En suma, también Hintikka rechaza soluciones como la propuesta por Macky, que procuran fundar la asimetría de los predicados en el análisis de las frecuencias relativas de los predicados. El autor explica la preferencia por determinadas instancias confirmadoras mediante el empleo de su sistema de lógica inductiva, admitiendo que el orden de los predicados primitivos es una fuente de asimetrías relevantes. Supongamos, por caso, que los predicados "Px: x es cuervo" y "Qx: x es negro" se toman en este orden, y que los constituyentes atributivos son: Ct₁(x):Px ∧ Qx,

Ct₂(x):Px ∧ ¬Qx, Ct₃(x):¬Px ∧ Qx y Ct₄(x):¬Px ∧ ¬Qx, de modo que n₁ + n₂ + n₃ + n₄ = N, con n₂=0, n₁ ≠ 0, n₃ ≠ 0, n₄ ≠ 0. En estas condiciones, existen dos constituyentes, compatibles con la evidencia: C₃ - que afirma que el constituyente atributivo Ct₂ no está instanciado en todo el dominio N- y C₄ -que afirma que el constituyente atributivo Ct₂ sí está instanciado en N, aunque no lo explicita el dato evidencial e-. La generalización h:Λx(Px → Qx), quedará expresada por el constituyente

C₃ = VxCt₁(x) ∧ VxCt₃(x) ∧ VxCt₄(x) ∧ Λx(Ct₁(x) ∨ Ct₃(x) ∨ Ct₄(x)), cuya probabilidad relativa a la evidencia observacional e de que sólo los constituyentes atributivos Ct₁, Ct₃ y Ct₄ están instanciados, puede calcularse mediante el teorema de Bayes, mediante la fórmula p(C₃ / e) = p(e / C₃) / [p(e / C₃) + p(e / C₄)].

A partir de esta expresión, de acuerdo con la fórmula (10) de la sección (4.1) pero aplicada al caso en que n tiende a infinito, si el número k de predicados monádicos primitivos es 2 -y, entonces, el número K de constituyentes atributivos es 4- y si el número w de constituyentes atributivos que suponemos instanciados en el dominio N y el número c de constituyentes atributivos efectivamente ejemplificados en la evidencia adoptan el valor 3, resulta que p(h/e) ≈ 1. Pues p(h / e) = p(C₃ / e) y p(C₃ / e) = 1 / [1 + (3/4)ⁿ], cuyo valor se aproxima a 1 cuando n tiende a

infinito. Similarmente, puede demostrarse que el otro constituyente C_4 compatible con la evidencia –constituyente que afirma que el constituyente atributivo C_2 sí está instanciado en N , aunque no lo explicita el dato evidencial e - adoptará un grado de confirmación que se aproxima a cero cuando n tiende a infinito, pues como $w=4$ entonces $w > c$.

En otras palabras, de acuerdo con Hintikka, la probabilidad condicional de la generalización “Todos los cuervos son negros” con respecto a la evidencia e –que queda expresada en la fórmula $p(C_3 / e) = 1 / [1 + (3/4)^n]$ - depende sólo del número de cuervos observados. De modo que, según el análisis de este autor, la hipótesis “Todos los cuervos son negros” hace referencia únicamente a cuervos, pero no afirma nada acerca de individuos que no sean cuervos. Así que esta hipótesis resulta confirmada por cuervos negros, mientras que todo no-cuervo –sea o no negro- será completamente irrelevante. Cabe señalar que, en este punto, Hintikka se aparta de la interpretación Hempeliana, de acuerdo con la cual la hipótesis en cuestión se refiere a todo objeto del universo. Pero si se acepta la sugerencia de Hintikka de que el dominio al que se refiere la generalización en cuestión sólo está constituido por cuervos, entonces deberá atribuirse un carácter empírico al orden de los predicados primitivos “cuervo” y “negro”, pues deberá considerarse que este orden refleja un estado efectivo de cosas. Precisamente, ésta es información la que da origen a la asimetría entre los constituyentes atributivos, eliminando así el paradójico resultado que arrojaba la suposición de la simetría de éstos.

Estas consideraciones muestran que en el sistema de lógica inductiva formulado por Hintikka no se plantea la paradoja de la confirmación recién analizada. Por otra parte, en el marco del sistema de lógica inductiva elaborado por Carnap, no parece posible asignar un sentido a la afirmación de que la observación de cuervos negros confirma en mayor medida la generalización en cuestión que la observación de individuos que no sean ni cuervos ni negros. Pues, en el sistema de Carnap, el grado de confirmación de cualquier hipótesis universal es nulo.

En este punto, creemos necesario señalar que, a menos que se rechace el requisito de equivalencia, no parece que pueda haber una solución satisfactoria para las paradojas de la confirmación. Ni siquiera las tentativas que recurren a un tratamiento cuantitativo de la noción de confirmación se muestran capaces de brindar una solución, como queda de manifiesto en el análisis de la propuesta de Macky de emplear el principio inverso o criterio de relevancia para establecer relaciones de confirmación. Tampoco la modificación de este principio sugerida por Hooker y Stove permite resolver el problema si no se adoptan ciertas presuposiciones sintéticas, similarmente a lo que sucede con la propuesta de Hintikka. Pero si se optara por rechazar el requisito de equivalencia, se deberá aceptar que el hecho de que un enunciado esté o no confirmado por cierta evidencia depende del modo en que se expresa el contenido informativo del enunciado. De este modo, la relación de confirmación no sólo quedaría relativizada al sistema conceptual que se adopte, sino también al modo como, dentro de un mismo sistema conceptual, se formule la afirmación.

La inadecuación del criterio de Nicod queda aun más en evidencia si se examina el ejemplo de Rosenkrantz, en el que se supone que tres personas se retiran de una fiesta con un sombrero cada uno. En estas condiciones, la hipótesis “ninguna de las tres personas lleva su propio sombrero” debería considerarse confirmada —de acuerdo con el criterio de Nicod— por la evidencia “la persona A lleva el sombrero de B y B lleva el sombrero de A”. Sin embargo, si se supone que cada una de los presentes en la fiesta asistió llevando únicamente su propio sombrero y que no había ningún otro al momento de salir, esta misma evidencia aporta implícitamente la información “la persona C lleva su propio sombrero”. De modo que la misma evidencia que parecía confirmar la hipótesis, en realidad la disconfirmaría, si se considera la totalidad del contenido informativo que aporta.⁵⁶ De este modo, aunque se aceptara la posición de Hempel —y de los bayesianos en general— de que la paradoja de los cuervos negros sólo es aparentemente paradójica, el ejemplo de Rosenkrantz aporta razones independientes para dudar de la corrección del criterio de Nicod.

Pero la tentativa de proporcionar una caracterización adecuada de la noción de la evidencia confirmadora no sólo da origen a las paradojas ya mencionadas, sino que además enfrenta otra dificultad: el denominado “new riddle of induction” que plantea Goodman en *Fact, Fiction, and Forecast*⁵⁷. La famosa paradoja de Goodman parte del supuesto de que, de acuerdo con todos los elementos de juicio disponibles en un cierto momento t , todas las esmeraldas examinadas hasta ese momento t son verdes. Entonces, según las concepciones habituales de la confirmación, esta evidencia sustentaría la generalización h_1 : “Todas las esmeraldas son verdes”. Llamemos, ahora, “verdul” al predicado que se aplica a toda cosa examinada antes de t si y sólo si es verde, y a toda otra cosa si y sólo si es azul. Luego, de acuerdo con la evidencia total disponible en t , todas las esmeraldas observadas hasta ahora son verdes. En consecuencia, esta evidencia sustentaría la generalización h_2 : “Todas las esmeraldas son verdes”. Si se aplican a esmeraldas observadas después de t , las dos hipótesis permiten formular predicciones en conflicto mutuo y, sin embargo, la evidencia total disponible confirma igualmente a ambas. Esta dificultad pone en evidencia el problema más general de la subdeterminación de las hipótesis por la evidencia disponible: cualquiera sea la cantidad-finita- de datos que sustenten una hipótesis, siempre habrá una cantidad indefinida de otras hipótesis que serán confirmadas por estos mismos datos.

Con este ejemplo, Goodman ilustra su convicción de que la noción de evidencia confirmadora no puede definirse adecuadamente en términos puramente sintácticos, tal como había intentado hacerlo Hempel. Pues la búsqueda de criterios de confirmación puramente sintácticos supone, según este autor, que la hipótesis a confirmar está formulada en términos tales que permiten su proyectabilidad de los casos examinados a los no examinados. Una hipótesis es proyectable, de acuerdo con Goodman, si está formulada en términos de predicados atrincherados es decir, de predicados que han sido usados en generalizaciones previamente proyectadas. Así, por ejemplo, “verdul” e

⁵⁶ Rosenkrantz, R.D., *Inference, Method and Decision: Towards a Bayesian Philosophy of Science*, Dordrecht: Reidel, 1977. p.35

⁵⁷ Goodman, N., *Fact, Fiction, and Forecast*, Cambridge, Harvard University Press, 1955, cap III y IV.

un predicado menos atrincherado que “verde”, o que “azul” dado que estos dos últimos predicados ya han sido ya usados en numerosas ocasiones en generalizaciones no refutadas. Sobre la base de tal atrincheramiento de los predicados constituyentes, Goodman formula criterios para establecer la proyectabilidad relativa de las hipótesis condicionales universales y, en consecuencia, su susceptibilidad a la confirmación mediante casos formalmente confirmatorios. Pero, como señala Goodman, es imposible identificar por medios puramente sintácticos cuáles son los predicados atrincherados y cuáles son las hipótesis proyectables. Esto implica que tampoco es posible establecer criterios puramente formales para determinar la corrección de las inferencias inductivas. En su opinión, son consideraciones de índole pragmática las que permiten diferenciar las generalizaciones confirmables, las leyes naturales auténticas, de las generalizaciones accidentales o no confirmables. En suma, si Goodman está en lo correcto, podría ocurrir que no fuera suficiente con el análisis de la estructura formal de los enunciados para determinar si un enunciado es o no confirmado por otro. De modo que la relación de confirmación no podría ser explicada por una teoría puramente formal, porque los predicados empleados en los enunciados deben denotar una propiedad sobre la cual se hayan realizado inferencias inductivas exitosas en el pasado.

Couvalis⁵⁸ cuestiona que hay dos aspectos insatisfactorios en la solución propuesta por Goodman. En primer lugar, no es plausible que sea alguna propiedad de los predicados usados en una inferencia lo que hace probable que todos los miembros de una clase en particular tengan algo en común. Por ejemplo, aunque el predicado “negro” es proyectable, y aunque hayamos observado una gran cantidad de hombres negros, la inferencia de que todos los hombres son negros no está garantizada por la experiencia. La otra dificultad, de acuerdo con Couvalis, es que Goodman no explica por qué las inferencias cuyos enunciados contienen predicados que ya han sido usados en el pasado en inducciones aparentemente exitosas deberían ser exitosas.

Por su parte, Kornblith⁵⁹ propone una solución para ambos problemas, fundándose en algunas de las ideas de Goodman pero interpretadas a la luz de hipótesis metafísicas. Este autor sostiene que la mejor explicación de por qué sólo algunos enunciados con una estructura lógica particular pueden ser confirmados por la observación de instancias es que esos enunciados hacen referencia a entidades que pertenecen a clases naturales. Las entidades que pertenecen a clases naturales tienen una estructura particular subyacente en común, que es precisamente la causa de que esas entidades tengan una gran cantidad de propiedades comunes. Esta estructura común subyacente permite inferir con seguridad, a partir de las propiedades de una instancia de esa clase natural, las propiedades que poseen todos los casos de ésta.

Pero Couvalis cuestiona la propuesta de Kornblith, aduciendo que los miembros de una clase natural no comparten absolutamente todas sus propiedades, de modo que no podemos hacer inducciones confiables acerca de

⁵⁸ Couvalis, G., “Induction and Probability”, *The Philosophy of Science: Science and Objectivity*, SAGE, London, p. 47

⁵⁹ Kornblith, H., *Inductive Inference and its Natural Ground*, Cambridge, MA: MIT Press, 1993, 61-107

las propiedades no compartidas por los miembros de una misma clase natural. Además, debe tenerse en cuenta que la teoría de Kornblith va más allá de una explicación puramente formal de la confirmación. Pues, de acuerdo con este autor, el que un enunciado confirme o no otro enunciado depende de que sus términos se refieran a clases naturales. De modo que su teoría se refiere no a una relación entre enunciados, sino a la estructura de las entidades a las cuales los enunciados se refieren.

También es posible cuestionar la propuesta de Kornblith aduciendo que no podemos afirmar que existen las clases naturales en el universo a menos que nos fundemos en una inferencia inductiva y, por lo tanto, supongamos que por lo menos algunas inferencias inductivas son sólidas. Pero si procediéramos de este modo y no fuéramos capaces de proporcionar una justificación de las inferencias inductivas, no veríamos conducidos nuevamente hacia el planteo humeano acerca de la imposibilidad de una justificación de la inducción. No obstante, Couvalis desestima esta objeción argumentando que si Kornblith tiene razón, existen las clases naturales y nuestros razonamientos usualmente nos permiten acceder a ellas. Entonces, si Kornblith está en lo correcto, las inferencias inductivas son sólidas porque usualmente involucran enunciados que hacen referencia a las propiedades de las clases naturales. Y, aunque es posible que no podamos demostrar que existen clases naturales, esto no es necesario —según Couvalis— para razonar inductivamente de manera correcta⁶⁰.

Sin embargo la objeción puede ser reformulada para evitar esta respuesta. En efecto, es posible argumentar que para poder resolver el problema de Hume es necesario poder demostrar, sin fundarnos en inferencias inductivas, que estamos tratando con clases naturales. Esta sería una crítica de espíritu humeano, si se interpreta a Hume como exigiendo no sólo una explicación de por qué son correctas las inferencias inductivas, sino también una justificación de esa explicación que no sea circular. En otras palabras, si los razonamientos inductivos funcionan como Kornblith sostiene podríamos decir que son inferencias sólidas, pero eso no prueba que haya clases naturales o que las inferencias inductivas sean sólidas. En efecto, para justificar inductivamente y de modo intuitivamente plausible la corrección de las inferencias inductivas, Kornblith argumenta que, dado el enorme éxito de las teorías científicas que hacen referencia -aparentemente- a clases naturales, sería un milagro si éstas no existiesen y si no tuviéramos métodos para descubrirlas. A partir de estas premisas infiere que las clases naturales existen y que tenemos métodos para hallarlas. Pero este argumento de Kornblith para justificar argumentos inductivos recurre a un tipo de inferencia que no es deductivo, pues aunque sus premisas fueran verdaderas es posible que su conclusión sea falsa. Así, el hecho de que Kornblith emplee esta clase de inferencia pone de manifiesto que no logró explicar de modo no circular porqué las inferencias inductivas sólidas son sólidas.

Con todo, según Couvalis, paradojas como la planteada por Goodman amenazan la solidez de las inferencias inductivas sólo si pensamos que la persuasividad de los argumentos depende exclusivamente de la forma lógica de sus

enunciados. Pero, en su opinión, no es obvia la razón por la cual deberíamos aceptar esto. La solución que propone Kornblith muestra que es posible que la solidez de los razonamientos inductivos no dependa sólo de la forma lógica de sus enunciados sino de la existencia de clases naturales y de que tengamos estrategias para descubrirlas. Pero no demuestra que toda inferencia inductiva sólida lo es recurriendo a su teoría acerca de las clases naturales. Intenta demostrarlo apelando a una inferencia inductiva acerca de cuya solidez podrían plantearse las mismas dudas que con respecto a la corrección de las inferencias inductivas por enumeración.

De todos modos, la paradoja de las esmeraldas planteada por Goodman es, creemos, sólo un ejemplo de un tipo más general de inconsistencias inductivas. Estas se plantean cuando, a partir de premisas que afirman que la frecuencia estadística con la cual los individuos de la clase F poseen la propiedad G es r, y que el individuo a pertenece a la clase F, se concluye con una probabilidad lógica de valor r que el individuo a posee la propiedad G, es decir

$$p(G/F)=r$$

$$\underline{Fa} \text{ [r]}$$

Ga

Esta clase de inferencias conduce a inconsistencias porque es posible elaborar dos razonamientos rivales que tengan premisas verdaderas, pero de tal modo que sus conclusiones sean incompatibles. Por ejemplo, supongamos que tenemos un conjunto de 10000 bolillas de las cuales 9000 son de vidrio y blancas, mientras que las 1000 restantes son de marfil, siendo una de ellas blanca y las restantes 999 negras. Sea D el procedimiento consistente en extraer al azar una de las 10000 bolillas. En estas condiciones, la probabilidad de obtener una bolilla blanca, resultado que denominaremos "B", aplicando el procedimiento D será $p(B/D)=0.9001$. Si d es el resultado de una ejecución particular del experimento D, podemos formular la siguiente inferencia:

$$p(B/D)=0.9001$$

$$\underline{Dd} \text{ [es altamente probable]}$$

Bd

Sea D* el procedimiento consistente en extraer al azar una de las 1000 bolillas de marfil del conjunto dado. En este experimento, la probabilidad de obtener una bolilla que no sea blanca es $p(\neg B/D^*)=0,999$, de modo que podemos formular la siguiente inferencia:

⁶⁰ Couvalis, G., "Induction and Probability", *The Philosophy of Science: Science and Objectivity*, SAGE, London, p. 49

$$p(\neg B/D^*)=0.999$$

Dd _____ [es altamente probable]

$\neg Bd$

Dado que estos dos razonamientos inductivos dan origen a predicciones incompatibles, se presenta la dificultad de establecer sobre cuál de ellos debemos fundar nuestras expectativas y decisiones futuras, cuál de ellos debe guiar nuestra formación de creencias respecto de la verdad de las hipótesis incompatibles que aquellos arrojan como conclusión. Esta circunstancia parece poner en duda la posibilidad de justificar la solidez de las inferencias inductivas, sobre todo si tomamos en cuenta que no es posible encontrar una dificultad semejante en el ámbito de la lógica deductiva. En efecto, si dos conjuntos de enunciados implican deductivamente consecuencias contradictorias, entonces al menos una de estas dos inferencias se sustenta sobre premisas falsas. En cambio, dos conjuntos de enunciados pueden conferir probabilidades muy altas a conclusiones contradictorias, aunque ninguna de estas inferencias tenga premisas falsas⁶¹.

Para resolver este problema, Carnap formuló el denominado "requisito de los elementos de juicio totales". De acuerdo con este requisito, en la aplicación de la lógica inductiva a una situación cognoscitiva dada deben tomarse en consideración la totalidad de los elementos de juicio disponibles en esa situación como base para determinar el grado de confirmación de las hipótesis en cuestión. Pero la aplicación práctica de este requisito presenta considerables dificultades, ya que la totalidad de la información disponible en una situación cognoscitiva dada no siempre puede ser fácilmente expresada. Además, el concepto "caso" o "instancia confirmadora" de una hipótesis universal no es completamente claro, dificultad que ha quedado de manifiesto en nuestra discusión previa de las paradojas generadas en la confirmación de una hipótesis de la forma $\Lambda x(Px \rightarrow Qx)$. En consecuencia, puede objetarse que el requisito de los elementos de juicio totales no puede ser expresado adecuadamente por la condición de que la evidencia aportada para la confirmación de una hipótesis debe incluir todos los casos conocidos hasta el momento.

Con todo, es posible argumentar que la paradoja de Goodman $\neg y$, en general, las inconsistencias inductivas a las que nos referimos en los párrafos precedentes- sólo se plantean si se acepta la condición de consecuencia especial. Como señalamos en el apartado anterior, esta condición exige que todo lo que confirma a un enunciado debe confirmar a toda consecuencia lógica de ese enunciado. Sin embargo, aunque este requisito parece en principio aceptable, un análisis más profundo permite revelar algunos de los problemas que plantea. En efecto, si el enunciado e confirma la hipótesis h , entonces este requisito nos obliga a admitir que e confirma la hipótesis que consiste en la disyunción de la hipótesis h y un enunciado arbitrario g , ya que la disyunción $h \vee g$ se deduce de h . De este modo, la

⁶¹ Hempel, C.G., "Inductive Inconsistencies", *Synthese*, 12, 1960, p. 439-369.

adopción de la condición de consecuencia especial torna trivial la noción de confirmación y, en cuanto a la noción de confirmación por casos, no es sorprendente este resultado. Consideremos nuevamente la hipótesis h_2 de la paradoja de Goodman, que afirma "todas las esmeraldas son verdes". Esta hipótesis tiene, entre sus consecuencias lógicas, a las hipótesis h_1 : "todas las esmeraldas examinadas antes de t son verdes" y h_3 : "todas las esmeraldas no examinadas antes de t son azules". La evidencia total disponible en el momento t es expresada por el enunciado e : "todas las esmeraldas son verdes". En estas condiciones, e confirma h_2 y h_1 , pero no confirma h_3 que es consecuencia lógica de h_2 . Eso puede comprenderse si se considera que h_2 expresa una disyunción entre dos afirmaciones, que son precisamente las hipótesis h_1 y h_3 , y si acepta la concepción de la confirmación por casos de acuerdo con la cual confirmar un enunciado es mostrar que al menos parte de lo que ese enunciado afirma es verdadero. En este caso, la evidencia e confirma h_2 porque muestra que parte de esa hipótesis, la expresada por h_1 , es verdadera. Pero si se rechaza la condición de consecuencia especial, no hay razón para pensar que el enunciado e también tiene que confirmar a la hipótesis h_3 por ser consecuencia lógica de h_2 .⁶² Sin embargo, es evidente que en ciencia es muy frecuente considerar confirmada una afirmación cuando se logra confirmar otra de la cual aquella se deduce. Es decir, dada la intuitiva aceptabilidad de la condición de consecuencia especial, quizá no sea conveniente rechazarla sino abandonar la concepción de la confirmación por instancias. En todo caso, es claro que las paradojas e inconsistencias inductivas que comentamos se plantean para todos aquellos que consideren intuitivamente aceptables tanto la noción de confirmación por instancias como la condición de consecuencia especial.

Hempel proporcionó un tratamiento alternativo de la dificultad que plantea el ejemplo propuesto por Goodman y, en general, del problema de que un mismo cuerpo de evidencia puede ser descrito de diferentes formas que, si se emplean como premisas en inferencias inductivas, dan lugar a hipótesis incompatibles.⁶³ El autor sostiene que las reglas de inferencia inductiva no deben ser concebidas como asignando una cierta conclusión inductiva específica a un cuerpo de evidencia dado, sino más bien como principios que requieren que tanto la evidencia como la hipótesis específica contemplada estén dadas, y que asignan una cierta probabilidad a la hipótesis en relación con la evidencia considerada. Sin embargo, Hempel no parece estar satisfecho con esta solución. Pues considera que esta concepción lógico-probabilística de la inferencia inductiva evita las anteriores contradicciones pero sólo al precio de no proporcionar principios de aceptación inductiva. Ya que, en el caso de aceptarse esta solución, seremos nosotros quienes deberemos siempre decidir cuál de las hipótesis alternativas de un conjunto de hipótesis consideradas tenemos que aceptar como base de nuestras expectativas y acciones. Hempel descarta la adopción de algún criterio probabilístico, como el de elevada probabilidad que exige que la probabilidad condicional de la hipótesis con respecto a

⁶² Este análisis de la paradoja de Goodman supone la definición del predicado verdul como un predicado aplicable a todo objeto examinado antes de t si y sólo si es verde, y a toda otra cosa si y sólo si es azul, debe interpretarse como requiriendo que el objeto examinado antes de t sea verde y el que no es examinado antes de t sea azul.

⁶³ Hempel, C.G., "Turns in the Evolution of the Problem of Induction", *Synthese*, 46, 1981.

la evidencia sea superior a un valor fijo determinado. Como ya comentamos, este requisito conduce a la paradoja de la lotería, y por eso los defensores de la concepción probabilista de la confirmación sugieren complementarlo de modo tal que se tome en cuenta el valor que asignamos al hecho de aceptar la hipótesis cuando es falsa, o a rechazarla cuando es verdadera. De este modo, la confirmación inductiva de hipótesis incluye componentes cognitivos —la consideración de la evidencia total relevante disponible- y valorativos—los juicios de valor acerca de la importancia de evitar errores-.

Supongamos, por ejemplo, que se testea una muestra aleatoria del total de la producción de cierto medicamento y que con respecto a la evidencia E así obtenida se asigna a la hipótesis H “todas las tabletas son seguras y efectivas” la probabilidad $p(H/E)=0.75$. Una decisión racional acerca de si aceptar o rechazar H dependerá del valor atribuido al hecho de alcanzar o evitar ciertos resultados posibles. La deseabilidad o indeseabilidad asignada a diferentes resultados posibles se considera frecuentemente expresable numéricamente como una utilidad positiva o negativa. En este ejemplo, las utilidades relevantes podrían ser:⁶⁴

	H es verdadera	H es falsa
Aceptar H	+200	-1000
Rechazar H	-60	+300

Entonces, dadas las probabilidades $p(H/E)=0.75$ y $p(-H/E)=0.25$, a cada resultado posible se puede asignar una utilidad esperada:

$$U(\text{aceptar } H/E) = (0.75 \times 200) - (0.25 \times 100) = -100$$

$$U(\text{rechazar } H/E) = (0.75 \times -60) + (0.25 \times 300) = +30$$

Si aplicamos una regla frecuentemente invocada para la decisión racional, la de elegir el curso de acción que maximice la utilidad esperable, deberíamos rechazar H. Aun en el caso de que no pueda disponerse de probabilidades, la teoría de la decisión ofrece reglas para tomar decisiones en contextos inciertos, como la regla que recomienda elegir el curso de acción que maximiza la utilidad mínima. En este ejemplo, esta regla nuevamente exigiría el rechazo de H, dado que la utilidad de rechazar H cuando es verdadera es mayor que la de aceptarla cuando es falsa.

De acuerdo con Hempel, el curso de acción a que hace referencia aquí debe ser concebido como la acción de incluir —o no- una hipótesis en un cuerpo de hipótesis previamente aceptadas. Así, como la ciencia busca establecer hipótesis verdaderas, la adición de una nueva hipótesis al corpus de enunciados científicos ya aceptados es una acción que tendría una utilidad positiva en el caso de que la hipótesis fuera verdadera, y una utilidad negativa de la misma

⁶⁴ Hempel, C.G, “Turns in the Evolution of the Problem of Induction”, *Synthese*, 46, 1981

magnitud numérica en el caso contrario. La magnitud numérica en cuestión podría establecerse en base a la proporción de contenido informativo que la hipótesis agrega al contenido del corpus de enunciados aceptados por la ciencia. Mediante este concepto de "utilidad epistémica" —la utilidad que proporciona la aceptación o el rechazo de una hipótesis para los propósitos de la investigación pura— y empleando una teoría adecuada de probabilidad para hipótesis, es posible formular una regla de aceptación inductiva. Esta regla recomendaría elegir el curso de acción que tiene asignada la utilidad epistémica esperable más elevada.⁶⁵

En esta interpretación, la utilidad epistémica de aceptar una hipótesis depende sólo de su valor de verdad y de la proporción de nueva información que agregue al conjunto de hipótesis previamente aceptadas. Pero esta interpretación, combinada con la regla de maximizar la utilidad esperable da lugar a una regla de aceptación inductiva que conduce, nuevamente, a una paradoja similar a la de la lotería. Por este motivo, Hempel considera que debe modificarse la interpretación de la medida de utilidad epistémica, pues ésta refleja una concepción demasiado estrecha de cuáles son los objetivos de la investigación básica. Pero Hempel no desarrolla una teoría de la noción de utilidad epistémica que incorpore todos los factores de los cuales debería dar cuenta una concepción adecuada de la aceptación inductiva.

Con todo, es posible cuestionar la posición de Hempel, y considerar la concepción lógico-probabilística de la inferencia inductiva como la única interpretación adecuada. En efecto, si comparamos este caso con el de las inferencias deductivas, nos encontraremos ante una situación similar, ya que en este caso a partir de ciertas premisas pueden deducirse una multiplicidad de conclusiones diferentes, de modo que una inferencia deductiva tampoco nos conduce hacia una única conclusión a partir de un cierto grupo de premisas. Así como en el caso de las inferencias deductivas sólo importa poner de manifiesto la relación de implicación lógica de las premisas con respecto a cada una de las posibles conclusiones, lo mismo sucede en el caso de las inferencias inductivas. A partir de ciertas premisas pueden inferirse inductivamente muchas conclusiones, y sólo importa determinar cuál es el grado de confirmación o implicación parcial que las premisas aportan a las posibles conclusiones ya propuestas de antemano. Sin embargo, esta concepción de la inferencia inductiva —defendida, entre otros por Keynes y Carnap— garantiza la validez deductiva de los juicios que atribuyen probabilidad a un enunciado en base a cierta evidencia pero al precio de tornarlos inútiles para el propósito de la predicción y no susceptibles al control empírico.

Los defensores de la interpretación probabilística no parecen considerar como un rasgo problemático de su propuesta el precio que Hempel lamenta pagar por adoptar esta concepción. Así, en "Inductive Logic and Science", Carnap señala que la tarea de la lógica inductiva consiste en determinar cuál entre varias hipótesis en competencia está más firmemente confirmada por la evidencia dada. Su función es únicamente proporcionar al científico un panorama más claro de la situación mediante la demostración de en qué grados diferentes hipótesis son confirmadas

⁶⁵ Hempel, C.G., "Deductive-nomological vs statistical explanation", *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol III, section 12.

por la evidencia. Y, si bien este panorama lógico aportado por la lógica inductiva debería influir sobre el científico, no determina unívocamente su decisión de elegir una determinada hipótesis. La lógica inductiva ayuda al científico en su decisión, señala Carnap, como un buen mapa ayuda a un turista. Sin embargo, después de emplear la lógica inductiva aún falta tomar la decisión, pero será una decisión iluminada por ella y no una decisión a ciegas. Pero ésta no es la única decisión que debe tomarse en orden a determinar el grado de confirmación que cierta evidencia proporciona a una hipótesis, si tratamos de hacerlo dentro del marco del sistema de lógica inductiva como el propuesto por Carnap o el desarrollado por Hintikka.

En efecto, como señalamos anteriormente, estos sistemas de lógica inductiva son sensibles a la variación de los predicados primitivos del sistema lingüístico en el que se aplican, de modo tal que los resultados de su aplicación varían en función de la elección del lenguaje que se efectúe. Indicamos, así mismo, que la cuestión relativa a la elección de un lenguaje o sistema conceptual no es puramente lógica, sino que parece esencialmente determinada, en cada caso en particular, por circunstancias pragmáticas específicas. Comentamos, también, que autores como Niiniluoto y Tuomela han sostenido que, pese a estar determinada por circunstancias pragmáticas y contextuales, tal elección no debe considerarse necesariamente como arbitraria o sustentada sobre supuestos metafísicos injustificados. Precisamente, empleando esta concepción de la variancia lingüística como rasgo no problemático de la lógica inductiva y su estrategia para disolver las contradicciones interlingüísticas planteadas por Michalos, Salmon, Niiniluoto y Tuomela proponen una solución a la paradoja de Goodman.

En rigor, lo que estos autores discuten es una variante de esa paradoja según la cual, luego de la observación de n esmeraldas verdes se desea establecer la probabilidad de dos generalizaciones rivales con respecto a esta evidencia. La primera generalización afirma que todas las esmeraldas son verdes. La segunda, que todas las esmeraldas son verdes, siendo un objeto de color verdul cuando se observa que es verde si es examinado antes del 2003, y cuando se observa que no es verde si es examinado después del 2003. La dificultad radica en que estas dos hipótesis tiene la misma forma sintáctica y cuentan con la misma evidencia, pues todo objeto verde examinado antes del 2003 es un objeto verdul. Sin embargo, al menos intuitivamente, la hipótesis de que todas las esmeraldas son verdes está mejor apoyada por la evidencia que la de que todas las esmeraldas son verdes. No obstante, ambas hipótesis tienen la misma probabilidad en cualquier sistema de lógica inductiva puramente sintáctico, y el problema es cómo explicar esta discrepancia con nuestras intuiciones.

Para resolver la paradoja, Niiniluoto y Tuomela asumen que tratamos con dos teóricos que emplean diferentes marcos conceptuales y que aceptaron diferentes hipótesis acerca del mundo. En estas condiciones, sus marcos de trabajo deberían ser inductivamente diferentes. Sin embargo estos investigadores pueden comunicarse entre sí, de modo que sus marcos de trabajo son semánticamente conmensurables e intertraducibles. Supongamos que el vocabulario del defensor de la hipótesis h_v : 'todas las esmeraldas son verdes' está compuesto por los predicados

'esmeralda' y 'verde' $-\lambda_V = \{E, V\}$ -. Y sea α_V su estimación del parámetro propio del sistema de lógica inductiva de Hintikka que mide el grado de regularidad del mundo con respecto al lenguaje L_V . En estas condiciones, podemos asumir que su evidencia e_V consiste en una cantidad n de individuos observados que o bien son esmeraldas verdes, o bien son objetos verdes que no son esmeraldas, o bien objetos que no son ni verdes ni esmeraldas. Entonces, la probabilidad de la generalización "todas las esmeraldas son verdes" con respecto a la evidencia e_V será $p(h_V / e_V) = P_V$. Análogamente, si el vocabulario inicial del defensor de la hipótesis h_L : "todas las esmeraldas son verdes" está compuesto por los predicados 'esmeralda' y 'verdul' $-\lambda_L = \{E, L\}$ -, y su evidencia e_L consiste en los mismo individuos que componen la evidencia e_V pero descritos por medio del predicado 'verdul'. Entonces, si α_L es la estimación del parámetro que mide el grado de regularidad del mundo con respecto al lenguaje L_L , la probabilidad de la generalización "todas las esmeraldas son verdes" con respecto a la evidencia e_L será $p(h_L / e_L) = P_L$. Niiniluoto y Tuomela señalan que, en estas condiciones, la probabilidad de la primer generalización será mayor que la de la segunda $-P_V > P_L$ - si y sólo si el parámetro que mide el grado de regularidad del mundo con respecto al lenguaje L_V es menor que el relativo al lenguaje L_L , es decir $\alpha_V < \alpha_L$.

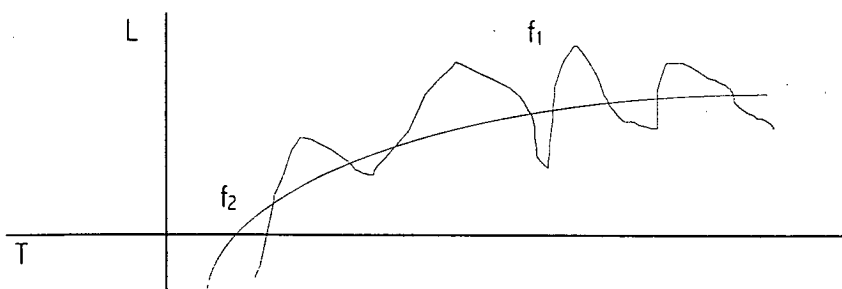
Los autores consideran razonable afirmar que $\alpha_V < \alpha_L$ porque supone que es posible la comunicación completa entre ambos teóricos, lo cual requiere la intertraducibilidad de sus respectivos lenguajes. La completa comunicabilidad e intertraducibilidad está fundada, según Niiniluoto y Tuomela, en la circunstancia de que ambos teóricos comparten ciertos principios lingüísticos generales -principios de "comprensión"⁶⁶-, y en que vinculan el lenguaje con el mundo externo por medios similares. Para justificar la comunicación completa entre los teóricos es suficiente considerar este factor ostensivo, es decir, el criterio objetivo para la aplicación de los predicados descriptivos primitivos. De acuerdo con los autores, si hay alguna economía en el sistema conceptual que se emplea para acumular información acerca del mundo externo, nuestro sistema conceptual tiene que reflejar el orden y la regularidad general del mundo. Por ejemplo, si las joyas tienden a mantener ciertas propiedades simples y permanentes, nuestro sistema conceptual debe reflejar esto. En el caso de los predicados de color tales como 'verde' y 'verdul' podemos emplear para su aplicación criterios objetivos de significación, tales como longitudes de onda. Pero el predicado 'verde' necesitará sólo un criterio o un conjunto de criterios objetivos concebibles, mientras que 'verdul' necesitará dos: primero, el que es empleado para 'verde', luego, otro para después del 2003. Esto debe ser tomado en cuenta cuando se asigna un valor al parámetro α , valor que debe reflejar el grado de regularidad del mundo. En consecuencia, parece razonable asumir que $\alpha_V < \alpha_L$, de lo cual se sigue que $P_V > P_L$.

En suma, esta solución que proponen Niiniluoto y Tuomela descansa en el supuesto de que los dos teóricos disienten, y acuerdan en que disienten, en su estimación del parámetro α con respecto a sus respectivos lenguajes L_V

⁶⁶ Niiniluoto & Tuomela, *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1973, pp 190

y L . Entonces, la paradoja sólo se presenta si la probabilidad de las generalizaciones rivales se calcula dentro de un mismo marco conceptual. Pero si la probabilidad de cada una de estas generalizaciones se calcula con respecto a cada uno de sus correspondientes lenguajes, como se ha hecho aquí, la paradoja se desvanece. Esta solución se sustenta sobre la diferencia en los criterios objetivos de aplicación de los predicados 'verde' y 'verdul', diferencia que se funda en la diversidad de las estimaciones del valor del parámetro α con respecto a cada uno de los lenguajes propios de los defensores de cada una de las generalizaciones rivales.

Sin embargo, si se acepta la solución propuesta por Niiniluoto y Tuomela a esta variante de la paradoja de Goodman, debería aceptarse el empleo de la misma estrategia para resolver el problema más general de hallar un método para la aceptación inductiva de hipótesis. Es decir, tendríamos que admitir este recurso para resolver el problema de que un mismo cuerpo de evidencia puede apoyar inductivamente hipótesis lógicamente incompatibles. Supongamos, por ejemplo, que medimos la longitud de una barra de plata a diferentes temperaturas y luego representamos cada uno de los valores obtenidos como puntos en un sistema de coordenadas ortogonales cartesianas uno de cuyos ejes corresponde a los valores de temperatura y el otro a las diferentes longitudes. Podríamos entonces dibujar diferentes curvas que pasen por todos esos puntos obtenidos como resultado de nuestras mediciones, y cada una de esas curvas representará diferentes funciones, por caso, f_1 y f_2 , que expresarán cómo varía la longitud de la barra con respecto a la temperatura. Esto significa que los datos obtenidos en las mediciones efectuadas satisfacen ambas funciones, de modo que nos autorizan a inferir inductivamente que es razonable aceptar tanto la hipótesis de que todo valor posible de la longitud en función de la temperatura cumple f_1 como la hipótesis de que todo valor posible de la longitud en función de la temperatura satisface f_2 . Pero estas hipótesis son lógicamente incompatibles.⁶⁷



Si recurrimos a la misma estrategia que Niiniluoto y Tuomela emplearon para resolver la paradoja de las esmeraldas, podríamos afirmar que el problema de que un mismo cuerpo de evidencia nos conduzca a aceptar hipótesis lógicamente incompatibles se plantea como consecuencia de que ese cuerpo de evidencia puede ser descrito de diferentes maneras. En particular, puede ser descrito en términos de dos lenguajes diferentes por investigadores que empleen sistemas conceptuales diversos, aunque sea posible la completa comunicación entre ellos

y la intertraducibilidad de sus lenguajes. En estas circunstancias, tal como ocurre en el ejemplo anterior, podemos sostener que, si bien la probabilidad de cada una de estas hipótesis con respecto a la misma evidencia adopta el mismo valor en un lenguaje que contenga como predicados primitivos los predicados incluidos en ambas hipótesis, es posible construir dos lenguajes que impidan que esto ocurra. Uno de estos lenguajes sólo debe contener los predicados de la primera hipótesis, y el otro debe contener los predicados de la segunda hipótesis. Podríamos afirmar, entonces, que las probabilidades de cada una de estas hipótesis con respecto al mismo cuerpo de evidencia son diferentes entre sí, si el valor asignado al parámetro α con respecto uno de los lenguajes es diferente del valor asignado a ese parámetro con respecto al otro lenguaje. En consecuencia, habrá desaparecido la dificultad de que un mismo cuerpo de evidencia permite atribuir la misma probabilidad a dos hipótesis lógicamente incompatibles.

Sin embargo, esta pretendida solución al problema de la aceptación inductiva de hipótesis permitiría transformar cualquier situación en la cual hipótesis incompatibles tengan la misma probabilidad con respecto a un mismo cuerpo de evidencia, en un problema de elección entre lenguajes o sistemas conceptuales alternativos. Y lo mismo ocurre con la propuesta de solución a la paradoja de las esmeraldas ya comentada. En ambos casos, la estrategia se funda en la estimación que en cada uno de los diferentes sistemas conceptuales se realiza del valor del parámetro extralógico α que expresa la cantidad de desorden o irregularidad en el universo. Pero, aunque se aceptara que el realismo crítico que sostienen Niiniluoto y Tuomela los conduce asumir la tesis de la dependencia de todo conocimiento con respecto al marco teórico y conceptual⁶⁸, no es claro cuál sería el papel que cumple la realidad empírica en la decisión de adoptar una estimación u otra del valor de α . En suma, no es evidente que haya mecanismos apropiados mediante los cuales la evidencia empírica pudiera influir en la elección entre sistemas conceptuales rivales. En consecuencia, estas supuestas soluciones a las paradojas inductivas sólo constituyen, en realidad, un desplazamiento del problema hacia el ámbito de la elección entre lenguajes o marcos conceptuales alternativos, problema que los autores no indican cómo solucionar de manera coherente con sus aspiraciones realistas.

Esta dificultad se plantea en toda teoría que, como la de Carnap, asuma la existencia de un continuo de métodos inductivos, cada uno de los cuales es internamente consistente. De este modo, una vez seleccionada una definición de confirmación que permite asignar un elevado grado de confirmación a una hipótesis en función de la evidencia disponible, es posible adoptar una definición diferente de confirmación que condujera a atribuir muy pequeño grado de confirmación a esa hipótesis en base a la misma evidencia. En este caso, se presenta el problema de cómo podría justificarse la creencia racional en la hipótesis en cuestión. Carnap propone fundar la creencia racional en alguna regla de maximización de la utilidad esperada. Sin embargo, este recurso no sólo nos conduce a la paradoja de la

⁶⁷ Hempel, C., "Turns in the evolution of the problem of induction", *Synthese*, 46, 1981, p. 390-391.

⁶⁸ De acuerdo con la concepción realista de estos autores, los enunciados científicos se refieren a la realidad, que existe independientemente del observador. En principio esta realidad es cognoscible, pero de un modo simbólico y distorsionado. A diferencia del instrumentalismo, esta concesión sostiene que es posible considerar las teorías científicas como verdaderas o falsas.

lotería, sino que además, en la medida en que la teoría matemática de las utilidades también se funda en el cálculo de probabilidades, requiere de la adopción de presuposiciones empíricas, como es de esperar en toda aplicación empírica de una teoría matemática. En suma, cualquier tentativa de fundamentación a priori de un juicio de probabilidad o de la creencia racional en un enunciado se enfrenta al problema de proporcionar buenas razones para justificar los supuestos relativos a la estructura del universo en estudio.

4.3. Dificultades de la concepción bayesiana de evidencia confirmadora.

Las paradojas de la confirmación y las inconsistencias inductivas que ya comentamos no son las únicas dificultades que tuvo que enfrentar la tentativa de formular una definición adecuada de evidencia confirmadora. Como observamos en la sección anterior, los defensores de una concepción cuantitativa de la noción de evidencia inductiva consideran que con una caracterización cuantitativa de la relación de confirmación es posible brindar un tratamiento apropiado de estos problemas. En particular, en la concepción bayesiana de la inferencia inductiva se rechaza la adecuación del criterio de Nicod, y se lo sustituye por la siguiente definición:

- Un enunciado E es evidencia confirmadora de una hipótesis H si $p(H/e) > p(H)$
- Un enunciado E es evidencia disconfirmadora de una hipótesis H si $p(H/e) < p(H)$
- Un enunciado E es neutral con respecto a una hipótesis H si $p(H/e) = p(H)$

La medida en que cierta evidencia E confirma una hipótesis H depende, en la teoría bayesiana, de la medida en que la probabilidad condicional de la evidencia con respecto a la hipótesis $p(E/H)$ excede la probabilidad de la evidencia $p(E)$. Un modo equivalente de expresar esto es decir que la confirmación está correlacionada con la diferencia entre la probabilidad condicional de la evidencia con respecto a la hipótesis $p(E/H)$ y la probabilidad condicional de la evidencia con respecto a la negación de la hipótesis $p(E/\neg H)$. Pero es una cuestión controvertida entre los bayesianos la de cuál es el modo apropiado de medir el grado de confirmación, por ejemplo, Good sugiere emplear la diferencia $p(H/E) - p(H)$ ⁶⁹. Pero en lo que coinciden todos estos autores es en el empleo del Teorema de Bayes para calcular la probabilidad a posteriori de una hipótesis, empleando su probabilidad a priori, la probabilidad de la evidencia y la probabilidad condicional de la evidencia con respecto a la hipótesis. La dependencia de la probabilidad a posteriori de la hipótesis de estos tres términos se pone de manifiesto –según los bayesianos– en tres rasgos propios de la inferencia inductiva. En primer lugar, la medida en que la evidencia confirma una hipótesis incrementa –*ceteris paribus*– con la probabilidad condicional de la evidencia con respecto a la hipótesis. Así, por ejemplo, si la evidencia refuta la hipótesis, la probabilidad condicional de la evidencia con respecto a la hipótesis será nula; pero si la evidencia proporciona el máximo grado de confirmación a la hipótesis, se obtendrá cuando la probabilidad condicional de la evidencia con respecto a la hipótesis adopte el valor 1, y en ese caso la hipótesis implica la evidencia. En segundo lugar, la dependencia de la probabilidad a posteriori de una hipótesis de su probabilidad a priori se pone de manifiesto, por ejemplo, en el rechazo de las hipótesis ad hoc por parte de los científicos, o en su preferencia por las hipótesis más sencillas. En tercer lugar, el grado de confirmación que la evidencia le proporciona a la hipótesis depende de la probabilidad de la evidencia cuando no se supone que la hipótesis es verdadera. Esta dependencia se

⁶⁹ Good, I.J., *Probability and the Weighing of Evidence*, Griffin, London, 1950.

refleja –según los bayesianos- en la intuición de que cuanto más inesperada o sorprendente es la evidencia, mayor es su poder confirmador.⁷⁰

Pero, independientemente de la cuestión de si las herramientas proporcionadas por la teoría bayesiana permiten resolver adecuadamente o no las paradojas e inconsistencias que examinamos en la sección anterior, esta concepción cuantitativa de la evidencia confirmadora parece presentar dificultades adicionales. En efecto, según van Fraassen, la teoría bayesiana da origen a lo que el autor denomina “el problema de la rigidez”. Este problema es una consecuencia inaceptable de la admisión conjunta de dos supuestos que van Fraassen atribuye a la concepción bayesiana. Nos referimos a la suposición de que ninguna inferencia ampliativa puede estar justificada, y a la de que es irracional efectuar una inferencia ampliativa no justificada. Aceptar ambos supuestos conduce al problema de la rigidez porque, si ninguna inferencia ampliativa está justificada y si toda ampliación requiere justificación, sólo tenemos una única oportunidad de seleccionar los valores que asignaremos a las probabilidades a priori que intervienen en la fórmula de Bayes -empleada para el cálculo del grado de confirmación que la evidencia proporciona a una teoría-. En consecuencia, cualquier ulterior revisión de nuestras creencias estará fundada en aquella primera evaluación del sustento que toda posible evidencia aporta a toda hipótesis posible. De modo que la apreciación de la probabilidad condicional de una hipótesis cualquiera con respecto a cualquier evidencia no podrá incrementarse ni disminuir.

No obstante, creemos incorrecta la afirmación de que la epistemología bayesiana está comprometida con la admisión de los supuestos en cuestión. Consideremos, en primer lugar, la pretendida adhesión del bayesianismo al supuesto de que no puede haber una justificación para ninguna regla ampliativa. Van Fraassen sostiene que el bayesianismo acepta esta proposición porque considera la regla de condicionalización como una regla de inferencia deductiva, porque cree que hay un argumento Dutch Book que prueba que la regla de condicionalización es la única manera consistente de actualizar nuestras creencias mediante la aplicación de reglas.⁷¹ En suma, según la interpretación de van Fraassen del bayesianismo, ninguna regla ampliativa puede tener justificación, y las reglas deductivas -como lo es, en su opinión, la de condicionalización- no permiten actualizar nuestras creencias a la luz del descubrimiento de evidencia novedosa. De modo que la única regla de inferencia justificada de que dispone el bayesianismo no permite que se modifique nuestro grado de creencia en una hipótesis cuando disponemos de información adicional relevante.

Antes de analizar si es cierto que hay una demostración de que la regla de condicionalización es la única regla consistente para actualizar creencias, será conveniente efectuar algunas precisiones con respecto al status de esta regla desde la perspectiva bayesiana. Recordemos, en primer lugar, que los grados de creencia que satisfacen los axiomas del cálculo de probabilidades son -de acuerdo con la interpretación subjetivista- grados de creencia propios

⁷⁰ Sin embargo, $p(E) = p(E/H) \cdot p(H) + p(E/\neg H) \cdot p(\neg H)$, de modo que, en rigor, la probabilidad a posteriori de la hipótesis depende únicamente de $p(E/H)$, $p(H)$ y $p(E/\neg H)$.

de un agente racional en un momento t determinado. Por esta razón, tanto estos axiomas como sus consecuencias - entre las cuales se destaca el Teorema de Bayes- constituyen lo que generalmente se denomina "cálculo de probabilidades sincrónicas". El Teorema de Bayes regula el modo en que tenemos que actualizar nuestras creencias a la luz de la nueva evidencia incorporada. Pero actualizar nuestras creencias significa desechar la función de probabilidad p que inicialmente tenemos -de acuerdo con la cual la evidencia tiene una probabilidad generalmente menor que 1- y adoptar otra función de probabilidad p' , de acuerdo con la cual la evidencia tiene probabilidad 1. En este proceso de actualización, las demás proposiciones del dominio de la función p también adquirirán nuevos valores de probabilidad de acuerdo con la función p' . Para regular este pasaje de la función de probabilidad original p a la nueva función p' , los bayesianos adoptan la regla de condicionalización. Esta regla establece que si el grado de creencia en una proposición E alcanza el valor 1, y ninguna otra proposición más fuerte también alcanza este valor, entonces se debe igualar la nueva probabilidad $p'(H)$ con la probabilidad condicional $p(H/E)$ para cualquier proposición H que pertenezca al dominio de la función probabilística p inmediatamente anterior al cambio de creencia en la proposición E . Además, de acuerdo con el Teorema de Bayes, el valor de la probabilidad condicional $p(H/E)$ es igual al cociente $[p(E/H) \cdot p(H)] / p(E)$.

Es importante destacar que los propios partidarios del bayesianismo ortodoxo consideran que no se dispone de un argumento que justifique esta regla.⁷² Similarmente, Hacking señala que, a diferencia de lo que ocurre en el caso de los axiomas del cálculo de probabilidades, no parece haber ningún argumento Dutch Book que justifique la regla de condicionalización. Esto se debe a que los grados de creencia que tenemos antes y después de conocer cierta nueva evidencia e pueden ser consistentes -en el sentido de ser invulnerables a un argumento Dutch Book- sin que el grado de creencia que asignamos después de conocer e sea obtenido mediante la aplicación de la regla de condicionalización al grado de creencia que teníamos antes de conocer e .⁷³

Supongamos que para actualizar nuestras creencias a la luz de la evidencia futura seguimos una regla para determinar el grado de creencia que asignaremos a ciertos enunciados según ocurra el evento E_1 , o el evento E_2 , ..., o el evento E_n , donde los eventos E_i constituyen una partición del conjunto de posibles eventos futuros mutuamente excluyentes y exhaustivo. En estas condiciones, podemos preguntarnos si hay alguna estrategia de apuestas fundada en nuestras probabilidades actuales y en nuestra regla para actualizarlas, que nos conduzca a una pérdida -o una ganancia- segura si para alguna proposición H asignamos una probabilidad $p'(H)$ diferente del valor $p(H/E_i)$, donde $p'(H)$ es la probabilidad que nuestra estrategia actualizadora prescribe para H en el caso de que ocurra el evento E_i .

⁷¹ van Fraassen, B., *Laws and Symmetry*, Clarendon Press, Oxford, 1989, p.175.

⁷² Howson, C. & Urbach, P., *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*, Open Court, Chicago, 1993, pp.101.

⁷³ Hacking, I., "Slightly More Realistic Personal Probability", *Philosophy of Science*, vol. 34, 1967, pp.311-325

Autores como Skyrms⁷⁴ y van Fraassen consideran que el argumento Dutch Book propuesto por Lewis – según lo refiere Teller⁷⁵– permite mostrar que se incurre en una inconsistencia si se sigue alguna regla para actualizar nuestras creencias que no sea la regla de condicionalización. No obstante, C. Howson y P. Urbach⁷⁶ han señalado que el argumento Dutch Book de Lewis-Teller sólo es efectivo si se satisface la condición de que al conocer que efectivamente ocurrió el evento E, nuestras probabilidades condicionales relativas a este evento permanecen invariantes pese a que $p(E) \neq 1$ y $p'(E) = 1$. Sólo cuando se cumple esta condición, el argumento de Lewis-Teller permite mostrar que la única regla consistente para actualizar nuestras creencias es la de condicionalización. En efecto, si $p'(E)=1$, entonces se cumple la igualdad $p'(H/E)=p'(H)$; en consecuencia, como por la condición de invariancia se verifica la ecuación $p'(H/E)=p(H/E)$, podemos inferir que se cumple la igualdad $p'(H)=p(H/E)$, tal como establece la regla de condicionalización.

Howson y Urbach objetan la conclusión de que la única regla consistente para actualizar nuestras creencias es la de condicionalización, mediante un ejemplo según el cual atribuimos actualmente el grado de creencia 1 a una proposición H referida a cierta experiencia sensorial que actualmente percibimos, pero que creemos que dejaremos de poder percibir con la misma claridad el día siguiente como consecuencia de que padecemos una lesión cerebral. Esta situación podría expresarse del siguiente modo: $p(H)=1$, $p(p_t(H)=b)>0$ y $b<1$, donde $p(H)$ es la probabilidad que actualmente asignamos a H y $p_t(H)$ es la probabilidad que atribuiremos a H mañana. Si somos consistentes, debemos aceptar que $p(H/p_t(H)=b)=1$. Así, nuestra regla de actualización debería asignar el valor b a la probabilidad actualizada de H cuando descubramos que es verdadero que $p_t(H)=b$. Pero este resultado contradice la conclusión del argumento de Lewis-Teller, ya que de acuerdo con este argumento la única regla de actualización consistente es la de condicionalización, que exige que la probabilidad actualizada de H en el momento t, $p_t(H)$, adopte el valor 1. Sin embargo, esta inconsistencia sólo se plantea si se acepta el principio de reflexión,⁷⁷ de acuerdo con el cual, si se asigna un grado de creencia b a la hipótesis H en un momento $m+x$, entonces también deberá asignarse el grado de creencia b a la hipótesis H en el momento m, es decir: $p_m(H/p_{m+x}(H)=b)=b$. Este requisito supone, entonces, que nuestros grados de creencia futuros están constituidos racionalmente sobre la base de evidencia correcta.

En suma, van Fraassen considera que el argumento de Lewis-Teller constituye una prueba incondicional porque supone que siempre se satisface la condición de que al descubrir la ocurrencia del evento E, nuestras probabilidades condicionales relativas a este evento permanecen invariantes. En efecto, van Fraassen sostiene que los grados de creencia asignables a las proposiciones deben cumplir con su Principio de Reflexión. Y cree que este requisito es exigible puesto que cualquier violación del mismo nos tornaría vulnerables al argumento Dutch Book de

⁷⁴ Skyrms, B., "Dynamic Coherence and Probability Kinematics", *Philosophy of Science*, vol 54, 1987, pp.1-20.

⁷⁵ Teller, P., "Conditionalisation and Observation", *Synthese*, vol. 26, 1973, pp.218-254.

⁷⁶ Howson, C. & Urbach, P., *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*, Open Court, Chicago, 1993, pp. 99-103.

⁷⁷ van Fraassen, B., "Belief and the Will", *Journal of Philosophy*, 81, 1984, pp. 235-308.

Lewis-Teller. En este punto, Howson y Urbach declaran que la inferencia de van Fraassen es circular, ya que el argumento de Lewis-Teller no muestra que apartarse de la regla de condicionalización conduce a inconsistencias, porque es un argumento diacrónico, es decir, un argumento fundado en el principio de reflexión diacrónica propuesto por van Fraassen. Sólo podría mostrar tal resultado si fuera un argumento sincrónico, es decir, si se fundara en un principio de reflexión sincrónica de acuerdo con el cual $p_t(H/p_t(H)=b)=b$. Pero, en tal caso, sería innecesario. En consecuencia, carece de fundamento la pretensión de van Fraassen de que puede demostrarse que cualquier otra regla para actualizar nuestras creencias que no sea la de condicionalización nos hace incurrir en inconsistencias.

Analicemos, ahora, en qué medida el bayesianismo está comprometido con la aceptación del supuesto de que es irracional emplear inferencias ampliativas que carecen de justificación. Consideremos, por caso, la aplicación de la regla bayesiana de condicionalización. Como ya señalamos, aun los bayesianos ortodoxos reconocen que Hacking está en lo correcto al sostener que esta regla carece de una justificación incondicional. Recordemos que la única justificación de esta regla con que contamos actualmente es la de que si aplicamos alguna regla para modificar nuestras creencias en una teoría a la luz de nueva evidencia, entonces debemos aplicar la regla de condicionalización, pues cualquier otra regla nos haría vulnerables a un argumento Dutch Book. Pero este argumento sólo es efectivo si se cumple la condición de que al tomar conocimiento de la nueva evidencia, nuestras probabilidades condicionales relativas a esta evidencia deben permanecer invariantes. Los bayesianos reconocen que la evidencia científica raramente tiene consecuencias deductivas que impongan restricciones a nuestros estados de creencia futuros, de modo tal que en general no se cumple la condición que permite considerar justificada la regla de condicionalización. No obstante, los bayesianos no se abstienen de aplicar esta regla, de modo que difícilmente están en condiciones de afirmar que es irracional aplicar reglas no justificadas. En otras palabras, consideramos errónea la afirmación de van Fraassen de que los bayesianos creen que no puede haber una justificación para ninguna regla de inferencia ampliativa y que es irracional recurrir a reglas de inferencia que no están justificadas. Por lo tanto, la teoría bayesiana no da origen al problema de la rigidez, como cree van Fraassen.

De todos modos, podría aducirse que la regla de condicionalización no es una regla de inferencia ampliativa. Sin embargo, lo que creemos que sí constituye una inferencia ampliativa es la que permite extrapolar la legitimidad de la aplicación de la regla de condicionalización desde los casos ideales en los cuales se cumple la condición de invariancia ya mencionada, hacia los casos en los que no sabemos si se cumple esta condición, es decir, los casos en los cuales no podemos asegurar que el comportamiento del agente real se ajustará al de un razonador ideal. En consecuencia, aunque no se considere ampliativa la regla de condicionalización, su aplicación a los casos concretos presupone que es legítimo efectuar inferencias ampliativas que carecen de justificación. De modo que, al menos implícitamente, la epistemología bayesiana supone que no es irracional efectuar inferencias ampliativas no justificadas.

Consideraciones similares se aplican al tratamiento bayesiano de la cuestión de si podemos asignar valores precisos a la probabilidad a priori de una teoría. Como ya señalamos anteriormente, el bayesianismo ortodoxo rechaza la propuesta de quienes, alegando la incertidumbre de nuestras creencias, comparten la opinión de van Fraassen de que deberíamos atribuir a las teorías probabilidades vagas expresadas mediante intervalos y no mediante valores puntuales.⁷⁸ El bayesianismo ortodoxo aduce que, si aceptamos este argumento, también deberíamos negarnos a asignar valores precisos a los extremos de estos intervalos, de modo que la teoría formal aplicable a los grados de creencia expresados mediante intervalos cuyos extremos son valores precisos -teoría desarrollada por una corriente bayesiana disidente- debería ser reformulada.

En todo caso, el bayesianismo ortodoxo considera que es más conveniente trabajar con la teoría tradicional de los valores puntuales, porque es más simple y puede considerarse como un ideal al cual se aproximan los casos reales. En otras palabras, el bayesianismo ortodoxo recomienda aplicar una teoría apropiada para tratar situaciones aleatorias a los casos de incertidumbre. De este modo, el bayesianismo ortodoxo asume que es legítimo extrapolar la aplicación de la misma estrategia desde aquellos casos en los cuales sabemos que los resultados posibles son aleatorios hacia los casos que no juzgamos como objetivamente azarosos sino epistémicamente inciertos. En consecuencia, la epistemología bayesiana efectúa inferencias ampliativas que no están justificadas, de modo que no podría sostener –como pretende van Fraassen- que es irracional emplear inferencias no justificadas sin tornarse vulnerables a la crítica de irracionalismo.

Con todo, el bayesianismo plantea dificultades adicionales, una de las más frecuentemente destacadas por los críticos es la de cuál es el valor epistémico de la evidencia disponible previamente a la formulación de la teoría. Pues si se la considera una evidencia genuina de la teoría, tendría que incrementar la probabilidad condicional de ésta con respecto a su probabilidad a priori.⁷⁹ Sin embargo, según el Teorema de Bayes, la probabilidad condicional de una teoría con respecto a un fenómeno ocurrido efectivamente y derivable de ella es igual a la probabilidad de la teoría. Pues la probabilidad condicional de una teoría T si ocurre un fenómeno O es igual a $p(T/O)=[p(T).p(O/T)]/p(O)$; pero como O es

⁷⁸ Howson, C. & Urbach, P., *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*, Open Court, Chicago, 1993, pp. 87-88.

⁷⁹ Conviene aclarar, en este punto, que está ampliamente extendido el empleo de la denominación "probabilidad a priori de una hipótesis" para hacer referencia a la probabilidad absoluta de ésta; similarmente se utiliza la expresión "probabilidad a posteriori de una hipótesis" para aludir a la probabilidad condicional de esa hipótesis con respecto a cierta evidencia. Nótese que la probabilidad de la evidencia es también una probabilidad absoluta, en tanto que el término "*likelihood*" designa la probabilidad condicional de la evidencia con respecto a cierta hipótesis. La probabilidad absoluta es una función de un solo argumento definida por los siguientes axiomas:

1) $p(A) \geq 0$

2) $p(A) = 1$ si A es una tautología.

3) $p(A \vee B) = p(A) + p(B)$, si A y B son incompatibles.

La probabilidad condicional, en cambio, es una función de dos argumentos, definida por el axioma:

4) $p(A/B) = p(A \wedge B) / p(B)$, si $p(B) \neq 0$.

Con todo, cualquier probabilidad absoluta también puede ser expresada como una probabilidad condicional, pues $p(A) = p(A/B)$ si B es una tautología. Ahora bien, el empleo de la denominación "probabilidad a posteriori de la hipótesis" por parte de los bayesianos para referirse a la probabilidad de la hipótesis con respecto a un enunciado que describe la evidencia –como se explicará a continuación- no supone que se sepa que este enunciado es, de hecho, verdadero.

derivable de T, $p(O/T)=1$. Y como la ocurrencia del fenómeno O es conocida con certeza, su probabilidad asume el valor $p(O)=1$; de modo que la probabilidad condicional de la teoría con respecto a dicho fenómeno será igual que la probabilidad de la teoría $p(T/O)=p(T)$. En consecuencia, la evidencia disponible antes de la formulación de una teoría no debería considerarse como genuina evidencia de ésta, resultado generalmente considerado inaceptable.

Es interesante observar que este argumento puede generalizarse pues si se interpreta la regla de condicionalización como se lo hace aquí, ninguna evidencia, ni la obtenida previamente a la formulación de una teoría ni la registrada con posterioridad, podría confirmar ninguna teoría. Pues aunque la teoría se formule antes de que se obtenga la evidencia, en el momento en que se aplica el Teorema de Bayes para calcular el apoyo que la evidencia aporta a la teoría, los términos $p(E)$ y $p(E/T)$ asumirán el valor 1 ya que en ese momento la evidencia será conocida.

De acuerdo con los defensores de la concepción bayesiana,⁸⁰ este argumento se sustenta sobre una aplicación incorrecta del Teorema de Bayes. El error consiste en relativizar todas las probabilidades con respecto a la totalidad del conocimiento actualmente disponible. Pues las probabilidades deben relativizarse con respecto al conjunto constituido por el conocimiento disponible menos la evidencia en cuestión. El motivo de esta restricción es que la evaluación actual que un científico hace del apoyo que la evidencia proporciona a la teoría es una medida del grado en que la adición de esta evidencia a su conocimiento actual provocaría algún cambio en su grado de creencia en la teoría. Así, el sustento que la teoría recibe de la evidencia es medido por el efecto que uno cree que el conocimiento de esa evidencia tendría sobre nuestro grado de creencia en la teoría, en el supuesto contrafáctico de que aún no conociéramos esa evidencia.

Con todo, la tentativa bayesiana de superar esta dificultad mediante una interpretación contrafáctica del Teorema de Bayes, da lugar al problema de determinar si es correcto el valor de la probabilidad condicional de la teoría con respecto a la evidencia conocida previamente a su formulación. Pues no es claro cómo podrían establecerse las condiciones de verdad de un enunciado de la forma "la probabilidad condicional de una teoría con respecto a cierta evidencia ya conocida sería X, si no se hubiera descubierto todavía la evidencia en cuestión". Asimismo, podría cuestionarse que esta relativización de las probabilidades con respecto al estado ficticio de que no disponemos de la información que de hecho sí conocemos es nada más que una recurso ad hoc para eludir el problema de la evidencia previa. Por otra parte, autores como Gärdenfors consideran problemática esta relativización de las probabilidades con respecto a un conjunto de información que no puede determinarse de manera unívoca.⁸¹ En efecto, el resultado de extraer la información provista por la evidencia en cuestión del background de conocimiento disponible en el momento del testeo de la hipótesis puede variar según cuál sea el modo en que se haya axiomatizado el background de conocimiento.

⁸⁰ Howson, C. & Urbach, P., *Scientific Reasoning*, Open Court, Illinois, 1993, pp. 403 - 407

⁸¹ Gärdenfors, P. *Knowledge in Flux*, Cambridge, Mass.: MIT Press, 1988

Recapitulación de la primera parte.

En el primer capítulo se examinan las razones del fracaso de las tentativas deductivistas de resolver el problema de la justificación de la inducción, cuyo propósito de formular un principio inductivo evidente –o demostrable a partir de un enunciado autoevidente- conduce a una regresión infinita o a un círculo vicioso. Luego se discute la opinión de Couvalis de que el problema de la justificación de la inducción no es un problema real para el conocimiento científico pues –según el autor- las objeciones humeanas no conducen al escepticismo. Couvalis sostiene que el éxito predictivo de las teorías científicas nos persuade de que estas teorías están fundadas en inferencias plausibles, de modo que no debe dudarse de la inducción sino más bien de los argumentos filosóficos que cuestionan la inferencia inductiva. En este punto, cuestiono el carácter circular del argumento de Couvalis, así como su afirmación de que la crítica humeana contra la inducción se debilita si se considera que ni siquiera en el caso de la deducción puede satisfacerse la demanda de una justificación no circular de la corrección un cierto tipo de inferencias. Argumento que son diferentes la circularidad en la que incurren quienes intentan justificar deductivamente la corrección de las inferencias inductivas, y la circularidad de las estrategias para justificar la validez de los argumentos deductivos que Couvalis menciona. Pues la circularidad a que conduce una justificación deductiva de la inducción es eludible, pero no puede evitarse la circularidad en la que incurren las estrategias para justificar la validez de las inferencias deductivas. Se cuestiona, también, la crítica de Couvalis contra la interpretación formalista de la lógica en que se sustenta la respuesta de Carnap al problema de la justificación de la inducción. Discuto, en particular, la opinión de Couvalis acerca de la imposibilidad de fundar la solidez de una inferencia inductiva en el carácter analítico del enunciado de la regla que justifica esa inferencia.

A continuación se examinan las dos soluciones al problema de la justificación de la inducción formuladas en el marco de la interpretación formalista de la lógica: la justificación analítica propuesta por Carnap y la justificación pragmática elaborada por Reichenbach. Con respecto a la primera se concluye que, aunque todos sus principios y teoremas sean analíticos, no puede prescindir de presuposiciones sintéticas. Pues, como las funciones que miden los grados de confirmación de los enunciados dependen de la estructura del lenguaje, se deberá tomar en consideración cada situación de investigación en particular para decidir qué función de confirmación es la más apropiada. En relación con la segunda solución, señalamos que Reichenbach interpreta los enunciados probabilísticos en términos del valor límite al que tiende una frecuencia relativa en una sucesión infinita, y adopta el límite de la frecuencia relativa registrada en una sucesión finita como la mejor estimación de aquel valor. Se enfatiza que el autor no puede justificar la suposición de que la frecuencia relativa con que se registra una propiedad en una sucesión finita de eventos efectivamente observada es igual al límite al que se aproxima la frecuencia relativa de dicha propiedad en una sucesión infinita. Con todo, Reichenbach sostiene que sí puede proporcionarse una justificación pragmática de este proceder. Pues identificar un determinado valor de la

frecuencia relativa con el límite de una serie infinita es, en su opinión, el mejor procedimiento disponible para hacer predicciones exitosas.

Se analiza, luego, la interpretación habitual de la controversia entre estas dos tentativas de justificar la inducción, según la cual Carnap brinda una fundamentación analítica de la inducción, mientras que Reichenbach propone una justificación pragmática. En este punto, defiende la hipótesis de que las divergencias entre las posturas de estos dos filósofos surgen de una confusión entre dos problemas diferentes. Creo que, a diferencia de Carnap, Reichenbach asimila la cuestión lógica de cómo justificar las inferencias inductivas con la cuestión pragmática de cómo justificar la aceptación de la conclusión de una inferencia inductiva como fundamento de nuestras expectativas, creencias y decisiones. Finalmente, argumento que el motivo por el cual Reichenbach desplaza el problema de la justificación de la inducción desde el plano lógico hacia el pragmático, reside en su negativa a admitir que es posible interpretar el concepto de probabilidad de dos maneras esencialmente diferentes e igualmente legítimas, a saber, la interpretación lógica o inductiva y la estadística o frecuencial.

Argumento, a continuación, que la vindicación de la inducción propuesta por Reichenbach parece menos comprometida con las presuposiciones ontológicas que subyacen tanto a las justificaciones deductivistas como a la justificación analítica de Carnap. Pues tanto la justificación analítica como las deductivistas se sustentan implícitamente de que los fenómenos están gobernados por conexiones nomológicas en la naturaleza. Así, los principios sugeridos por quienes procuraron justificar deductivamente la inducción -como el principio de uniformidad de la naturaleza- expresan la confianza en un orden natural de tipo determinista. En el caso de Carnap, concluimos que la aplicabilidad empírica de la lógica inductiva supone la existencia de vínculos nomológicos pero estadísticos entre los fenómenos. En cambio, Reichenbach se limita a sostener que el postulado inductivo es el mejor que podemos adoptar -aunque no se pueda justificar lógicamente- porque corresponde a un procedimiento cuya aplicabilidad es condición necesaria para la predictibilidad de los fenómenos. Pero el autor no parece comprometerse con el supuesto de que los fenómenos son predecibles.

En el segundo capítulo se considera la evolución del concepto de probabilidad, con el propósito de iluminar el proceso que condujo a relacionar el cálculo de probabilidades con el problema de la justificación de la inducción. En particular, nos detenemos en el estudio de la disputa acerca de la identidad entre las diferentes interpretaciones del concepto de probabilidad, y de la controversia acerca de la distinción entre aleatoriedad e incertidumbre. Argumento que los partidarios de la interpretación frecuencial, no menos que los defensores de la interpretación lógica, son susceptibles a la acusación de fundarse en presuposiciones empíricas. Pues las frecuencias relativas en las que se apoyan están fundadas sobre juicios de equiprobabilidad comparativa, que suponen la semejanza u homogeneidad de las alternativas posibles. Precisamente estos inconvenientes de la interpretación frecuencial son los que ponen de

manifiesto cómo surge el problema de la inducción cuando se trabaja con series empíricas. Pues, en este caso se pone en evidencia el hecho de que no tenemos certeza de la existencia ni de la unicidad de un valor límite para las frecuencias relativas correspondientes a estas series. Por su parte, los partidarios de la interpretación lógica deben reconocer que los juicios de relevancia de la evidencia dependen de presuposiciones materiales, necesarias para determinar la elección de la función de confirmación a emplear en cada caso.

En relación con la controversia acerca de la importancia de la distinción entre aleatoriedad e incertidumbre, se argumenta que tanto los partidarios de la interpretación lógica de la probabilidad como los de la interpretación frecuencial comparten el mismo criterio ontológico para fundamentar la necesidad de establecer esta distinción. Concluyo que las razones esgrimidas por el bayesianismo ortodoxo contra la distinción entre aleatoriedad e incertidumbre no son suficientes para sustentar desde una perspectiva realista los compromisos ontológicos propios de su postura. Señalo que un buen ejemplo de situación de incertidumbre irreductible al cálculo de probabilidades es el modo en que las creencias del agente y su disposición a maximizar la utilidad esperada de sus elecciones determinarían efectivamente sus acciones. Esa premisa bayesiana no parece poder someterse al tratamiento que se le proporcionaría a un experimento aleatorio. De modo que los propios supuestos del bayesianismo ejemplifican la irreductibilidad de la incertidumbre a las leyes del azar, y, por lo tanto, la ineliminabilidad de la distinción entre incertidumbre y aleatoriedad.

A continuación, examino la controversia acerca de la identidad entre el concepto lógico o inductivo de probabilidad y el concepto estadístico o frecuencial, y concluyo que Carnap está en lo correcto al sostener que existe una disparidad ineliminable entre el concepto lógico y el frecuencial de probabilidad. Considero que los argumentos proporcionados por Reichenbach con el propósito de establecer la identidad entre estos conceptos se fundan sobre la errónea premisa de que su noción de ponderación coincide con la de probabilidad lógica. Por otra parte, considero que es precisamente la argumentación de Reichenbach orientada a mostrar la posibilidad de interpretar frecuentemente los enunciados probabilísticos referidos a eventos particulares la que pone en evidencia la necesidad de reconocer una interpretación diferente de la frecuencial para esta clase de enunciados. Argumento, además, que en su esfuerzo por mostrar que el concepto lógico y el frecuencial de la probabilidad son idénticos, y que éste último puede sustituir a aquel aún en el caso de la interpretación de los enunciados probabilísticos referidos a casos particulares, Reichenbach desplaza el problema lógico o epistémico de la justificación de la inducción hacia el plano pragmático. Pues al autor defiende su interpretación frecuencial de los enunciados probabilísticos indicando que ella permitiría resolver el problema de cómo justificar el empleo de inferencias inductivas como fundamento de las expectativas que orientan nuestras decisiones prácticas. Sostengo, asimismo, que también la interpretación frecuencial propuesta por Reichenbach para los enunciados que atribuyen probabilidades a hipótesis, conduce a la conclusión de que es necesario admitir la utilidad de la interpretación lógica de la probabilidad, y rechazar su identificación con la interpretación frecuencial.

Finalmente, se señala la importancia de diferenciar entre el cálculo de probabilidades y la teoría de la probabilidad, pues la primera es una disciplina matemática cuyas afirmaciones son lógicamente necesarias, mientras que la segunda se ocupa de problemas tales como el de la interpretación del concepto de probabilidad, las condiciones de adecuación que éste debe satisfacer, la cuestión de si pueden justificarse las inferencias inductivas, etc. De modo que el cálculo matemático de probabilidades no puede proporcionar una herramienta útil para la solución del problema de la justificación de la inducción, dado que el cálculo de probabilidades sólo podría aplicarse a la consideración de la justificación de la inducción una vez que sus términos primitivos —“probabilidad”, “equiprobable”, etc- hayan sido interpretados adecuadamente. Pero una interpretación tal nos comprometerá con la aceptación de algunas presuposiciones sintéticas, cuya verdad no podremos justificar a priori. Estas consideraciones acerca de las dificultades planteadas en torno de la justificación de la inducción podrían persuadirnos de la conveniencia de renunciar al empleo de razonamientos inductivos. Sin embargo, rechazar la inducción ante la imposibilidad de justificarla —como propone Popper- tampoco parece una alternativa promisorias, a menos que se disponga de un modo alternativo de dar cuenta de la práctica científica efectiva, y de cómo esta práctica conduce al progreso de la ciencia.

En el tercer capítulo se examina la crítica de Popper contra la inducción y su propuesta metodológica que pretende prescindir de la ella, analizando las dificultades epistemológicas derivadas tanto de su criterio de demarcación como de la importancia que el autor atribuye a la existencia de una asimetría entre la verificación y la refutación de las hipótesis científicas. En particular, nos concentramos en el problema que enfrenta la concepción popperiana para explicar el progreso científico sin resignar sus compromisos realistas. Así, se analizan las definiciones cualitativa y cuantitativa de la noción de verosimilitud que Popper elabora con el propósito de explicar cómo se aproximan a la verdad las teorías sucesivas. Nos detenemos en las críticas formuladas por Tichy y Grünbaum, acerca de que estas definiciones no permiten comparar teorías falsas en cuanto a su verosimilitud cualitativa, y tampoco posibilitan la comparación de enunciados universales en cuanto a su verosimilitud cuantitativa. También se examina la reformulación de las definiciones de verosimilitud que Popper efectúa con el propósito de eludir estas objeciones y rescatar este concepto como idea regulativa de la racionalidad científica. Se concluye que estas nuevas definiciones tampoco permiten comparar enunciados universales en cuanto a su verosimilitud. Pero, además, se fundan en las nociones de distancia cualitativa y distancia cuantitativa a una teoría verdadera, nociones dependientes del sistema lingüístico en el que se formulan los enunciados. De modo que, aun en el caso de que permitieran comparar enunciados universales en cuanto a su verosimilitud, una concepción realista como la de Popper demandaría una explicación del modo cómo la experiencia influye en la elección del sistema conceptual en el que se formulan los enunciados.

Finalmente, discuto el alcance del tratamiento de la noción de verosimilitud propuesto por Niiniluoto quien, oponiéndose a Popper, considera que la probabilidad a posteriori de una hipótesis es, en ciertas condiciones, un buen

índice de su verosimilitud. Argumento que también en esta concepción la verosimilitud de un enunciado es relativa al sistema conceptual en el cual se expresa los enunciados a corroborar. En este punto, cuestiono que la ausencia de criterios objetivos para establecer el valor de los parámetros que expresan los presupuestos fácticos de la inducción, de modo que esta propuesta no parece compatible con una concepción realista como la que Niiniluoto dice sostener.

En el cuarto capítulo se examinan las tentativas de formular una definición de la noción de evidencia que permita elaborar una teoría general de la confirmación destinada a dar cuenta de la confianza depositada en ciertas hipótesis. La consecución de este objetivo parece promisoria, en principio, porque permitiría enfrentar desde una nueva perspectiva la cuestión de la justificación de las inferencias inductivas empleadas en la evaluación de esas hipótesis. En la primera sección, se estudian las paradojas e inconsistencias que plantean las definiciones puramente sintácticas de la noción de evidencia confirmadora, y se evalúan algunas propuestas orientadas a la solución de estas dificultades. En particular, se analizan las dificultades derivadas de la aceptación simultánea de algunas condiciones de adecuación aparentemente intuitivamente apropiadas para caracterizar la relación de confirmación inductiva. Se hace hincapié en que, si no se admitieran estas condiciones se obtendría una noción de confirmación no transitiva, incapaz de dar cuenta de creencias arraigadas en la práctica científica. Por ejemplo, la creencia de que las consecuencias de una hipótesis confirman esa hipótesis, la de que una instancia confirmadora de una generalización también confirma la ocurrencia futura de otro caso particular de esa generalización, y la de que una instancia confirmadora de un enunciado también confirma cualquier otro enunciado del cual se deduzca el primero. En suma, sin una concepción transitiva de la confirmación no es posible explicar cómo la evidencia empírica puede proporcionar apoyo inductivo a hipótesis que contienen términos teóricos. En este punto, se discute la tentativa de Niiniluoto y Tuomela de mostrar la indispensabilidad de los términos y enunciados teóricos para la sistematización inductiva, empleando una relación de confirmación que no satisface ninguna condición de transitividad. Se cuestiona el alcance de esta concepción no transitiva de la relación de confirmación para mostrar la indispensabilidad de los términos y enunciados teóricos para la sistematización inductiva en el contexto de una concepción realista. Pues toda aplicación de un sistema de lógica inductiva como la que los autores proponen, requiere la previa adopción de ciertas presuposiciones fácticas que no pueden justificarse.

De este modo, abordamos la principal dificultad que plantean tanto la lógica inductiva elaborada por Carnap como la desarrollada por Hintikka: sus resultados son sensibles al cambio de los predicados primitivos del sistema lingüístico en el que se emplean, de modo tal que los resultados de la aplicación de estos sistemas de lógica inductiva varían en función de la elección del lenguaje. En consecuencia, los enunciados acerca de la probabilidad de una hipótesis con respecto a la evidencia no tienen fundamento exclusivamente a priori sino que son parcialmente fácticos.

Pues requieren la determinación de los valores de los parámetros que expresan una medida de la regularidad del universo, o nuestra creencia en tal regularidad.

A continuación, se analiza la controversia que Niiniluoto y Tuomela sostienen con Salmon acerca de la aceptabilidad una regla inductiva cuya aplicación da lugar a resultados que varían en función de los rasgos propios del lenguaje. Niiniluoto y Tuomela, rechazan la pretensión de Salmon de que un sistema de lógica inductiva que viole el requisito de invariancia lingüística que él propone incurrirá en contradicciones interlingüísticas. Objeto que Niiniluoto y Tuomela no indican cómo debe efectuarse la elección del sistema conceptual, dificultad que —de acuerdo con estos autores— no puede resolverse en términos puramente lógicos, sino que se deben tomar en cuenta factores pragmáticos. Señalo que los autores no proporcionan criterios para realizar esta selección de modo tal que pueda asegurarse la adecuación empírica de la elección efectuada, ni tampoco argumentan en defensa de la posibilidad de la existencia de tales criterios. Concluyo que no parece posible compatibilizar la idea de que los rasgos del lenguaje influyen en la atribución de una medida de probabilidad a las hipótesis con respecto a la evidencia empírica, con una concepción realista del conocimiento científico.

Se examinan, luego, las paradojas que surgen de la aceptación simultánea del criterio de Nicod y la condición de equivalencia. Discuto la solución propuesta por Hempel, que procura eludir el problema afirmando que las características atribuidas a la noción intuitiva de evidencia no deben considerarse como definitoria de un concepto formal, preciso y epistemológicamente útil de instancia confirmadora. Cabe preguntarse, entonces, de qué modo puede evaluarse la adecuación de la reconstrucción racional de la noción de evidencia confirmadora, si se desestima la importancia de su adecuación con nuestra concepción pre-analítica de la confirmación. Se analizan, asimismo, las tentativas de resolver estas paradojas que recurren a un tratamiento cuantitativo de la noción de confirmación. En particular, cuestiono la solución bayesiana propuesta por Macky, que emplea el principio inverso para establecer relaciones de confirmación, así como la modificación de este principio sugerida por Hooker y Stove, pues sólo permiten resolver el problema si se adoptan ciertas presuposiciones sintéticas injustificadas, similarmente a lo que sucede en la propuesta de Hintikka. Así, se concluye que no parece que pueda haber una solución satisfactoria para las paradojas de la confirmación, a menos que se rechace el requisito de equivalencia. Pero si se optara por rechazar el requisito de equivalencia, se deberá aceptar que el hecho de que un enunciado esté o no confirmado por cierta evidencia depende del modo cómo se expresa el contenido informativo del enunciado. De este modo, la relación de confirmación no sólo quedaría relativizada al sistema conceptual que se adopte, sino también al modo cómo se formula la afirmación dentro de un mismo sistema conceptual.

Se analiza, a continuación, la postura de Couvalis, quien considera que las paradojas de la confirmación amenazan la solidez de las inferencias inductivas sólo si pensamos que la persuasividad de los argumentos depende exclusivamente de su forma lógica. Similarmente, con la paradoja de las esmeraldas Goodman ilustra su convicción de

que la noción de evidencia confirmadora no puede definirse adecuadamente si se omiten ciertas consideraciones semánticas y pragmáticas. En su opinión, son consideraciones de índole pragmática las que permiten diferenciar las generalizaciones confirmables de las generalizaciones accidentales o no confirmables. En este punto, se cuestiona los inconvenientes que suscita, desde la perspectiva realista, la solución propuesta por Goodman. Pues el autor hace depender la confirmabilidad por instancias de los enunciados -y, en consecuencia, su carácter de leyes genuinas- del sistema conceptual empleado para categorizar la experiencia. También se discute la solución ofrecida por Kornblith, que recurre a la noción de clase natural, porque su argumentación se apoya en ciertos supuestos metafísicos. También cuestiono la adecuación de la solución a la paradoja de Goodman elaborada por Niiniluoto y Tuomela. Pues esa estrategia permitiría transformar cualquier situación en la cual hipótesis incompatibles son equiprobables con respecto a la misma evidencia en un problema de elección entre lenguajes alternativos. Esta elección parece sustentarse sobre supuestos empíricos injustificados, ya que los autores no formulan criterios que pongan de manifiesto el papel que desempeña de la realidad empírica en la selección de marcos conceptuales alternativos.

Se considera también el problema más general que se plantea cuando dos razonamientos inductivos cuyas premisas son verdaderas, dan origen a predicciones incompatibles. Esta circunstancia parece poner en duda la posibilidad de justificar la solidez de las inferencias inductivas, y da origen a la dificultad de establecer sobre cuál de los razonamientos debemos fundar nuestras expectativas y decisiones futuras. Se discute la solución propuesta por Carnap, que consiste en elegir la inferencia que satisfaga el requisito de máxima especificidad, pues la aplicación práctica de este requisito no parece siempre posible. Cuestionamos, además, el tratamiento de esta dificultad que proporcionan Niiniluoto y Tuomela porque —como en el caso de la solución de la paradoja de Goodman- la transforma en un problema de elección entre sistemas conceptuales alternativos.

Estas consideraciones evidencian que el tratamiento de las paradojas e inconsistencias inductivas no se beneficia mediante el recurso a una noción cuantitativa de evidencia confirmadora. En particular, la aplicación de teorías que —como la de Carnap o Hintikka- asumen la existencia de un continuo de métodos inductivos, requiere la adopción de presuposiciones empíricas, como es de esperar en toda aplicación empírica de una teoría matemática. En suma, cualquier tentativa de fundamentación a priori de un juicio sobre el grado de confirmación o de creencia racional, enfrenta el problema de proporcionar buenas razones para justificar los supuestos materiales, relativos a la estructura del universo en estudio.

A continuación, cuestiono la crítica que van Fraassen dirige contra la concepción bayesiana de evidencia inductiva, según la cual la apreciación de la probabilidad condicional de cualquier hipótesis con respecto a cualquier evidencia posible no puede modificarse una vez asignados los valores de las probabilidades a priori requeridos en la fórmula de Bayes. De acuerdo con el autor, este “problema de la rigidez” es consecuencia, de la aceptación simultánea de dos supuestos: el de que ninguna inferencia ampliativa puede justificarse, y el de que es irracional efectuar una

inferencia ampliativa no justificada. Se argumenta aquí, en disidencia con las opiniones de van Fraassen, que el bayesianismo admite -al menos implícitamente- que no es irracional efectuar inferencias ampliativas que no estén justificadas deductivamente. En particular, se objeta que -contrariamente a lo que sostiene van Fraassen- los propios bayesianos no interpretan la regla de Bayes como una regla deductiva ni como una regla que tenga justificación.

Finalmente, se cuestiona el alcance de la repuesta bayesiana a otra de las objeciones que frecuentemente se esgrimen su contra: la de que la aplicación de la fórmula de Bayes impide que la evidencia disponible antes de la formulación de una hipótesis pueda incrementar su probabilidad. Los defensores del bayesianismo sostienen que esta crítica es injustificada, pues el problema surge cuando se relativizan erróneamente todas las probabilidades involucradas en la aplicación del Teorema de Bayes con respecto a la totalidad del conocimiento disponible. En este punto, objeto la estrategia bayesiana porque supone el recurso a un estado de conocimiento ficticio. Considero que esta solución ostenta un carácter puramente ad hoc, porque supone injustificadamente que es posible la determinación unívoca del valor de ciertas probabilidades bajo condiciones que de hecho no tienen lugar, de modo que transforma el juicio sobre la probabilidad condicional de una hipótesis con respecto a su evidencia previa en un enunciado condicional contrafáctico.

De este modo, en la primera parte esta tesis se analiza cómo la cuestión de la justificación de la inducción condujo al problema de establecer en qué circunstancias una hipótesis universal es confirmada por sus instancias. Así, examinamos diferentes tentativas de caracterizar la noción de instancia confirmadora o evidencia inductiva, y las dificultades planteadas en torno de las condiciones necesarias y suficientes de adecuación que debe satisfacer la relación de confirmación. Señalo que la definición de evidencia confirmadora requerida debe ser tal que sólo aquellos enunciados que expresan leyes genuinas puedan recibir apoyo inductivo de sus instancias. Pero la carencia de un criterio puramente sintáctico que permita discriminar entre enunciados nomológicos genuinos y espurios impide lograr una caracterización puramente formal de la noción de evidencia inductiva capaz de superar las inconsistencias y paradojas examinadas. Por otra parte, quienes recurren a consideraciones contrafácticas, causales o modales, no abordan siquiera los problemas filosóficos que estas nociones plantean. Tampoco la propuesta de fundar la distinción entre leyes genuinas y generalizaciones accidentales en la práctica lingüística efectiva proporciona una concepción de la relación de confirmación aceptable, al menos si se considera que la percepción debe condicionar nuestros juicios evaluativos de las hipótesis científicas. Concluyo que el problema de la caracterización de la noción de evidencia inductiva y el de la demarcación entre enunciados nomológicos genuinos y espurios, no pueden resolverse independientemente. Además, como consecuencia de la incapacidad de las concepciones sintacticistas, causales y pragmáticas para discriminar entre leyes y conexiones accidentales, considero infructuosas las tentativas de definir adecuadamente de la noción de evidencia confirmadora empleando las estrategias propias de estas concepciones.

Parte II: Explicación científica y relevancia explicativa.

Las dificultades que plantea la definición de evidencia inductiva dieron lugar a diferentes tentativas de caracterizar esta noción vinculándola con el concepto de explicación. Pero antes de examinar la tesis de que es preciso apelar simultáneamente a los conceptos de probabilidad y explicación para definir satisfactoriamente la noción de evidencia confirmadora —como proponen Brody, Smokler, Tuomela, Glymour y Achinstein— es conveniente analizar la adecuación de la concepción de la relación de relevancia explicativa que subyace a los principales modelos de explicación científica. Pues, una de las hipótesis de este trabajo es la de que la dificultad de caracterizar adecuadamente la noción de evidencia está íntimamente vinculada con el problema de lograr una elucidación satisfactoria de la relación de pertinencia explicativa.

En esta segunda parte de la tesis se analizan diferentes caracterizaciones del concepto de explicación, así como su respectiva vinculación con las distintas interpretaciones del concepto de probabilidad. Se estudian, en particular, las dificultades que enfrentan las concepciones pragmáticas, las causales y las nomológico-inferenciales para elucidar la relación de relevancia explicativa. Se procura poner de manifiesto que si bien los modelos inferenciales no dan cuenta de nuestra idea intuitiva de pertinencia explicativa porque se limitan a una consideración puramente sintáctica de la relación entre explanans y explanandum, las concepciones alternativas tampoco aportan una elucidación satisfactoria de esta noción. Pues los modelos pragmáticos conducen a una trivialización de la relación de relevancia explicativa, mientras que los modelos causales la hacen depender de consideraciones modales o contrafácticas que plantean importantes dificultades filosóficas. Se argumenta, finalmente, que estas dificultades son consecuencia del problema de que no se dispone de una caracterización adecuada del concepto de ley o enunciado que expresa una relación nomológica genuina y no meramente accidental.

Capítulo 5: Los modelos nomológico-inferenciales de explicación.

Introducción:

De acuerdo con la clasificación de los modelos de explicación científica que propone Salmon¹ uno de los tres enfoques principales en el tratamiento de la noción de explicación es el epistémico, una de cuyas variantes es la concepción inferencial. El representante típico de esta versión es el modelo de cobertura legal formulado por Hempel y Oppenheim según el cual una explicación es, fundamentalmente, un razonamiento. En este modelo, una explicación debe mostrar que el evento a explicar era esperable a la luz de ciertas leyes y circunstancias antecedentes, en el sentido de que el enunciado que describe el fenómeno a explicar debe poderse inferir deductiva o inductivamente de los enunciados explanantes. Así, en el caso particular de las explicaciones inductivo-estadísticas, no muestra que el explanandum se deduce del explanans como ocurre en el caso de las explicaciones nomológico-deductivas, sino que el explanans permite atribuir al explanandum un elevado grado de probabilidad inductiva. De acuerdo con Salmon, el enfoque epistémico se sustenta en una interpretación subjetivista de la noción de probabilidad, en la noción de probabilidad epistémicamente interpretada en términos de grados de creencia racional.

Además de la versión inferencial, el enfoque epistémico presenta otras variantes, una de ellas es el modelo de explicación por unificación, formulado por Friedman y P. Kitcher. Estos autores sostienen que una explicación debe mejorar nuestra comprensión al permitir una sistematización deductiva o inductiva mediante regularidades cada vez más abarcativas, que unifican nuestro conocimiento. Pues, según los autores, nuestra comprensión del mundo se incrementa a medida que disminuye el número de supuestos independientemente asumidos para explicar los fenómenos. De acuerdo con la clasificación de Salmon, otra variante del enfoque epistémico es la erotética, expresada en los trabajos de Bromberger y, más recientemente, en la obra de van Fraassen *The Scientific Image*. De acuerdo con van Fraassen una explicación es simplemente una respuesta a una "pregunta por qué", es la información descriptiva que, en un contexto dado, responde un tipo particular de pregunta. En esta versión, la relación de relevancia explicativa se sustenta en consideraciones de índole pragmática. Pues la adecuación de una explicación depende de que la información proporcionada haga más probable el tópico de la pregunta que las otras alternativas integrantes de su clase de contraste, la cual está determinada por las circunstancias propias del contexto.

Cabe aclarar que, en este punto, nos apartamos de la clasificación de Salmon, pues consideramos el modelo pragmático como una categoría independiente del enfoque epistémico. Con respecto a este enfoque, nos concentraremos principalmente en la variante nomológico-inferencial, por ser la más influyente en el pensamiento contemporáneo. Así, en este capítulo se estudian las dificultades que plantea el modelo de cobertura legal, que intenta

¹ Salmon, W. C., *Four Decades of Scientific Explanation*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1990

caracterizar la relación de relevancia explicativa de modo puramente sintáctico en términos de la relación de deducibilidad o de elevada probabilidad. Nos detenemos en el análisis de ciertos contraejemplos que ponen en evidencia su incapacidad para proporcionar condiciones necesarias y suficientes de adecuación para la noción de explicación.

En efecto, a partir de la década del 60, la concepción de la explicación científica propia del modelo de cobertura legal ha sido cuestionada como consecuencia de ciertas dificultades que parecían irresolubles, al menos dentro de los límites de las restricciones impuestas por el empirismo lógico. Una de las dificultades que plantea este modelo es la de caracterizar adecuadamente la noción de ley natural de modo tal que sea posible diferenciar entre una ley genuina y una mera generalización accidental, dado que esta última clase de enunciados no puede desempeñar ninguna función explicativa. También se ha cuestionado la exigencia de que el explanans implique -o, al menos, otorgue un elevado grado de probabilidad- al explanandum, pues ésta no es una condición necesaria ni suficiente para la adecuación de una explicación. Así, algunos autores objetaron que el modelo de cobertura legal se muestra insensible a ciertas asimetrías en la explicación, dado que no todo razonamiento que satisfaga las condiciones de este modelo parece capaz de proporcionar una explicación adecuada. Esto se debe a que el empirismo lógico intenta dar cuenta de la relevancia explicativa evitando todo recurso a consideraciones causales, modales, teleológicas, esencialistas, etc. suponiendo que la existencia de una conexión genuinamente explicativa es una cuestión que puede decidirse apriorísticamente. Además, el modelo de cobertura legal presenta dificultades adicionales para dar cuenta de las explicaciones de regularidades o leyes, dado que en tales casos no se dispone de criterio que permitan decidir si una explicación es adecuada.² En relación con estas dificultades, evaluamos la propuesta de Woodward de mejorar el modelo de cobertura legal adicionándole una nueva condición de adecuación, el requisito de interdependencia funcional. Y analizamos las razones por las cuales el autor considera que este requisito es una condición necesaria aunque no suficiente para garantizar la relevancia explicativa del explanans con respecto al explanandum.

Se consideran, a continuación, los problemas que el modelo de cobertura legal enfrenta en el caso particular de las explicaciones inductivo-estadísticas. Cuestionamos los argumentos proporcionados por Hempel en apoyo de su postura, porque creemos que se fundan implícitamente en una concepción determinista. Analizamos, también, cómo la concepción de las explicaciones estadísticas de sucesos particulares como inferencias inductivas y la introducción del requisito que exige que el explanans haga altamente probable al explanandum conducen al fenómeno que Hempel denomina 'la ambigüedad de las explicaciones inductivo-estadísticas'. Luego examinamos las sucesivas tentativas de Hempel para eliminar la ambigüedad de las explicaciones inductivo-estadísticas, rasgo que el autor considera problemático. Y discutimos la solución proporcionada por Hempel porque conduce a un concepto de explicación estadística epistémicamente relativizado con respecto al estado del conocimiento.

Finalmente, se considera la tentativa de Salmon³ de desarrollar una concepción de la explicación fundada en una teoría no determinista de la causalidad, en la cual las relaciones causales se definen en términos estadísticos. Salmon propone reemplazar el requisito hempeliano de relevancia explicativa por el de relevancia estadística, pero su tentativa resulta infructuosa ya que tampoco logra estipular condiciones necesarias y suficientes de adecuación para la explicación.⁴

² Hempel & Oppenheim, "Studies in the Logic of Explanation", *Philosophy of Science*, 15, 135-175, 1948

³ Salmon, W.C., "Statistical Explanation", *The Nature and Function of Scientific Theories*, Colodny, R.G. (ed), University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1970, pp. 173-231.

⁴ Como luego expondremos más detalladamente, a diferencia del requisito de relevancia explicativa que exige que el explanans le aporte una elevada probabilidad al explanandum, el de relevancia estadística sólo exige que la probabilidad del explanandum relativa al explanans sea diferente de la probabilidad absoluta del explanandum.

5.1. Relevancia explicativa e interdependencia funcional.

De acuerdo con Hempel, explicar un fenómeno es mostrar que era nómicamente esperable a la luz de ciertas condiciones iniciales que efectivamente se verificaron y de ciertas leyes. Pero, aunque el autor asimila la relación de relevancia explicativa con la expectabilidad nómica, los requisitos de adecuación de su modelo pretenden garantizar esta relación cuando el explanandum se infiere del explanans y éste incluye al menos un enunciado legaliforme de manera esencial. Sin embargo, no es difícil encontrar ejemplos que satisfacen los requisitos de adecuación impuestos por el modelo de cobertura legal -dado que constituyen razonamientos deductivos entre cuyas premisas figura una ley que es necesaria para la deducción del explanandum- pero que no estaríamos dispuestos a considerar como explicaciones adecuadas. Woodward, por caso, cuestiona que el modelo de cobertura legal es insensible a las diferencias que se presentan entre el tipo de explicaciones que consideramos como paradigma de una buena explicación científica -por ejemplo, las explicaciones que se encuentran en los tratados científicos y en los libros de texto- y un razonamiento deductivo como el siguiente⁵:

E-1

Todos los cuervos son negros

Esto es un cuervo

Esto es negro

De acuerdo con el autor, no estamos dispuestos a considerar que inferencias tales como E-1 constituyen explicaciones científicas porque, aunque satisfacen los requisitos de adecuación de la versión estándar del modelo de cobertura legal, no proporcionan el tipo de comprensión que provee una buena explicación científica. Un ejemplo paradigmático de explicación científica adecuada, según Woodward, es la explicación de la ley de Galileo -acerca de la caída libre de los objetos sobre la superficie terrestre- en términos de las leyes newtonianas del movimiento y de la ley de gravitación. Supongamos que la Tierra es una esfera y que la única fuerza que actúa sobre un cuerpo en caída libre es la originada por la atracción gravitatoria de la Tierra. Entonces, a partir de las leyes de Newton podemos afirmar que:

$$F = m \cdot a$$

$$F = G \cdot m \cdot M / (R+h)^2$$

⁵ Woodward, J., "Scientific Explanation", *British Journal of Philosophy of Science*, 30, 1979, pp. 41-67.

donde denominamos 'F' a la fuerza ejercida sobre el cuerpo en caída libre, 'm' a su masa, 'h' a la distancia sobre la superficie de la Tierra desde la cual el cuerpo se deja caer libremente, 'M' a la masa de la Tierra, y R al radio de la esfera terrestre. Si igualamos los segundos miembros de cada ecuación, obtenemos:

$$m.a = G.m.M / (R+h)^2$$

de modo que, dividiendo por m:

$$a = G.M / (R+h)^2$$

Pero si la distancia sobre la superficie terrestre desde la cual el cuerpo se deja caer libremente es despreciable con respecto a la longitud del radio de la Tierra, podemos asumir que $R+h \approx R$, así que:

$$a = G.M / R^2$$

y, si sustituimos 'G', 'M' y 'R' por sus respectivos valores, obtenemos el valor real de la constante g, la aceleración de un cuerpo en caída libre en las proximidades de la superficie terrestre.

De acuerdo con Woodward, el modelo de cobertura legal es correcto en la medida en que establece condiciones necesarias de adecuación que toda explicación científica aceptable debe satisfacer. Sin embargo, si queremos desarrollar un modelo de explicación científica sensible a las diferencias entre las explicaciones científicas aceptables —como la recién expuesta, que denominaremos E-2- y las inferencias del tipo de E-1, tendremos que formular condiciones necesarias de adecuación adicionales. En particular, el autor propone agregar el requisito de interdependencia funcional, que exige que la ley enunciada en el explanans de una explicación científica de un explanandum E debe establecerse en términos de variables, o variaciones en los valores de las variables o parámetros a partir de los cuales sea posible la derivación de otros explananda apropiadamente distintos de E.⁶

Otros autores ya han propuesto previamente requisitos similares a éste, pero aplicables a la explicación de leyes. Por ejemplo, Nagel exige que en la explicación de una cierta ley al menos una de las premisas en conjunción con adecuados supuestos adicionales debe poder explicar otras leyes además de la ley en cuestión; pero no debe ser posible explicar esa premisa a partir de la ley dada, aunque esta última esté en conjunción con aquellos supuestos adicionales.⁷ De este modo, según el autor, se garantiza que las premisas de una explicación satisfactoria afirmen algo más que lo afirmado en el explanandum. También Tuomela formuló un requisito para la explicación de leyes similar al de Nagel, inspirado en el desideratum de que una ley explicativa debe tener mayor contenido informativo que la ley a explicar. Este requisito garantiza lo que Tuomela denomina "creatividad observacional del explanans con respecto a la ley explanandum"⁸.

⁶ Woodward, J., "Scientific Explanation", *British Journal of Philosophy of Science*, 30, 1979, p. 46

⁷ Nagel, E., *The Structure of Science*, New York: Harcourt, Brace and World Inc., 1961, p. 31.

⁸ La expresión formal de este requisito, y en general, del modelo de explicación elaborado por Tuomela, se encuentran en la parte III, capítulo 10.3 de este trabajo.

Woodward señala que el requisito que él sugiere es más fuerte que el de Tuomela, y que se aplica tanto a las explicaciones de explananda singulares como a la explicación de leyes, a diferencia de los formulados por Nagel y por Tuomela que sólo se aplican a la explicación de leyes. Woodward sostiene que las generalizaciones incluidas en una explicación científica adecuada, como E-2, contienen variables o parámetros tales que permiten caracterizar una clase completa de diferentes estados o condiciones en términos de la variación de los valores de esas variables o parámetros. Las leyes empleadas en las buenas explicaciones científicas expresan relaciones sistemáticas entre esas variables, nos muestran como una cierta clase de diferentes cambios en algunas de esas variables se vinculan con cambios en otras variables. De modo que estas generalizaciones hacen posible la derivación de cierto explanandum cuando sus variables asumen un cierto conjunto de valores - es decir, cuando adoptamos ciertos supuestos acerca de las condiciones iniciales y límites- pero si sus variables asumen otro conjunto de valores, permiten derivar otros explananda.

Por ejemplo, la segunda ley de la mecánica newtoniana y la ley de gravitación que se emplean en la explicación E-2 permiten derivar la ley de Galileo cuando sus variables adoptan los valores apropiados-con respecto a la masa y el radio terrestres-. Pero si asignáramos diferentes valores a la masa y el radio terrestres, se podría derivar un valor completamente diferente para la aceleración que sufre un cuerpo en caída libre en las proximidades de la superficie terrestre. Estas generalizaciones podrían emplearse también para derivar una fórmula que exprese la aceleración a la que está sometido un cuerpo en caída libre desde una distancia a la superficie terrestre que no sea despreciable con respecto a la longitud del radio de la Tierra. Además, en conjunción con otra información, estas generalizaciones permitirían derivar las leyes de Kepler. En cambio, las generalizaciones como las que encontramos en los casos similares al del ejemplo E-1, no tienen esta característica. Woodward afirma que "cuervo" y "negro" no son variables que puedan ser usadas para caracterizar una cierta clase de diferentes valores, y "todos los cuervos son negros" no expresa una relación sistemática entre cambios en los valores de esas variables. Estas generalizaciones no pueden combinarse con diferentes supuestos acerca de las condiciones iniciales para derivar diferentes explananda del modo en que lo permiten las generalizaciones contenidas en las explicaciones similares a la del ejemplo E-2.

El requisito de interdependencia funcional procura capturar esta diferencia entre inferencias como E-1 y explicaciones adecuadas como E-2. En una explicación genuina, las generalizaciones expresan una relación sistemática entre las variables que pueden asumir un conjunto de valores distintos y, en tanto que pueden hacerlo, permiten derivar una clase amplia de diferentes explananda. Es necesario, entonces, determinar cuándo puede decirse que dos explananda son apropiadamente diferentes. Woodward señala que no basta con que difieran en el modo trivial en que difieren 'a es negro' y 'b es negro' sino que deben diferir del modo en que lo hacen, por ejemplo, dos explananda que puedan derivarse de la ley de Coulomb. Los explananda tienen que distinguirse del modo en que lo hace, por caso, la expresión de la magnitud de la intensidad del campo eléctrico generado por un alambre cuya carga esté

uniformemente distribuida, y la expresión de la magnitud de la intensidad el campo eléctrico entre dos placas cargadas uniformemente y con cargas opuestas. De acuerdo con el autor podemos capturar esta diferencia para explananda singulares si establecemos que dos explananda singulares B_a y B_b son apropiadamente diferentes si y sólo si $A_x B_x$ no implica $A_x C_x$ y $A_x C_x$ no implica $A_x B_x$. Para el caso de explananda no singulares, podemos decir que E_1 y E_2 son apropiadamente diferentes si y sólo si E_1 no implica E_2 y viceversa.

Una vez esclarecido el sentido en que las generalizaciones empleadas en las explicaciones adecuadas deben ser capaces de explicar diferentes explananda, es necesario elucidar el significado de la expresión "variaciones en los valores de las variables" que figura en el requisito de interdependencia funcional. Más aun, podríamos preguntarnos si no sería conveniente adoptar una formulación más simple de este requisito en la que no apareciera esa oscura expresión. Por ejemplo, una versión alternativa de este requisito podría exigir que la ley contenida en el explanans de una explicación científica de algún explanandum E , en conjunción con un conjunto apropiado de condiciones iniciales o límites, tenga que poder usarse para derivar un explanandum apropiadamente diferente de E .⁹

Con la intención de mostrar que esta formulación del requisito de interdependencia funcional es inadecuada, Woodward proporciona el siguiente ejemplo:

E-3:

Todos los cuervos son negros. Todos los diamantes son verdes.

a es un cuervo

a es negro.

Esta inferencia satisface el requisito de interdependencia funcional reformulado, pues contiene una generalización que, en conjunción con otras condiciones iniciales podría emplearse para derivar otros explananda completamente diferentes. Pero si creemos que el razonamiento E-1 no es una explicación adecuada difícilmente consideraremos que el agregado de una generalización aparentemente no relacionada con la del explanans de E-1 sea capaz de transformarla en una explicación aceptable. Es evidente, entonces, que lo que se debe exigir es que la generalización contenida en el explanans de una explicación científica aceptable pueda ser usada para explicar una cierta variedad de diferentes explananda en términos de los mismos parámetros o categorías explicativas. Pero, además, tenemos que descartar la posibilidad de que la generalización del explanans pueda emplearse en conjunción con las mismas condiciones iniciales para derivar una cierta cantidad de diferentes explananda. En efecto, consideremos el siguiente ejemplo:

E-4

Todos los cuervos son negros. Todos los cuervos tienen sangre fría.

a es un cuervo

a es negro

Es claro que, nuevamente, si no creemos que la inferencia E-1 sea una explicación adecuada de la negrura del cuervo a, es difícil ver cómo nuestra comprensión de este hecho se vería incrementada cuando se nos informa que todos los cuervos tienen sangre fría. En cambio, la explicación E-2 se distingue de las inferencias E-3 y E-4 en que los parámetros empleados en E-2 pueden figurar en la derivación de un conjunto de diferentes explananda asumiendo una clase de valores diferentes entre sí. De este modo E-2 nos muestra cómo ciertos cambios en los valores de esos parámetros están asociados sistemáticamente con cambios en los valores de otros parámetros. Por ejemplo, que el incremento -o la disminución- del valor asignado a la masa o al radio terrestres, o el asignado a la distancia sobre la superficie de la Tierra desde la cual cae el cuerpo en cuestión, está asociado con cambios correspondientes en el explanandum. Este es el rasgo de las explicaciones científicas genuinas que Woodward intenta capturar mediante la expresión "variación en los valores de las variables". De acuerdo con el autor, podemos decir que una variable tiene valores cuando podemos asociarla con una escala ordinal y no meramente nominal, cuando se puede hablar de 'mas o menos' -en algún sentido no trivial- con respecto a los valores de la variable.

Sin embargo, Woodward señala que el requisito de interdependencia funcional que propone no debe entenderse de modo tal que sólo lo satisfagan las generalizaciones que contienen predicados asociados a una escala real, como "masa" o "longitud". También podría satisfacer este requisito una explicación de la conducta electiva de los consumidores en términos de la generalización que establece que los consumidores maximizan la utilidad esperada, donde el valor de utilidad se mide mediante el método de von Neumann y Morgenstern que establece una escala de intervalos. En efecto, estas explicaciones no sólo permiten derivar afirmaciones acerca de cómo se comportará un agente económico en ciertas circunstancias, dada su lista de utilidades y creencias acerca de las probabilidades de los diferentes resultados. También contienen una generalización que puede usarse para inferir cómo cambiará la conducta electiva de un agente económico si su lista de utilidades o sus creencias acerca de las probabilidades de los diferentes resultados se modifica de diversas maneras. Por esta razón, esta clase de explicaciones satisfacen el requisito de interdependencia funcional.

Woodward afirma que también satisface este requisito una explicación en cuyo explanans figure una generalización que contenga predicados asociados con una escala ordinal más tosca. Por ejemplo, Swanson clasifica diferentes regímenes políticos en una escala de cinco amplias gradaciones discontinuas de acuerdo con la medida en que el poder de gobierno se comparte entre los miembros de la comunidad política. Clasifica, además, varias religiones

⁹ Woodward, J., "Scientific Explanation", *British Journal of Philosophy of Science*, 30, 1979, p. 48

de acuerdo con el grado en que suscriben la creencia en la inmanencia de Dios, y luego sugiere que ambas escalas están sistemáticamente interrelacionadas.¹⁰ Esto parece satisfacer el requisito de interdependencia funcional, porque se distinguen varias gradaciones de las dos magnitudes en cuestión, y se derivan afirmaciones acerca de cómo una clase de situaciones de concentración del poder político están correlacionados con una clase de valores de una cierta variable de índole religiosa. De acuerdo con la interpretación de Woodward, la propuesta de Swanson sugiere cómo cambiaría una característica religiosa si variara la concentración del poder político dentro de un régimen.

Los casos en los que no se satisface el requisito de interdependencia funcional son aquellos en los cuales los predicados contenidos en la generalización explicativa se asocian a una escala nominal, una escala que no establece un orden sino que sólo indica identidad o diversidad. Woodward ejemplifica esta situación estableciendo una correspondencia arbitraria entre números, piedras preciosas y colores. Supongamos que x es una joya si es una esmeralda, un rubí o berilo, y que asignamos el valor-joya 1, 2 o 3 a x si x es, respectivamente, una esmeralda, un rubí o berilo, y el valor-color 2, 4, o 6 si x es, respectivamente, verde, roja o azul. Consideremos la generalización G que establece que para toda joya, su valor-color es el doble de su valor-joya. En este caso, podríamos afirmar que 1, 2 y 3 son los valores de la variable 'valor-joya' y que 2, 4 y 6 son los valores de la variable 'valor-color' y que G satisface el requisito de interdependencia funcional con respecto al explanandum A: "Todas las esmeraldas son verdes". Sin embargo, es claro que deberíamos evitar esta conclusión, dado que G no es más que la conjunción de A con B: "Todos los rubíes son rojos" y C: "Todo berilo es azul".

La diferencia crucial entre predicados artificiales tales como "valor-color" y "valor-joya" y los predicados empleados en las explicaciones científicas reside, según Woodward, en que al explicar cuál es el valor-joya de una joya simplemente estipulamos cuál es ese valor para cada joya. El único requisito de esta estipulación es que a cada joya en consideración se asigne un único valor y que no se asigne a diferentes joyas el mismo valor. Es por eso que el predicado 'valor-joya' no define un orden en ningún sentido no trivial. Así, si se preguntara cuál es el valor-joya de otras joyas hasta ahora no consideradas -por ejemplo, el zafiro- no sabríamos cómo responder esta pregunta ni siquiera en principio. En cambio, tenemos por lo menos cierta idea respecto de qué clase de consideraciones son relevantes para clasificar un cierto sistema gubernamental dentro de la escala de Swanson.

De este modo, el requisito de interdependencia funcional formulado de manera tal que no pueda ser satisfecho cuando las variables del explanans están asociadas a una escala meramente nominal, parece capaz de establecer una distinción entre los predicados admisibles en los enunciados nomológicos con poder explicativo y los inadmisibles. No obstante, el argumento que proporciona Woodward con la intención de diferenciar entre el caso de los valores asignados a las joyas y el de la teoría de Swanson, no parece convincente. Pues la distinción se funda, creemos, en la diferencia entre la plausibilidad que, en principio, puede atribuirse a la relación sistemática entre las

¹⁰ Swanson, G., *Religion and Regime*, Ann Arbor: University of Michigan Press., 1967

escalas de la teoría de Swanson y la obvia arbitrariedad con que se vincularon los valores de las joyas con sus colores. Pero no es claro por qué no podría establecerse algún orden en este último caso y sí se podría hacer en el primero. Tampoco es evidente por qué no podría establecerse una correlación sistemática entre los colores y los valores de las joyas que fuera tan útil a los fines de la explicación como parece serlo el establecido por Swanson. En todo caso, la diferencia podría encontrarse en la circunstancia de que no podríamos derivar un enunciado contrafáctico que indicara cómo cambiaría el valor de una joya si cambiara su color. En suma, la distinción entre los predicados admisibles en un enunciado nomológico con capacidad explicativa y los inadmisibles se sustenta, creemos, en consideraciones contrafácticas.

De todos modos, Woodward reconoce que el requisito de interdependencia funcional es sólo una condición necesaria, pero no una condición suficiente de adecuación para las explicaciones científicas. Pues hay generalizaciones que satisfacen este requisito con respecto a diferentes explananda potenciales, pero no podríamos aceptarlas como explicaciones adecuadas de esos explananda. Supongamos, por ejemplo, que tenemos una teoría en la cual los valores de dos variables U_1 y U_2 exhiben una cierta relación regular, aunque se cree que no están causalmente vinculadas entre sí, de modo que la relación entre ambas se considera explicable en términos de un tercer conjunto de variables. En tales casos, no podemos explicar las variaciones de los valores de U_1 en términos de las variaciones de los valores de U_2 aunque estas variables exhiban un patrón de relación que satisfaga el requisito de interdependencia funcional. Por ejemplo, la ley de Franz-Wiedemann establece que el cociente entre la conductividad térmica K de un metal y el producto entre su conductividad eléctrica σ y su temperatura absoluta T asume un valor constante, es decir $k / \sigma.T =$ (constante). Esta ley satisface el requisito de interdependencia funcional con respecto a una cierta cantidad de explananda diferentes. Pero se considera generalmente que no puede usarse en conjunción con enunciados acerca de la temperatura absoluta y de la conductividad térmica de una cierta porción de un metal determinado para explicar por qué ese metal tiene la conductividad eléctrica que de hecho tiene. Por el contrario, las conductividades eléctrica y térmica de un metal, así como la relación entre ellas expresada por la ley de Franz-Wiedemann, se consideran explicables a partir de otros rasgos del metal en cuestión.¹¹

En suma, la satisfacción del requisito de interdependencia funcional no es condición suficiente para garantizar la relevancia explicativa del explanans con respecto al explanandum. Luego veremos que también Salmon plantea esta crítica contra el modelo de cobertura legal, señalando que, aunque un descenso en las marcas de un barómetro están estadísticamente correlacionadas con la proximidad de una tormenta, no aceptaríamos una explicación de la tormenta en términos de las indicaciones del barómetro. Salmon procura resolver esta dificultad adicionando a su modelo de relevancia estadística una condición puramente sintáctica. Esta condición permite determinar qué factores estadísticamente relevantes con respecto a un fenómeno no son operativamente explicativos porque enmascaran otro

factor que es el que efectivamente explica tanto el fenómeno explanandum como sus "causas aparentes". Sin embargo, posteriormente Salmon admite que -así como ocurre en el caso del requisito de interdependencia funcional-complementar la relación de relevancia estadística con esta condición de enmascaramiento¹² tampoco es suficiente para dar cuenta de relación de relevancia explicativa.¹³

En lo que respecta al requisito de interdependencia funcional, Woodward reconoce su insuficiencia para capturar la relación de relevancia explicativa no sólo por su incapacidad para tratar ejemplos de explicaciones inaceptables como el de la ley de Franz-Wiedemann, sino además por su insensibilidad a la direccionalidad o asimetría de la explicación. En efecto, similarmente a lo que sucede en el modelo de cobertura legal, la satisfacción del requisito de interdependencia funcional no es suficiente para dar cuenta de por qué la longitud de un péndulo permite explicar su período de oscilación, mientras que no aceptaríamos una explicación de la longitud de un péndulo en términos de su período de oscilación, a pesar de que es la misma regularidad la que permitiría subsumir ambos fenómenos, y aunque ella satisface el requisito de Woodward.

No obstante, algunos autores han desestimado la importancia de ejemplos como el de la explicación de la longitud y el período del péndulo, que Bromberger proporcionó con la intención de enfatizar la direccionalidad que parece caracterizar a las explicaciones, y la insuficiencia de modelos como el de cobertura legal que son incapaces de captar este rasgo¹⁴. Así, Jobe sostiene que podemos explicar deductivamente por qué un péndulo tiene una cierta longitud sin hacer referencia a su período de oscilación, pero cualquier explicación deductiva de su período hará referencia, necesariamente, a su longitud. Esta es la diferencia que da cuenta de por qué consideramos aceptable una explicación del período de un péndulo en términos de su longitud mientras que rechazaríamos una explicación de su longitud en términos de su período. De acuerdo con Jobe, este carácter direccional de las explicaciones científicas no es un rasgo primitivo de éstas sino que es una característica comprensible en términos de la noción más básica de explicación científica, noción que podemos identificar con la definida mediante los requisitos de adecuación del modelo nomológico deductivo.¹⁵

Así, Jobe propone adicionar a las condiciones que debe satisfacer toda explicación nomológico deductiva, el requisito prioridad. Según el modelo de Jobe, una explicación nomológico-deductiva adecuada de una oración q no debe incluir ninguna oración p que sea dependiente en términos explicativos de q. Esta definición requiere algunas aclaraciones adicionales con respecto a qué significa que una explicación incluya una oración y en qué reside la dependencia explicativa a la que alude Jobe. Una explicación E incluye una oración p si y sólo si la conjunción de las

¹¹ Woodward, J., "Scientific Explanation", *British Journal of Philosophy of Science*, 30, 1979, p.53

¹² El término empleado por Salmon es "screening off".

¹³ Salmon, W.C., "The Status of Prior Probabilities in Statistical Explanation", *Philosophy of Science*, 32, 1965, pp.137-146

¹⁴ Bromberger, S., "Why Questions", *University of Pittsburgh Series in the Philosophy of Science*, R.G. Colodny (ed), University of Pittsburgh Press, 1966.

¹⁵ Jobe, E., "Discussion: A Puzzle Concerning D-N Explanation", *Philosophy of Science*, 43, pp.542-549.

oraciones que aparecen en las condiciones iniciales del explanans de E implican teóricamente la oración p. Una oración p' implica teóricamente otra oración p si p', posiblemente junto con las definiciones de alguna teoría científica pertinente y del aparato matemático necesario, implica p. Además, una oración p es dependiente en términos explicativos de una oración q si y sólo si existen explicaciones nomológico-deductivas de q que no incluyen a p y toda explicación nomológico-deductiva de p incluye q. La condición de prioridad que añade Jobe podría resumirse aproximadamente diciendo que el explanans debe ser explicativamente anterior al explanandum.

El ejemplo de la explicación de la longitud del péndulo en función de su período no satisface -según Jobe- la condición de prioridad porque tiene que incluir una oración del tipo "el período de este péndulo es de X seg." que es dependiente en términos explicativos de la oración explanandum. Pues existen explicaciones nomológico-deductivas de por qué la longitud del péndulo es de Y cm. que no incluyen el supuesto de que tiene un período de X seg. -las que refieren, por ejemplo, a las intenciones del constructor-. Pero toda explicación nomológico-deductiva de por qué tiene ese período -según Jobe- incluye el supuesto de que su longitud es de Y cm. De modo que, según Jobe, el período del péndulo es dependiente de su longitud de una forma en que su longitud no es dependiente del período, y por eso podemos decir que el período del péndulo es dependiente en términos explicativos de la longitud.

Sin embargo, la satisfacción de la condición de prioridad de Jobe no es un problema que pueda resolverse de modo a priori. Pues la determinación de si hay una explicación nomológico-deductiva de p que no incluya q y de si toda explicación nomológico-deductiva de q incluye p, es una cuestión que involucra consideraciones empíricas. De modo que si se adicionara la condición de Jobe al modelo nomológico deductivo, la relevancia explicativa del explanans con respecto al explanandum ya no sería una relación puramente sintáctica. Pero, además, complementar el modelo de Hempel con la condición de prioridad no permite superar sus deficiencias con respecto a la determinación de qué factores son explicativamente pertinentes. Por ejemplo, Achinstein¹⁶ propone considerar el caso imaginario de un individuo que haya ingerido una libra de arsénico y posteriormente muera como consecuencia de un accidente de tránsito no relacionado con la ingesta del tóxico. Aunque la causa del deceso sea el accidente automovilístico, podría elaborarse una explicación nomológico-deductiva adecuada del explanandum "Juan murió en t*" a partir del explanandum "Juan ingirió una libra de arsénico en t; quien ingiere una libra de arsénico muere antes de las 24 hs. posteriores al momento de la ingesta; $t < t^* < 24\text{hs.}$ " Este ejemplo no sólo constituye un problema para la concepción de Hempel, sino también para la de Jobe, pues satisface la condición de prioridad. Achinstein argumenta que la oración "Juan ingirió una libra de arsénico t" no es dependiente en términos explicativos de la oración "Juan murió en t*", puesto que hay al menos una explicación nomológico-deductiva correcta de esta última oración que no incluye la primera -por ejemplo, la explicación que menciona los detalles del accidente automovilístico-. Y, además, no toda

¹⁶ Achinstein, P., *The Nature of Explanation*, New York, Oxford University Press, 1983.

explicación de la oración “Juan ingirió una libra de arsénico en t” incluye la oración “Juan murió en t*”, pues podría explicarse la ingestión mencionando el deseo de Juan de suicidarse.

En suma, el fracaso de las tentativas de Jobe y de Woodward sugiere que no debería desestimarse la importancia del carácter direccional de las explicaciones que señalara Bromberger. De acuerdo con Woodward, problemas como el de la direccionalidad de la explicación ponen de manifiesto que un modelo de explicación científica adecuado debe hacer referencia a consideraciones de índole causal. No obstante, el autor sostiene que las características de una buena explicación científica que él intenta captar mediante el requisito de interdependencia funcional contribuyen a incrementar el poder explicativo del modelo de cobertura legal, y que esta contribución es independiente del aporte que representa la consideración de nociones causales. Pues, la diferencia entre la inferencia E-1 y una genuina explicación como E-2 no radica –según el autor- en que tengan o no un carácter causal. Más aún, una explicación nomológico-deductiva puede contener leyes causales en su explanans y no ser una explicación aceptable del modo en que lo es E-2. El aporte del principio de interdependencia funcional consiste, según Woodward, en que una explicación nomológico-deductiva que lo satisfaga proveerá comprensión del fenómeno explanandum mostrándonos no simplemente que tenía que ocurrir, que podía esperarse su ocurrencia con certeza dadas ciertas leyes y condiciones iniciales -como ocurre en la versión hempeliana¹⁷- sino además mostrándonos cómo, si las circunstancias hubieran sido diferentes en ciertos aspectos, se hubieran producido otros resultados diferentes del que de hecho ocurrió.

De acuerdo con Woodward, una explicación científica no sólo debe mostrar que el fenómeno explanandum era nómicamente esperable sino, además, tiene que permitir responder preguntas de la forma ‘¿Qué hubiera ocurrido si?’. Una explicación adecuada permite responder esta clase de preguntas mostrando que el fenómeno explanandum era uno de los posibles resultados dentro de una clase compuesta por otros fenómenos, cada uno de los cuales habría sucedido si las condiciones iniciales y límites hubieran sido diferentes a las que de hecho tuvieron lugar. Una explicación debe mostrar no sólo que el explanandum tenía que ocurrir, sino también por qué ocurrió el fenómeno explanandum en lugar de cualquiera de las otras alternativas posibles, dadas las condiciones iniciales que realmente tuvieron lugar.¹⁸ La exigencia adicional de que las leyes explicativas permitan responder un conjunto de preguntas del tipo “¿Qué hubiera sucedido si las cosas hubieran sido diferentes?” permite que el explanans identifique las condiciones relevantes con respecto a la ocurrencia del explanandum. Esta información adicional, que se obtiene cuando el principio de interdependencia funcional se satisface, es importante porque el requisito de que el explanans

¹⁷ Hempel, C.G., “Aspects of Scientific Explanation”, *Aspects of Scientific Explanation*, New York: The Free Press, 1965, p.327. 367-368.

¹⁸ Woodward, J., “Scientific Explanation”, *British Journal of Philosophy of Science*, 30, 1979, p.55

aporte una condición nomológicamente suficiente para el explanandum no garantiza que aquel sea explicativamente relevante con respecto a éste. En efecto, consideremos el siguiente ejemplo de Salmon:¹⁹

E-5

Ningún hombre que toma regularmente píldoras anticonceptivas queda embarazado.

El Sr. Jones es un hombre que toma regularmente píldoras anticonceptivas

El Sr. Jones no quedará embarazado.

Woodward compara este ejemplo con la siguiente explicación:

E-6

Toda mujer que satisface la condición K y toma píldoras anticonceptivas regularmente no queda embarazada; además, toda mujer que satisface la condición K y no toma píldoras anticonceptivas regularmente queda embarazada.

La Sra. Jones es una mujer que satisface la condición K y consume regularmente píldoras anticonceptivas.

La Sra. Jones no quedará embarazada.

(donde K es una condición referida a la fertilidad de la mujer, el ejercicio regular de su sexualidad, etc.)

De acuerdo con Woodward, la razón por la cual nos inclinamos a aceptar E-6 radica en que la circunstancia de que la Sra. Jones tomara o no anticonceptivos y cumpliera la condición K es relevante con respecto al hecho de que quedara o no embarazada. Así, E-6, a diferencia de E-5, es capaz de identificar condiciones que no son solamente nomológicamente suficientes sino también relevantes con respecto al explanandum. Esta situación se manifiesta, según el autor, en que E-6 nos indica cómo se habría producido un resultado diferente si las condiciones hubieran sido distintas a las que efectivamente se dieron, mientras que E-5 es incapaz de hacerlo. La explicación E-6 muestra por qué se produjo el fenómeno explanandum en lugar de las otras alternativas posibles, dadas las condiciones que efectivamente tuvieron lugar, y al hacerlo pone de manifiesto cómo la condición de consumir regularmente anticonceptivos es relevante -y no sólo nomológicamente suficiente- con respecto al explanandum.

Similarmente, en el caso de la explicación E-2 -propuesta como caso paradigmático de una buena explicación científica- es su capacidad para identificar el conjunto de condiciones en las que se cumple la ley de Galileo y para mostrarnos que otros explananda diferentes de esta ley habrían sido verdaderos si ciertas condiciones hubieran sido

¹⁹ Salmon, W.C., et. Al., *Statistical Explanation and Statistical Relevance*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1971

diferentes, lo que permite poner de manifiesto cómo esos factores son explicativamente relevantes con respecto a la ley de Galileo. Además, la circunstancia de que E-2 identifica las condiciones bajo las cuales ocurre el fenómeno explanandum de una manera más detallada y general que en el caso de E-6, es lo que determina que E-2 sea una explicación considerablemente mejor que E-6.²⁰ Como analizaremos más adelante, Salmon intentó eludir esta clase de dificultades eliminando el requisito Hempeliano de que el explanans haga altamente probable -o implique- el explanandum, porque no es una condición suficiente para garantizar la relevancia explicativa del explanans con respecto al explanandum.²¹ Salmon propuso reemplazar el modelo de cobertura legal por su modelo de relevancia estadística que funda la relevancia explicativa del explanans con respecto al explanandum en relaciones de relevancia estadística. Aplicado al caso de la inferencia E-5, el enfoque Salmon nos conduce a observar que el consumo regular de píldoras anticonceptivas por parte de un hombre es estadísticamente irrelevante con respecto a la posibilidad de quedar embarazado. Pues la frecuencia relativa con que se presentan casos de hombres que quedan embarazados y consumen tales píldoras es igual a la de los casos de hombres que quedan embarazados y no las consumen. Así, la inferencia E-5 no califica como una explicación adecuada en el modelo de Salmon. De todos modos, como señalamos anteriormente, Salmon abandona posteriormente su convicción de que el modelo de relevancia estadística cumplía las condiciones requeridas para que una explicación científica sea aceptable. El autor sugiere, entonces, que su modelo de relevancia estadística debe ser complementado con la consideración de factores causales para lograr un modelo satisfactorio de explicación científica.

Similarmente, Woodward reconoce que su requisito de interdependencia funcional tampoco proporciona condiciones suficientes para determinar si el explanans es explicativamente pertinente con respecto al explanandum. Pero ésta no es la única limitación del requisito que Woodward propone adicionar al modelo de cobertura legal, pues aún resta indicar de qué modo debe ser satisfecho este requisito. En otras palabras, queda por establecer cuál tiene que ser la clase de los explananda alternativos al explanandum de cada explicación particular, es decir cuáles son, en cada caso, los otros explananda que deberían poder derivarse a partir de cierta explicación de un explanandum dado.

De acuerdo con el autor, nuestro background de conocimientos es el que da origen a una expectativa definida acerca de cuál es la clase de explananda que una explicación adecuada de cierto explanandum tiene que ser capaz de explicar bajo condiciones diferentes de las que se presentan cuando ocurre el explanandum en cuestión. Así, una explicación es adecuada sólo cuando está integrada dentro de un cierto background de conocimientos y cuando, de este modo, se pone de manifiesto su relación con las explicaciones de otros fenómenos que consideramos similares en algún respecto al fenómeno explanandum. Por ejemplo, Woodward afirma que una explicación de porqué un cuervo es negro no deberá apelar simplemente a una generalización del tipo "todos los cuervos son negros" sino al

²⁰ Con todo, estos últimos ejemplos no parecen satisfacer el requisito de que los predicados contenidos en la generalización explicativa se asocien a una escala ordinal, de modo que no deberían calificarse como explicaciones adecuadas de acuerdo con la concepción de Woodward.

mecanismo genético responsable de las reacciones bioquímicas específicas que producen esa pigmentación en los cuervos. Una explicación tal satisface el requisito de interdependencia funcional, pero además incluye la referencia a mecanismos que podrían emplearse para explicar porqué otras especies de pájaros relacionadas con la de los cuervos tienen el color que tienen. Pues esta clase de explicación mostrará cómo el color de los cuervos sería diferente si cambiara de cierta manera su estructura genética.

Woodward sostiene que su modelo permite comprender, además, la importancia del papel que cumple el desarrollo de un vocabulario abstracto, uniforme, homogéneo en la construcción de una teoría científica. Pues si una ley satisface el requisito de interdependencia funcional, permitirá caracterizar una clase amplia de estados en términos de variaciones en los valores de unos pocos parámetros básicos. Esta "homogeneización" del mundo que se logra mediante el empleo de términos tales como "masa", "velocidad", "energía", "utilidad", etc. es un rasgo que contribuye al incremento del poder explicativo de las teorías científicas. En cambio, el vocabulario del lenguaje común no es útil para formular generalizaciones que satisfagan en un sentido fuerte el requisito de interdependencia funcional. Pues contiene categorías de términos que denotan transiciones cualitativas tajantes o dicotomías, en lugar de gradaciones continuas, y por eso no permite tratar la amplia variedad de casos necesaria para satisfacer adecuadamente ese requisito. Una situación similar encontramos, según Woodward, en lo que respecta al papel que juega el desarrollo de sistemas de medición precisos en la construcción de teorías científicas. De acuerdo con el autor, un modelo de explicación científica permite comprender por qué los sistemas de medición deben tener tal importancia, en tanto que vincula la capacidad explicativa de las teorías científicas con la disponibilidad de técnicas de medición precisas.

En suma, una explicación que satisface el requisito de interdependencia funcional no sólo muestra que el fenómeno explanandum ocurre de acuerdo con ciertas regularidades -y, por lo tanto, es nómicamente esperable- sino que además lo exhibe bajo una nueva luz, permitiéndonos ver la relevancia de ciertas consideraciones que no se apreciaban en la caracterización original del explanandum. De este modo, una explicación que satisfaga el requisito de interdependencia funcional generalmente proporciona una "reconstrucción" del explanandum. Pues al satisfacer este requisito permite la consideración del explanandum como un caso de una clase de fenómenos o estados caracterizados con mayor generalidad, de modo tal que la ocurrencia de cada uno de tales fenómenos o estados alternativos al explanandum podría ser explicada a partir de la misma generalización, dada la ocurrencia de las condiciones iniciales apropiadas.

Así, cuando requerimos una explicación de por qué un cuervo es negro no esperamos solamente una demostración de que ese cuervo tenía que ser negro, sino que queremos conocer es qué es lo que hace que sea negro. Una explicación que satisfaga el requisito de interdependencia funcional nos permite ver el cuervo no sólo como un cuervo más, sino como un sistema con cierta estructura genética y bioquímica, y permite apreciar la relevancia de

²¹ Salmon, W.C., "The Status of Prior Probabilities in Statistical Explanation", *Philosophy of Science*, 32, 2, 1965

las leyes a que obedece tal estructura con respecto al color de los cuervos. Una explicación de esta clase pone de manifiesto que el cuervo posee una cierta estructura genética y bioquímica entre otras estructuras diversas posibles propias de otros organismos, y que cada una de ellas es relevante con respecto al color del organismo correspondiente.²²

Woodward señala que este rasgo permite establecer otra diferencia significativa entre su modelo y el de Hempel, para el cual la explicación es un asunto "local". Pues, en el modelo de cobertura legal, la cuestión de si un cierto explanans A explica un explanandum B se considera como un problema que debe ser resuelto tomando en cuenta A y B. Pero la relación entre A y los explananda alternativos a B no se considera relevante al respecto. En un enfoque local sólo podemos esperar que A exhiba condiciones nomológicamente suficientes para la ocurrencia de B. En cambio, según del enfoque de Woodward una explicación es un asunto global o sistemático, pues el hecho de que un explanans A explique un explanandum B depende, en parte, de la relación entre A y otros enunciados completamente distintos de B. Esta diferencia con el enfoque de Hempel es importante porque una teoría científica no hace inteligibles un conjunto de fenómenos mediante una serie de razonamientos independientes entre sí -locales- que exhiben la necesidad de que ocurran tales fenómenos. En la concepción de Woodward, la comprensión que aporta una teoría científica está vinculada con su capacidad para conectar conjuntos de fenómenos aparentemente desvinculados entre sí, con su capacidad para dar cuenta sistemáticamente de estos fenómenos en términos de variaciones en los valores del mismo conjunto de parámetros dentro de algún pequeño conjunto de leyes.

En este punto, Woodward recoge la distinción entre enfoques locales y globales de la explicación científica formulada por Friedman.²³ Sin embargo, la intención con que emplean esta distinción Woodward y Salmon, por un lado, y Friedman o Kitcher, por el otro, es completamente diferente. Estos últimos recurren a la distinción local-global para enfatizar que sus propias concepciones de la explicación -herederas de la tradición inferencial- constituyen una postura contrapuesta y hasta rival de la propia de los defensores de las concepciones causales de la explicación. En cambio, Woodward -en este trabajo, aunque no en el que comentaremos en el capítulo siguiente- y Salmon -por lo menos desde 1978- sostienen que es necesario integrar las tradiciones causal e inferencial para alcanzar una concepción adecuada de la explicación científica. Para apreciar mejor esta diferencia, analicemos las razones que brindan Friedman y Kitcher, que son los principales representantes de la teoría de la explicación por unificación, contra la concepción causal de la explicación.

Los defensores de la teoría de la explicación por unificación sostienen que la comprensión científica de los fenómenos incrementa a medida que decrece la cantidad de presupuestos independientemente aceptados requeridos para explicar dichos fenómenos. Por eso el objetivo perseguido consiste en buscar leyes de la mayor generalidad

²² Woodward, J., "Scientific Explanation", *British Journal of Philosophy of Science*, 30, 1979, p.58

²³ Friedman, M., "Explanation and Scientific Understanding", *Journal of Philosophy*, 71, 1974, pp.5-19.

posible, teorías unificadoras. De acuerdo con Salmon fue Friedman el primero en articular claramente esta concepción, heredera de la tradición inferencial en el análisis de la explicación científica. Señalamos ya que el modelo nomológico-deductivo plantea la dificultad de discriminar entre explicaciones genuinas de regularidades legales por subsunción deductiva bajo regularidades más comprensivas, y explicaciones espurias en las cuales una ley se deduce de su conjunción con cualquier otra ley. Este problema restringe la aplicación del modelo nomológico-deductivo de modo tal que no se lo puede emplear para la explicación de leyes. Sin embargo, este problema es de gran importancia, por lo menos desde la perspectiva de los defensores de la concepción de la explicación por unificación. En efecto, Friedman sostiene que cuando reducimos el número total de afirmaciones independientemente aceptadas como últimas, aumenta nuestra comprensión científica del mundo. Pues un mundo con unos pocos fenómenos independientes es más comprensible que uno con muchos de ellos. Obsérvese que, cuando Friedman habla de “fenómenos”, hace referencia, en realidad, a ciertas regularidades de la naturaleza, tales como la primera ley de Kepler o la ley de Hooke.²⁴ En consecuencia, el incremento de comprensión científica depende de la posibilidad de alcanzar el tipo de explicaciones que Hempel y Oppenheim reconocieron no poder tratar adecuadamente mediante el modelo de cobertura legal.

Sin embargo, la propuesta de Friedman tampoco está exenta de dificultades, pues supone la posibilidad de enumerar la cantidad de fenómenos independientemente aceptables. Para resolver este problema Friedman define el concepto de enunciado K-atómico, concepto relativo a cada situación cognoscitiva dada K. Un enunciado es K-atómico si no es equivalente a dos o más generalizaciones independientemente aceptables en una situación cognoscitiva K. Y un enunciado dado es independientemente aceptable con respecto a otro si es posible tener evidencias adecuadas para la afirmación de dicho enunciado sin que *ipso facto* tengamos evidencias adecuadas para la aceptación del otro. No obstante, la propuesta de Friedman plantea de la dificultad de que cualquier enunciado universal parece poder descomponerse en dos o más generalizaciones independientemente aceptables. De modo que es imposible disponer de enunciados K-atómicos, al menos en el ámbito de las leyes fundamentales de la naturaleza. En consecuencia, su propuesta no resuelve el problema que Hempel y Oppenheim dejaron sin solucionar.²⁵ En los trabajos de Kitcher, pese a las críticas formuladas contra la propuesta de Friedman, se acepta su idea de que el objetivo fundamental de la explicación científica es la unificación y que ésta proporciona genuina comprensión científica del mundo.²⁶ Pero, aunque considera que es posible proporcionar explicaciones deductivas de regularidades estadísticas apelando a leyes estadísticas fundamentales, Kitcher rechaza la posibilidad de elaborar explicaciones estadísticas de sucesos particulares. Sin embargo, este autor sostiene que no necesitamos explicaciones no deductivas -como aquellas a las

²⁴ Salmon, W.C., *Four Decades of Scientific Explanation*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1989, p.94-95.

²⁵ Salmon, W.C., “Scientific Explanation: Causation and Unification”, en *Crítica*, XXII, Nº 66, 1990, p 6.

²⁶ Salmon, W.C., *Four Decades of Scientific Explanation*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1989, p.101.

que apelaba Hempel- pues nuestro conocimiento de las regularidades estadísticas nos permite comprender cómo funciona el mundo.²⁷

Tanto Friedman como Kitcher consideran que sus propios enfoques se contraponen al del modelo causal de explicación científica. Así, Friedman sostiene que la concepción causal es meramente local, en el sentido de que puede dar cuenta de fenómenos aislados sin apelar a una teoría global. Su propio enfoque, en cambio, sería global y no local porque requiere de la consideración de todo el cuerpo de conocimientos científicos disponibles, para la determinación de si un cierto intento de explicación reduce el número de supuestos necesarios para sistematizar ese cuerpo de conocimientos. También Kitcher opone su propuesta a la de la concepción causal. Pues esta última procede a partir de explicaciones causales relativamente superficiales de hechos particulares, hacia tipos más generales de mecanismos, hasta que se alcanzan los mecanismos ubíquos que operan en el universo. En cambio, la propuesta de Kitcher procede desde los esquemas más generales que se puedan encontrar y a partir de ellos se intenta caracterizar las leyes y relaciones causales menos generales. En términos de Kitcher, la concepción causal de las explicaciones es una propuesta "bottom-up", en tanto que la teoría de la explicación por unificación es "top-down".²⁸

Es interesante observar que hay aún otra diferencia en el empleo de la distinción local-global por parte de Friedman y Kitcher, por un lado, y por parte de Woodward, por el otro. Pues, en la medida en que una explicación que satisfaga de la manera adecuada el requisito de interdependencia funcional debe exhibir los mecanismos responsables de la ocurrencia del explanandum es -como argumentaremos con mayor detenimiento luego- una explicación que apela a consideraciones causales. Pero es precisamente este rasgo, según Woodward, el que torna la explicación en un asunto global o sistemático. Pues la satisfacción del requisito de interdependencia funcional ocasiona que el hecho un explanans A explique o no un explanandum B dependa, en parte, de la relación entre A y los otros explananda alternativos a B. En cambio, Friedman y Kitcher considera que el enfoque causal da como resultado una concepción local de la explicación.

Consideramos importante destacar que, aunque Woodward no parece advertirlo, su interpretación de la condición que permite diferenciar la inferencia E-1 de una explicación genuina como E-2, hace hincapié en las consideraciones contrafácticas. Pues las generalizaciones que satisfacen el requisito de interdependencia funcional dan lugar a afirmaciones contrafácticas que, de acuerdo con su modelo, constituyen un aporte fundamental al incremento de la comprensión proporcionada por una explicación adecuada. Así, el autor sostiene que una explicación tiene que poder responder a preguntas del tipo "¿Qué hubiera ocurrido si las condiciones hubieran sido distintas de las que se verificaron efectivamente?", mostrándonos cómo, si las condiciones iniciales hubieran sido diferentes, se hubieran producido otros fenómenos alternativos al fenómeno explanandum que es el que de hecho tuvo lugar. No obstante, el

²⁷ Salmon, W.C., *Four Decades of Scientific Explanation*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1989, p 93.

²⁸ Salmon, W.C., *Four Decades of Scientific Explanation*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1989, pp. 183

problema que representa la determinación de las condiciones de verdad de los enunciados condicionales contrafácticos impide, a nuestro juicio, establecer en qué medida la satisfacción del requisito impuesto por Woodward contribuiría a la elucidación de la relación de relevancia explicativa.

Por otro lado, como el propio autor reconoce, la satisfacción de este requisito no proporciona una condición suficiente para establecer que el explanans es explicativamente relevante con respecto al explanandum. Sin embargo, el autor supone que su requisito reporta alguna ventaja en comparación con el requisito de expectabilidad nómica en que se sustenta el modelo de cobertura legal. Ahora bien, generalmente se considera que uno de los rasgos distintivos de los enunciados nomológicos -el rasgo que permitiría distinguir entre leyes auténticas y meras generalizaciones accidentales- es su capacidad para sustentar condicionales contrafácticos. En consecuencia, no es claro cuál es la ventaja que la satisfacción del requisito de interdependencia funcional con respecto al modelo nomológico tradicional. En todo caso, ambos modelos presentan similares dificultades para proporcionar una caracterización satisfactoria de los enunciados nomológicos que tienen capacidad explicativa, y para determinar cuáles son los predicados admisibles en esta clase de enunciados.

Es aquí -creemos- donde se pone de manifiesto que el requisito de interdependencia involucra, implícitamente, la consideración de factores causales. Sin embargo, el autor no reconoce que su requisito suponga la introducción de consideraciones causales sino que sostiene que la satisfacción de este requisito contribuye a incrementar la capacidad explicativa del modelo nomológico-deductivo independientemente del aporte proveniente de la consideración de factores causales. Woodward argumenta que su modelo de explicación científica debe complementarse con la consideración de factores causales, recurriendo a ejemplos en donde se evidencia que no puede dar cuenta de la direccionalidad de la explicación. Sin embargo, creemos que no reside allí la falencia del requisito de interdependencia funcional pues consideramos que su satisfacción ya da lugar a la introducción de consideraciones causales. En efecto, el modo en Woodward da cuenta de la necesidad de este requisito evidencia que una explicación que satisfaga adecuadamente el requisito de interdependencia funcional debe poner de manifiesto los mecanismos responsables de la ocurrencia del fenómeno explanandum. Así, por ejemplo, Woodward afirma que una explicación de por qué un cierto cuervo en particular es negro no deberá apelar simplemente a una generalización del tipo "todos los cuervos son negros" sino al mecanismo genético responsable de las reacciones bioquímicas específicas que producen esa pigmentación en los cuervos. Por esta razón, el autor debería admitir que la contribución del requisito en cuestión al incremento de la comprensión -al menos, según el modo en que él interpreta la satisfacción del requisito de interdependencia funcional- supone la introducción de factores causales. Por otra parte, su recurso al background de conocimientos previamente adquiridos, en el contexto del cual debe integrarse una explicación adecuada según su modelo, da lugar a una relativización epistémica de la noción de explicación científica. Nuevamente,

entonces, el modelo de Woodward no parece reportar ventaja alguna en este punto con respecto al modelo de cobertura legal.

5.2. La concepción de las explicaciones estadísticas de explananda singulares como inferencias inductivas y el supuesto determinista del modelo de cobertura legal.

Hempel sostiene que las explicaciones estadísticas de sucesos particulares son inductivas fundándose en la interpretación lógica de la probabilidad, de acuerdo con la cual ésta es una relación lógica entre enunciados. Entonces, como la expresión "probablemente" no expresa una propiedad de ciertos enunciados sino una relación entre enunciados, el explanandum de una explicación estadística es probable no en sí mismo sino con respecto a los elementos de juicio aportados por el explanans. De aquí, Hempel concluye que, en las explicaciones estadísticas de sucesos particulares, la relación entre explanans y explanandum es un caso particular de aquella en la cual un conjunto de enunciados confieren apoyo, confirmación o credibilidad inductiva a otro enunciado. Es decir que estas explicaciones deben considerarse razonamientos inductivos en el sentido de que el explanans no implica con certeza deductiva al explanandum ni lo establece como probable en sí mismo, sino que lo sustenta inductivamente confiriéndole un cierto grado de probabilidad lógica relativa.²⁹

Sin embargo, las explicaciones que tienen entre los enunciados de su explanans leyes de probabilidad estadística y un enunciado referido a un evento particular como explanandum, no parecen ser inferencias inductivas en el mismo sentido en que es inductivo un razonamiento que concluye una ley universal a partir de algunos casos observados subsumibles en ella. Hempel asimila la estructura de las explicaciones inductivas de sucesos particulares a este tipo de inferencias porque en éstas el grado de probabilidad o apoyo inductivo que las premisas aportan a la conclusión aumenta con la cantidad de información incluida en las premisas. Sin embargo, esta asimilación no parece adecuada. Pues cuando una inferencia establece inductivamente una hipótesis universal a partir de la verdad de algunos enunciados referidos a casos particulares, la hipótesis recibe un apoyo inductivo de la verdad de estos enunciados. Este apoyo inductivo consiste —de acuerdo con la interpretación de Hempel— en que la verdad de un enunciado singular implicado lógicamente por la hipótesis es la verdad de una parte de lo afirmado por la hipótesis³⁰. Pero un resultado particular de un experimento aleatorio —descrito en el explanandum de una explicación estadística— no puede ser confirmado en este sentido por una hipótesis probabilística —que integraría el explanans—. Pues, aunque pudiera establecerse la verdad de tal hipótesis, no se mostraría que es verdadera una parte de lo que afirma un enunciado referido a dicho resultado. De modo que el pretendido apoyo inductivo que la hipótesis probabilística le brinda a este enunciado no es el mismo tipo de apoyo inductivo que recibe una hipótesis universal a partir de algunos enunciados referidos a casos particulares. En consecuencia, si aceptamos que la interpretación de la probabilidad como una relación entre enunciados es aplicable a las

²⁹ Hempel, C.G., "Aspects of Scientific Explanation", *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, The Free Press, New York, 1965, XII, p.376-378.

³⁰ Hempel, C.G. "Las leyes y su papel en la explicación científica", *Filosofía de la ciencia natural*, Cap.V, p.45

explicaciones estadísticas, queda aún por precisar qué tipo de relación es ésta en el caso de las explicaciones estadísticas de sucesos particulares.

Hempel argumenta que la concepción inductiva del contenido explicativo de las leyes probabilísticas es también requerida por la interpretación empírica de las leyes probabilísticas en la teoría matemática de la probabilidad estadística y sus aplicaciones. Por esta razón, la posibilidad de justificar el uso de explicaciones estadísticas en ciencia empírica depende –según el autor- de que se las considere como inferencias inductivas. Hempel sostiene que las explicaciones estadísticas de frecuencias empíricas en muestras extensas pero finitas son inductivas, fundándose en la interpretación frecuencial de la probabilidad como relación empírica entre clases de sucesos. De acuerdo con el autor, las leyes probabilísticas empleadas en ciencia empírica no equivalen a enunciados descriptivos de las frecuencias con que se han producidos ciertos fenómenos en una clase finita de casos efectivamente observados, sino que afirman modos probabilísticos de conexión entre clases potencialmente infinitas de sucesos. En esta interpretación, el modelo matemático de la probabilidad se aplica a situaciones empíricas relacionando enunciados de probabilidad con enunciados acerca de frecuencias relativas empíricas asociadas a los resultados de experimentos aleatorios. Hempel sostiene que esta relación entre enunciados de probabilidad estadística y enunciados de frecuencia empírica es inductiva.

Pero en la interpretación frecuencial, la aleatoriedad es concebida como un rasgo propio de ciertos fenómenos. Por eso, creemos, fracasa la tentativa hempeliana de demostrar que esta interpretación también requiere que se consideren las explicaciones estadísticas como razonamientos inductivos. Pues, en mi opinión, la interpretación inductiva de las explicaciones estadísticas es requerida únicamente en el caso de que se crea que la aleatoriedad es sólo una consecuencia de la deficiencia de nuestro conocimiento. En cambio, la consideración de la aleatoriedad como un rasgo objetivo propio de cierta clase de fenómenos no exige que la estructura de estas explicaciones deba ser inductiva.

Hempel emplea en su argumentación la formulación de Cramer de la interpretación frecuencial de la probabilidad. De acuerdo con esta interpretación, el enunciado que afirma que r es la probabilidad estadística de que una realización del experimento de tipo F sea el resultado de tipo G , significa que en una larga serie de repeticiones del experimento de tipo F , es prácticamente seguro que la frecuencia relativa del resultado G será aproximadamente igual a r . Esta interpretación no suministra una definición precisa de probabilidades en función de frecuencias relativas observables porque incluye expresiones vagas como "una larga serie de repeticiones", "es prácticamente seguro" y "será aproximadamente igual". Hempel indica que esta vaguedad es inevitable si el cálculo de probabilidades debe servir como representación teórica de las relaciones entre frecuencias relativas establecidas empíricamente, que permanecen constantes sólo aproximadamente cuando aumenta la muestra observada. A partir de la interpretación frecuencial de la probabilidad estadística, se desprenden dos corolarios:

- i) Si la probabilidad de que una realización de un experimento de tipo F arroje el resultado de tipo G difiere de uno en un número positivo muy pequeño, entonces, si se realiza una sola vez el experimento F es prácticamente seguro que se producirá el resultado G.
- ii) Si la probabilidad de que una realización de un experimento de tipo F arroje el resultado de tipo G es menor que un número positivo muy pequeño, entonces si se realiza una sola vez el experimento F es prácticamente seguro que no se producirá el resultado G.

Hempel señala que, aunque estos corolarios logran evitar las expresiones vagas “una larga serie de repeticiones” y “aproximadamente igual”, contenidas en la interpretación frecuencial, incluyen, al igual que esta última, la expresión “es prácticamente seguro que”. De acuerdo con el autor, esta expresión indica que la relación entre los enunciados de probabilidad estadística y los enunciados de frecuencia empírica asociados a ellos es inductiva³¹

Sin embargo, no es cierto que en los corolarios sólo subsista una de las tres expresiones ambiguas que figuran en la formulación de Cramer, pues sólo desaparece la expresión “una larga serie de repeticiones”. Y esto es consecuencia de que los corolarios se refieren a una sola ejecución del experimento y no a una serie de ejecuciones. Pero la expresión “aproximadamente igual” figura en ambos corolarios, aunque parafraseada como “número positivo muy pequeño”. Su aparición evidencia que esta interpretación considera la aleatoriedad como una característica propia de los resultados de un experimento aleatorio. Pues “aproximadamente igual” y “número positivo muy pequeño” indican que las frecuencias relativas empíricas asumen diferentes valores dentro del intervalo que incluye el valor calculado de la probabilidad estadística. La desviación de los valores empíricamente obtenidos con respecto al valor calculado es el rasgo definitorio de los sucesos aleatorios, y no el de la relación inductiva entre un enunciado y los elementos de juicio que lo sustentan. Por eso Hempel considera como eliminada esta expresión en los corolarios, pues su vaguedad no podría interpretarse como relativa a la insuficiencia de nuestra información sobre los fenómenos, es decir, como evidencia de un tipo de relación entre enunciados.

Por otra parte, si Hempel acepta la interpretación frecuencial, las explicaciones en términos de leyes probabilísticas no cumplirían con el requisito de contrastabilidad que él mismo exige. Este requisito indica que los enunciados constitutivos de una explicación deben ser contrastables empíricamente. Las hipótesis probabilísticas se contrastan examinando las frecuencias relativas obtenidas en una larga serie de ejecuciones del experimento. La confirmación de la hipótesis depende del grado de concordancia entre la probabilidad hipotética y las frecuencias observadas. Pero Hempel reconoce que la lógica de estas contrastaciones presenta problemas. Pues una hipótesis probabilística no implica deductivamente ningún enunciado contrastador que especifique la frecuencia del resultado esperado en una serie finita de ejecuciones del experimento. Entonces, aunque la proporción de casos en que es obtenido

³¹ Hempel, C.G., “Aspects of Scientific Explanation”, *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, The Free Press, New York, 1965, Cap XII, p.381

el resultado en cuestión difiera mucho del valor esperado, esto no refuta la hipótesis. Y si se aproxima mucho, tampoco la confirma, en el sentido en que una ley universal resulta confirmada por un enunciado contrastador implicado por ella que es, de hecho, verdadero. En este último caso la contrastación es confirmatoria porque muestra que una parte de lo que la hipótesis afirma es verdadero. Pero los datos de la frecuencia confirmatoria no muestran nada semejante con respecto a la hipótesis probabilística, porque ésta no implica que la frecuencia de un resultado en una larga serie de repeticiones del experimento se vaya a aproximar al valor de la probabilidad hipotética.³² Es decir que la hipótesis "La probabilidad de obtener el resultado G al realizar el experimento F es r" no recibe apoyo inductivo de la verdad del enunciado "La frecuencia relativa observada del resultado G en una serie de n ejecuciones del experimento F es r". Pues la verdad de este enunciado no es la verdad de una parte de lo que afirma la hipótesis, ya que en ella no se asegura nada sobre la proporción esperada para el caso específico de n realizaciones del experimento. Y su falsedad tampoco refuta la hipótesis.

Es evidente, entonces, que la relación entre enunciados probabilísticos y enunciados de frecuencia empírica no es inductiva en el mismo sentido en que las leyes universales están sustentadas por elementos de juicio que les confieren una cierta probabilidad lógica o inductiva. Porque los enunciados referidos a frecuencias empíricas afirman una proporción dentro un conjunto de una cantidad específica de ejecuciones de un experimento, mientras que las leyes de probabilidad estadística no se refieren a proporciones dentro de ningún conjunto de una cantidad específica de tales ejecuciones. Pero Hempel quiere mostrar que su interpretación inductiva de las explicaciones estadísticas es necesaria para justificar la contrastabilidad de las hipótesis probabilísticas. Y, en consecuencia, que es necesaria para justificar el empleo de tales explicaciones en ciencia empírica. Por eso, intenta resolver esta dificultad indicando en qué sentido pueden considerarse contrastables las hipótesis probabilísticas. Hempel reconoce que la hipótesis no excluye lógicamente que en una larga serie de repeticiones del experimento la proporción en que se obtiene un resultado se aparte mucho de lo esperado. Pero afirma que la hipótesis implica lógicamente que, en una gran cantidad de repeticiones de un experimento, cada una de las cuales consiste en una larga serie de ejecuciones, sólo una reducida fracción de esas largas series de ejecuciones conducirá a una proporción que difiera considerablemente de la esperada. El autor agrega que, en conjunción con la hipótesis de la independencia de los resultados de un experimento aleatorio, la hipótesis probabilística determina deductivamente la probabilidad estadística de que la proporción obtenida diferirá en no más de una determinada cantidad de la proporción esperada. Así, si la hipótesis probabilística es verdadera será prácticamente cierto que en una gran cantidad de repeticiones de estas largas series de ejecuciones del experimento la proporción obtenida diferirá muy poco del valor esperado. Entonces, si la frecuencia a largo plazo de un resultado no se acercara a la probabilidad asignada por una hipótesis, muy verosímilmente la hipótesis será falsa y estará prácticamente -pero no lógicamente- refutada.³³

³² Hempel, C. "Las leyes y su papel en la explicación científica", *Filosofía de la ciencia natural*, Cap.V, p.45.

³³ Hempel, C. "Las leyes y su papel en la explicación científica", *Filosofía de la ciencia natural*, Cap.V, p.45.

Es claro que, como no se puede aumentar el apoyo inductivo de la hipótesis probabilística incrementando el número de ejecuciones del experimento, Hempel sostiene que el apoyo inductivo se aumenta incrementando el número de repeticiones de largas series de ejecuciones del experimento. Pero la hipótesis probabilística tampoco afirma nada sobre la proporción de estas largas series de ejecuciones que deban mostrar frecuencias relativas coincidentes con la esperada, ya que estas series de ejecuciones tienen una cantidad específica de términos. Y la hipótesis no se refiere a ninguna cantidad de largas series de un número específico de ejecuciones. Así que no puede ser confirmada por cada nueva serie de dicha cantidad de ejecuciones, cuyas frecuencias relativas coincidieran con la esperada. Por eso, la sugerencia de Hempel no soluciona el problema de la contrastabilidad de las hipótesis probabilísticas. Además, si la conjunción de la hipótesis probabilística y la hipótesis de la independencia de los resultados de un experimento aleatorio determinara deductivamente que la probabilidad de que la proporción obtenida de un resultado en varias series de numerosas ejecuciones del experimento difiere poco del valor esperado, entonces esta conjunción también determinaría deductivamente que se aparta poco del valor esperado la proporción obtenida en numerosas ejecuciones de una sola serie. Pero, precisamente, la hipótesis de independencia impide concluir que una gran cantidad de ocurrencias de un resultado haga probable que la próxima ejecución arroje el mismo resultado.

Por otra parte, el método de contrastar las hipótesis probabilísticas sugerido por Hempel no se desprende de la interpretación frecuencial. Pues ella se refiere a frecuencias relativas observadas en una larga serie de realizaciones de un experimento, es decir, en cualquier larga serie de ejecuciones, en toda larga serie de ejecuciones, y no sólo en una gran cantidad de ellas. Entonces, si la cantidad de términos de estas series estuviese especificada, una sola de ellas que no presentara la proporción calculada refutaría deductivamente la hipótesis. Y cualquiera de ellas que sí la presentara, le brindaría apoyo inductivo. Pero como no está especificada la cantidad de términos, no puede considerarse como inductiva la relación entre enunciados probabilísticos y enunciados de frecuencias empíricas asociados a tales series o a varias repeticiones de ellas.

Finalmente, es importante enfatizar que, según la interpretación frecuencial, las leyes probabilísticas no pueden explicar el resultado de una ejecución particular de un experimento aleatorio sino sólo aspectos estadísticos de muestras extensas. Pero Hempel afirma que estas leyes también pueden dar cuenta de resultados individuales. Pues, en su opinión, según el corolario i), podría usarse la hipótesis de que la probabilidad de obtener un resultado del tipo G en una realización del experimento de tipo F difiere de uno en una cantidad muy pequeña para explicar una realización del experimento F que por resultado G. Aquí, el explanans no implica el explanandum, porque el razonamiento no demuestra que admitiendo los enunciados del explanans cabe afirmar con seguridad el fenómeno indicado en el explanandum. Ya que, pese a la alta probabilidad de obtener G, podría haberse dado otro resultado. Aunque es racional, según Hempel, sobre la base de la información dada, esperar que se produzca el resultado G en una sola realización de F, este autor exige que un razonamiento de este tipo sólo sea considerado explicativo si r es

cercana a uno. Pero si el resultado obtenido no fuera G, no se podría explicar con ninguno de los corolarios, pues tales explicaciones no cumplirían con el requisito hempeliano de expectabilidad, que exige que el explanans haga altamente probable al explanandum. Es claro que, si se admitiera que la aleatoriedad es un rasgo propio de cierta clase de sucesos, se aceptaría la explicación de este hecho en términos del corolario i), aunque no cumpla el requisito de expectabilidad. Pero Hempel no puede hacerlo, pues su requisito de expectabilidad es el reflejo subjetivo de la relación de apoyo inductivo que el explanans debe –en su opinión– brindarle al explanandum. Aceptar una explicación que no cumpla este requisito equivale a aceptar que las explicaciones estadísticas de sucesos particulares no son inferencias inductivas. Por eso Hempel debe exigir que la probabilidad r del explanandum a la luz del explanans sea cercana a 1. Pero, como analizaremos a continuación, de la aceptación de este requisito de elevada probabilidad se desprende que habrá fenómenos inexplicables, dada la alta improbabilidad de su ocurrencia.

Como examinaremos en la sección siguiente de modo más detallado, para evitar esta dificultad Hempel sostiene que si se agrega la suficiente información siempre habrá una explicación que haga altamente probable al explanandum. Pero no admitir la ocurrencia de un suceso para el cual no sea posible ofrecer una explicación que lo haga altamente probable, lo conduce al problema de la ambigüedad de la explicación inductivo-estadística. Pues, en tal caso, será posible ofrecer para tales sucesos una explicación que haga altamente probable su ocurrencia y otra que haga altamente probable su no ocurrencia. Es por eso que, creemos, el problema de la ambigüedad explicativa pone de manifiesto que la interpretación hempeliana de las explicaciones estadísticas supone que la aleatoriedad no debe ubicarse en la esfera de los fenómenos, sino en la de nuestro conocimiento de ellos. Analizaremos, a continuación, la solución hempeliana a este problema, que consiste en aceptar el requisito de máxima especificidad. Este requisito exige que las explicaciones se funden en enunciados probabilísticos pertenecientes a la más restringida clase de referencia a la que pertenezca el suceso particular en cuestión. Pero la introducción de esta exigencia es problemática, ya que el tamaño de la clase de referencia más restringida que incluya el fenómeno explanandum podría impedir que la estimación probabilística se base en una extrapolación estadística razonable³⁴. En consecuencia, el compromiso determinista implícitamente asumido por Hempel no parece útil, a la luz de las consecuencias indeseables que se desprenden de su concepción de las explicaciones estadísticas de explananda singulares como inferencias inductivas y del requisito de que el explanans haga altamente probable el explanandum, que sólo parecen exigibles desde una concepción determinista.

³⁴ Popper, K. "La probabilidad", *La lógica de la investigación científica*, Cap.VII, p.196

5.3. La ambigüedad de las explicaciones inductivo-estadísticas y su relatividad epistémica.

Es evidente que si dos conjuntos de enunciados implican deductivamente consecuencias contradictorias, entonces al menos una de estas dos inferencias se sustenta sobre premisas falsas. En cambio, dos conjuntos de enunciados pueden conferir probabilidades muy altas a conclusiones contradictorias, aunque ninguna de estas inferencias tenga premisas falsas.³⁵ La concepción de las explicaciones como razonamientos conduce a Hempel extrapolar este fenómeno al caso de las explicaciones inductivo-estadísticas. Podríamos resumir en los siguientes términos una de las consecuencias que se derivan de la concepción de las explicaciones estadísticas como inferencias inductivas: a diferencia de lo que ocurre con las explicaciones deductivas, dada una explicación inductivo-estadística con explanans verdadero y que confiera una alta probabilidad al suceso a explicar, habrá a menudo una explicación rival de ésta, con explanans verdadero y que confiera alta probabilidad a la no ocurrencia del mismo suceso.³⁶

Hempel distingue dos variantes de este fenómeno, que denomina "ambigüedad de las explicaciones inductivo-estadísticas": la que se presenta cuando las premisas de las explicaciones son verdaderas -seamos o no concientes de ello- y la ambigüedad epistémica propia de las explicaciones inductivo-estadísticas cuyo explanans es aceptado, sean o no verdaderos de hecho los enunciados que la componen.³⁷ La ambigüedad epistémica surge porque en el conjunto total de los enunciados científicos aceptados en un momento dado, hay diferentes subconjuntos de enunciados que pueden ser usados como premisas en razonamientos de tipo inductivo-estadístico y que confieren alta probabilidad a conclusiones lógicamente contradictorias. Esta ambigüedad epistémica, en cambio, no afectaría a las explicaciones deductivas ya que, como se supone que el conjunto de todos los enunciados aceptados por la ciencia en un momento dado es consistente y cerrado con respecto a la relación de implicación lógica, no puede contener conjuntos de premisas que impliquen conclusiones lógicamente contradictorias.³⁸

Hempel afirma que esta ambigüedad es una característica problemática de las explicaciones estadísticas, pues considera que toda explicación de la ocurrencia de un suceso debe parecer sospechosa si es posible elaborar una explicación igualmente correcta de su no ocurrencia. Es por eso que formula en 1962, en 1965 y en 1968, sucesivamente, diferentes requisitos que permitirían resolver la dificultad de la ambigüedad epistémica de las explicaciones estadísticas, pero al precio de dejarnos sólo una noción epistémicamente relativizada de estas explicaciones. Más aun, su relatividad epistémica es de tal índole que, según Hempel, no tiene sentido afirmar que hay explicaciones inductivo-estadísticas correctas. En esta sección cuestionaremos la postura de Hempel, pues creemos

³⁵ Hempel, C.G., "Inductive Inconsistencies", *Synthese*, 12, 1960, pp. 439-369.

³⁶ Hempel, C.G., "Deductive-Nomological vs. Statistical Explanation", *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol III, Feigl & Maxwell (eds.), University of Minnesota Press, Minneapolis, 1962, pp.98-169.

³⁷ Hempel, C.G., "Aspects of Scientific Explanation", *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, The Free Press, New York, 1965, pp.329-394

que conduce a negar que la ocurrencia de un evento pueda ser explicado estadísticamente. En consecuencia, consideramos que Hempel supone que todo suceso es o explicable deductivamente o inexplicable, es decir, que no hay regularidades estadísticas en la naturaleza.

En 1962 Hempel propone resolver el problema de la ambigüedad de las explicaciones estadísticas aplicando requisito de la totalidad de los elementos de juicio,³⁹ que exige considerar la totalidad de los elementos de juicio disponibles como base para determinar el grado de confirmación de un enunciado. Una explicación cumplirá con este requisito si sus enunciados explanantes constituyen la totalidad de los elementos de juicio disponibles en una situación cognoscitiva dada, o una parte de tales elementos de juicio que aporte la misma probabilidad inductiva al explanandum que la totalidad de estos. Hempel creía que apelar a la totalidad de la evidencia disponible para determinar la probabilidad inductiva de los explananda en conflicto de explicaciones estadísticas rivales resolvería la ambigüedad inductivo-estadística. Pues la clase K de todos los enunciados aceptados por la ciencia en una determinada situación cognoscitiva no puede conferir una elevada probabilidad a dos conclusiones contradictorias: si la probabilidad de una de ellas es muy cercana a la unidad, la de la otra será casi nula. Por eso Hempel consideraba indispensable el empleo del requisito de la totalidad de los elementos de juicio, aunque advirtió los inconvenientes que presenta su aplicación práctica, dada la dificultad que significaría calcular las probabilidades de las conclusiones rivales con respecto a la amplísima clase de la evidencia total disponible.

Sin embargo, en 1965 reconoció que la aplicación de este requisito obliga a que todos los enunciados explanantes de una explicación admisible pertenezcan a la clase K de los enunciados aceptados en una situación cognoscitiva dada. Y que esto equivale a exigir, injustificadamente, que la probabilidad que el explanans asigna al explanandum sea igual a la que la totalidad de los elementos de juicio asignan al explanandum. Pero, entre otras dificultades, tal exigencia excluye la posibilidad de tener explicaciones estadísticas de sucesos cuya realidad se considera un hecho establecido. Pues todo enunciado que describa un suceso tal será implicado por K, de modo que su probabilidad lógica con respecto a K será 1.

De todos modos, creo que Hempel no parece haber advertido que en este caso no habría explicaciones inductivo-estadísticas en absoluto. Pues si hubiera alguna, sería la explicación de un suceso efectivamente ocurrido o aceptado como tal, es decir la de un evento descrito por un enunciado explanandum que se deduce de K y entonces, esa explicación sería nomológico-deductiva. De modo que la aplicación del requisito de la totalidad de los elementos de juicio supone implícitamente una concepción determinista.

³⁸ Hempel, C.G., "Aspects of Scientific Explanation", *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, The Free Press, New York, 1965, pp. 387-390.

³⁹ Hempel, C.G., "Deductive-Nomological vs. Statistical Explanation", *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol III, Feigl & Maxwell (eds.), University of Minnesota Press, Minneapolis, 1962, pp.98-169.

En 1968 Hempel⁴⁰ señala que el error cometido en 1962, cuando propuso emplear el requisito de la totalidad de los elementos de juicio, fue confundir dos cuestiones diferentes: la de cuál es el sustento que la evidencia puede aportar a la aserción de que el evento a explicar ocurrió efectivamente, y la de cuál es la probabilidad asociada a la explicación inductivo-estadística de por qué ocurrió ese evento. El requisito de la totalidad de los elementos de juicio sólo se aplica a la primera de estas cuestiones pero no a la segunda, pues esta última no hace referencia a la medida en que es racional creer en la ocurrencia del explanandum dada la evidencia total disponible, sino a la medida en que el explanandum es explicado -o nómicamente esperable- en una situación cognoscitiva determinada, a la probabilidad que el explanans aporta al explanandum. Y las probabilidades inductivas correspondientes a cada una de estas dos cuestiones son mutuamente independientes, pues la probabilidad asociada a una explicación inductivo-estadística es la probabilidad inductiva de su conclusión con respecto a las premisas explanantes, y no con respecto a la clase total K.

Así, cuando buscamos una explicación de por qué sucedió cierto fenómeno, el enunciado que afirma su ocurrencia está incluido en K, de modo que su probabilidad con respecto a K es 1. Pero la probabilidad de dicho enunciado con respecto a las premisas explanantes incluidas en K puede ser menor que 1. Esto sucede, señala Hempel, porque una explicación no tiene que aportar evidencia en apoyo de que ocurrirá el fenómeno a explicar, sino que tiene que exhibir la expectabilidad nómica de dicho fenómeno. Por eso el requisito de la totalidad de los elementos de juicio no es aplicable a la determinación de la probabilidad asociada a una explicación inductivo-estadística. No obstante, haber discriminado la capacidad explicativa de un razonamiento del grado de probabilidad lógica que la evidencia disponible le aporta a su explanandum no fue suficiente, como veremos a continuación, para eliminar completamente los supuestos deterministas del modelo hempeliano.

En reemplazo del requisito de la totalidad de los elementos de juicio, Hempel propone en 1965 la adopción del requisito de máxima especificidad, que caracteriza, en su opinión, la medida en que aquel principio se aplica adecuadamente a las explicaciones inductivo-estadísticas.⁴¹ Pues el nuevo requisito exige la consideración de toda la información disponible que tenga potencial importancia explicativa para el fenómeno a explicar. Por eso Hempel sostiene que una explicación admisible debería fundarse en un enunciado de probabilidad estadística perteneciente a la más restringida clase de referencia que contenga al suceso particular a explicar, según la información total disponible en una situación cognoscitiva determinada. Así, dada la explicación:

$$p(G, F) = r$$

$$\frac{F_b}{G_b} = [r]$$

⁴⁰ Hempel, C.G. "Maximal Specificity and Lawlikeness in Probabilistic Explanation", *Philosophy of Science*, vol. 35, n° 2, 1968, pp.120-121

si el enunciado k es lógicamente equivalente al conjunto K de todos los enunciados aceptados por la ciencia en un cierto momento y si s es la conjunción de las premisas explanantes, esta explicación será aceptable en la situación cognoscitiva representada por K , si satisface la siguiente condición:

Si $s.k$ implica que b pertenece a una clase de referencia F_1 incluida en F , entonces $s.k$ debe implicar también un enunciado que especifique la probabilidad estadística de G en F_1 , como $p(G, F_1)=r_1$, donde $r_1=r$, a menos que el enunciado de probabilidad citado sea un teorema de la teoría matemática de la probabilidad.

Hempel aclara que la consideración de la conjunción $s.k$ -en lugar de k solamente- es necesaria porque este requisito no supone que todos los enunciados explanantes s pertenezcan a la clase K de los aceptados por la ciencia cuando se propone la explicación. E indica que la introducción de la cláusula "a menos que" es imprescindible porque si se propone la explicación en cuestión, entonces presumiblemente se cree que Gb es un hecho, que el enunciado " Gb " pertenece a K . Y eso significa que K asigna b a la clase de referencia $F \cap G$, pero entonces $s.k$ asignará el valor $p(G, F \cap G)=1$ a la probabilidad de G en la clase $F \cap G$. En consecuencia, como $s.k$ implicaría un enunciado de probabilidad estadística para G más específico que el enunciado " $p(G, F_1)=r_1$ " aludido en la explicación propuesta, éste violaría el requisito de máxima especificidad, si no se tomara en cuenta la cláusula "a menos que", que descarta que el enunciado " $p(G, F \cap G)=1$ " sea una ley más adecuada para explicar Gb . Así, esta cláusula evita la imposibilidad de proporcionar explicaciones estadísticas de sucesos que efectivamente ocurrieron, problema que se presentaba al aplicar el requisito de la totalidad de los elementos de juicio.

Hempel considera que el requisito de máxima especificidad elimina el problema de la ambigüedad epistémica, ya que de dos explicaciones rivales cuyos enunciados explanantes pertenezcan a K y hagan altamente probables dos explananda incompatibles, al menos una de ellas violará este requisito. Pues K asignará el suceso b tanto a la clase de referencia explanante F_1 de una de las explicaciones como a la de la otra F_2 , y, en consecuencia, también asignará b a la intersección de ambas $F_1 \cap F_2$. Pero, si ambas explicaciones cumplieran el requisito de máxima especificidad, como la intersección $F_1 \cap F_2$ es un subconjunto propio tanto de F_1 como de F_2 , la frecuencia de G en $F_1 \cap F_2$ debe ser igual a la frecuencia de G en F_1 , y la frecuencia de $\neg G$ en $F_1 \cap F_2$ debe ser igual a la frecuencia de $\neg G$ en F_2 :

$$p(G, F_1 \cap F_2) = p(G, F_1) = r_1 \quad \text{y} \quad p(\neg G, F_1 \cap F_2) = p(\neg G, F_2) = r_2$$

Y como $p(G, F_1 \cap F_2) + p(\neg G, F_1 \cap F_2) = 1$, entonces $r_1 + r_2 = 1$. Pero tanto r_1 como r_2 son cercanas a 1, así que obtenemos una inconsistencia aritmética, que no puede ser implicada por una clase consistente como K . En suma, la aplicación del requisito de máxima especificidad impide proporcionar una explicación para cada uno de dos explananda contradictorios de modo tal que ambas tengan enunciados explanantes aceptados en la situación cognoscitiva

⁴¹ Hempel, C.G., "Aspects of Scientific Explanation", *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, The Free Press, New York, 1965, pp.390-394

representada por K y que confieran alta probabilidad al explanandum correspondiente. De este modo se resuelve, según Hempel, el problema de la ambigüedad epistémica de las explicaciones estadísticas.

Pero si bien este requisito parece eliminar el problema de la ambigüedad epistémica, Hempel considera que no soluciona la dificultad de que para una explicación estadística con premisas verdaderas que haga altamente probable al explanandum, pueda existir un razonamiento rival con premisas verdaderas que aporte una alta probabilidad a una conclusión contradictoria a la anterior. Pues es perfectamente posible que K contenga las premisas de tales razonamientos antagónicos, aunque al menos uno de ellos sea inaceptable porque violaría el requisito de máxima especificidad. Esto significa, según Hempel, que el concepto de explicación estadística de sucesos particulares está esencialmente relacionado con una situación cognoscitiva dada, representada por la clase K de los enunciados aceptados en ella. Como el requisito de máxima especificidad hace referencia explícitamente a esa clase, permite caracterizar la noción de explicación inductivo-estadística pero sólo relativamente a la situación cognoscitiva en cuestión. Hempel señala que esta relativización epistémica, en cambio, no tiene lugar en las explicaciones nomológico-deductivas.

Sin embargo, es evidente que las explicaciones nomológico-deductivas son aceptables sólo si sus premisas están bien sustentadas por los elementos de juicio atinentes disponibles en una cierta situación cognoscitiva, de modo que también la noción de explicación nomológico-deductiva está epistémicamente relativizada. Pero lo está, según Hempel, de un modo diferente al que lo está la noción de explicación inductivo-estadística, pues la aceptabilidad de estas últimas también depende de la confirmación empírica de sus premisas. La diferencia consiste en que estas últimas están sujetas, además, al requisito de máxima especificidad que las torna epistémicamente relativas en un sentido distinto, que no tiene paralelo en el caso de las explicaciones nomológico-deductivas. Pues ese requisito estipula que, cualesquiera sean los elementos de juicio en favor del explanans, la explicación propuesta será inaceptable si su fuerza explicativa potencial con respecto al explanandum está viciada por leyes estadísticas incluidas en K pero no en el explanans, que permitieran elaborar explicaciones estadísticas rivales. Esta situación, en cambio, nunca se presenta -según Hempel- en el caso de las explicaciones nomológico deductivas, pues en ellas el requisito de máxima especificidad se satisface automáticamente ya que sólo admiten leyes estrictamente universales. De modo que si queremos explicar por qué un cierto F es también un G, recurriremos a la ley "Todos los F son G", así que no habrá ningún subconjunto de F en el cual la frecuencia de G sea diferente de 1. Por este motivo, Hempel sostiene que la noción de explicación deductiva potencial -a diferencia de la de explicación deductiva con explanans bien confirmado- no requiere de ninguna relativización epistémica. En consecuencia, tiene sentido hablar de explicaciones deductivas cuyas premisas y conclusiones son verdaderas, independientemente de lo sabido o creído. Pero no hay, según Hempel, una noción significativa análoga en el caso de las explicaciones inductivo-estadísticas, puesto que el concepto mismo

de explicación estadística está epistémicamente relativizado.⁴² Conclusión que nos parece inaceptable, pues equivale a sostener que ningún fenómeno es estadísticamente explicable; es decir que dado un fenómeno cualquiera, o bien tiene una explicación determinista —en caso de que pueda subsumirse bajo una ley universal irrestricta- o bien es inexplicable. De modo que aunque de hecho hubiera fenómenos cuya ocurrencia fuera aleatoria, ni siquiera la identificación de las circunstancias nómicamente responsables de su ocurrencia permitiría explicarlos, pues la conexión nómica entre ellos sería de índole estadística.

Sin embargo, sólo tendríamos que aceptar tal relatividad epistémica si considerásemos necesario apelar al requisito de máxima especificidad para resolver el problema de la ambigüedad de las explicaciones inductivo-estadísticas. Pero la existencia de tal ambigüedad es cuestionable. Pues en una misma situación cognoscitiva no puede haber dos explicaciones rivales como las que menciona Hempel, dado que al buscar una explicación se supone que el suceso a explicar ocurrió realmente. En consecuencia no cabe pedir una explicación de su no ocurrencia, de modo que no habrá una ambigüedad en las explicaciones inductivo-estadísticas que obligue a buscar un modo de garantizar que la probabilidad asociada a una explicación de la no ocurrencia del suceso cuya ocurrencia se quiere explicar sea inferior a la probabilidad de la explicación de su ocurrencia. A menos que consideremos sospechosa la posibilidad de que, habiendo ocurrido efectivamente un suceso, se pueda formular una explicación de su no ocurrencia y que por eso queramos garantizar que la probabilidad inductiva de esta última explicación no rivaliza con la de la explicación de la ocurrencia del suceso en cuestión. Pero si habiendo ocurrido un suceso consideramos sospechoso el hecho de que se pueda formular una explicación de su no ocurrencia, es porque suponemos -injustificadamente- que, como de hecho ocurrió dicho suceso, entonces no debería ser posible explicar su no ocurrencia. Es decir, porque creemos que si un suceso ocurrió efectivamente, entonces necesariamente tenía que ocurrir.

En suma, la posibilidad de explicar la no ocurrencia de un evento cuando éste ha ocurrido, parece sospechosa a quien sustenta una concepción determinista. En caso contrario, no hay razón para creer que existe una ambigüedad en las explicaciones inductivo-estadísticas, ni por lo tanto, para considerar necesario que estas explicaciones satisfagan el requisito de máxima especificidad. En consecuencia, creemos que no hay motivos para sostener que las explicaciones inductivo-estadísticas son epistémicamente relativas en un sentido diferente al que lo son las explicaciones deductivas, a menos que se defienda una concepción determinista.

No obstante, podría aducirse aun que la relatividad epistémica afecta a las inferencias inductivo-estadísticas predictivas -y potencialmente explicativas-, de modo que en éstas fuera necesario apelar al requisito de máxima especificidad. Pues el argumento del párrafo anterior no prueba que tal restricción sea innecesaria en las inferencias inductivo-estadísticas predictivas. Ya que en este caso ninguna de las conclusiones contradictorias derivables de

⁴² Hempel, C.G., "Aspects of Scientific Explanation", *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, The Free Press, New York, 1965, pp.394-396

predicciones inductivo-estadísticas rivales integrará la evidencia total disponible, así que tendría sentido formular las predicciones rivales en cuestión. Pero aun si fuera necesario el requisito de máxima especificidad para determinar la aceptabilidad de una inferencia estadística predictiva, el problema de la ambigüedad de las explicaciones estadísticas se presentaría sólo para quien defendiera la tesis de la identidad estructural entre predicción y explicación.

Además, aunque tal ambigüedad se presentara en las inferencias estadísticas predictivas, no creemos conveniente apelar al requisito de máxima especificidad. En efecto, sea F_1 la clase de los individuos afectados por una infección de estreptococos, F_2 la de los afectados por una infección de estreptococos resistentes a la penicilina, H la clase de los individuos tratados con penicilina y G la de los que se recuperan de la infección. Supongamos que K incluye la información de que la probabilidad de que un individuo que padece una infección de estreptococos se recupere al ser tratado con penicilina $p(G, F_1 \cap H) = r_1$ es muy alta, pero que si la infección es causada por estreptococos resistentes a la penicilina, la probabilidad de que no se recupere al ser tratado con penicilina $p(\neg G, F_2 \cap H) = r_2$ es muy alta. Si K incluye la información de que un individuo en particular b padece una infección de estreptococos resistentes a la penicilina y que es tratado con penicilina, $F_2 b \cap Hb$, también incluirá la información de que ese individuo padece una infección de estreptococos y que es tratado con penicilina, $F_1 b \cap Hb$, por ser F_2 un subconjunto propio de F_1 .

Dados los siguientes razonamientos predictivos, cuyas premisas pertenecen a K :

$$p(G, F_1 \cap H) = r_1$$

$$\underline{F_1 b \cap Hb} \quad [r_1]$$

$$Gb$$

$$p(\neg G, F_2 \cap H) = r_2$$

$$\underline{F_2 b \cap Hb} \quad [r_2]$$

$$\neg Gb$$

el requisito de máxima especificidad nos obliga a rechazar el primer razonamiento, ya que F_1 no es una clase de referencia admisible. Pues F_2 es un subconjunto propio de F_1 y la frecuencia relativa de G en $F_2 \cap H$ es diferente de la que tiene en $F_1 \cap H$ -de lo contrario deberíamos aceptar la igualdad $r_1 = 1 - r_2$, pero entonces no podría ocurrir que tanto r_1 como r_2 sean cercanas a uno. Sin embargo, aunque Gb es muy poco probable, su ocurrencia podría tener lugar de hecho. Y, en tal caso, su ocurrencia no podría ser predicha ni mediante el primer razonamiento -dado que el requisito de máxima especificidad lo descalifica- ni mediante el segundo -que predice su no ocurrencia-. Para resolver esta situación, podríamos proponer el siguiente razonamiento, que sí cumple con el requisito de máxima especificidad:

$$p(G, F_2 \cap H) = 1 - r_2$$

$$\underline{F_2 b \cap Hb} \quad [1 - r_2]$$

$$Gb$$

Pero como el valor r_2 es muy elevado, entonces $1-r_2$ será muy pequeño, así que este razonamiento no cumple el requisito hempeliano de expectabilidad que exige que la probabilidad asociada a la inferencia inductivo-estadística sea elevada. En suma, la aceptación simultánea del requisito de máxima especificidad y del de alta probabilidad, descalifica toda inferencia inductivo-estadística predictiva cuya conclusión haga referencia a un fenómeno poco probable -aunque no imposible-. Y, ante la ocurrencia de un fenómeno tal, nos obliga a buscar una clase de referencia más restringida que las ya consideradas en la cual la probabilidad del suceso en cuestión sea elevada. Pero nada garantiza la existencia de una clase tal, excepto una injustificada convicción determinista.

Precisamente, la circunstancia de que aún en 1968 Hempel considere que el requisito de máxima especificidad no supone el mismo error que el requisito propuesto en 1962, evidencia su perspectiva determinista. Pues Hempel cree que el nuevo requisito sí responde a la cuestión de cuál es la probabilidad asociada a una explicación inductivo-estadística, porque este requisito garantiza que K no contiene premisas correctas para una explicación que pueda rivalizar con una explicación aceptada. Pero sostener que ésta es la manera de responder la cuestión acerca de la capacidad de un razonamiento para explicar o predecir un evento, implica identificar injustificadamente tal capacidad explicativa o predictiva con el hecho de que sea elevada la probabilidad lógica asociada al razonamiento en cuestión.

Sin embargo, podría defenderse que la última inferencia analizada en el párrafo anterior es una predicción aceptable, ya que muestra en qué medida es razonable esperar que suceda Gb, aunque su probabilidad sea muy baja, pero no nula. Pues esta predicción cumple con el ideal de poner de manifiesto la expectabilidad nómica del suceso descrito en la conclusión, siempre que no creamos -como Hempel- que la expectabilidad nómica debe expresarse en términos de un elevado grado de probabilidad inductiva asociado a la inferencia predictiva. Ya que si aceptamos que hay regularidades estadísticas, debemos admitir que la expectabilidad nómica de los sucesos que describen se manifieste también en pequeños grados de probabilidad. Sólo si creemos que todas las leyes deben ser determinísticas exigiremos que la expectabilidad nómica se manifieste en un alto grado de probabilidad lógica asociado a la inferencia inductivo-estadística.

5.4. El modelo de relevancia estadística de Salmon.

Con el propósito de superar las dificultades planteadas por el requerimiento de que el explanans de una explicación inductivo-estadística aporte un elevado grado de probabilidad al explanandum, Salmon elabora un modelo alternativo de explicación. En su trabajo de 1965 Salmon argumenta que la clave de la relación explicativa no reside en que el explanans aporte un grado elevado de probabilidad al explanandum sino en la relevancia estadística entre los factores explicativos y el fenómeno a explicar.⁴³ Esta relación de relevancia estadística toma en cuenta tanto la probabilidad a priori de la ocurrencia del suceso a explicar, como sus diferentes probabilidades a posteriori con respecto a ciertos factores relacionados con ella. De acuerdo con Salmon, la comparación entre ambos tipos de probabilidades es fundamental para elaborar una explicación estadística adecuada. En cambio, en el modelo inductivo-estadístico de Hempel, el requisito de que el explanans aporte un elevado grado de probabilidad al explanandum exige que la probabilidad a posteriori sea elevada, pero no hace referencia alguna a la probabilidad a priori del evento a explicar.⁴⁴ Se considera que un factor C es estadísticamente relevante con respecto a la ocurrencia de otro factor B bajo las circunstancias A si y sólo si la probabilidad de B supuesta la ocurrencia de A y C es diferente de la probabilidad de B supuesta la ocurrencia de A, es decir que $p(B/A.C) \neq p(B/A)$. En particular, C es positivamente relevante con respecto a B, si la probabilidad de B aumenta en presencia de C, y será negativamente relevante si su probabilidad disminuye en presencia de C.

Salmon advierte que en su modelo de relevancia estadística una explicación no es un razonamiento -como ocurre en el modelo inductivo-estadístico hempeliano- sino un conjunto de enunciados que hacen referencia a factores estadísticamente relevantes con respecto al fenómeno a explicar y una afirmación acerca de la probabilidad de éste con respecto a aquellos. El desideratum de la explicación estadística es la relevancia positiva, en lugar del elevado grado de probabilidad inductiva que el explanans pueda conferirle al explanandum. El autor señala que, aunque parezca antiintuitivo, la explicación estadística de un evento podría -en algunos casos- mostrar que el evento a explicar es menos probable de lo que inicialmente pensamos, es decir que las explicaciones estadísticas pueden involucrar también relaciones de relevancia negativa. Salmon sostiene que no es incorrecto que el modelo de relevancia estadística incluya tanto los factores positivamente relevantes como los negativamente relevantes, ya que una explicación completa debe hacer referencia tanto a los factores que contribuyen a la ocurrencia del evento a explicar como a aquellos otros que tienden impedir su ocurrencia.⁴⁵

En este modelo de relevancia estadística, las probabilidades pueden interpretarse como frecuencias relativas o como propensiones. Debemos seleccionar, en primer lugar, una clase de referencia apropiada A con respecto a la cual

⁴³ Salmon, W.C., "The Status of Prior Probabilities in Statistical Explanation", *Philosophy of Science*, 32, 1965, pp.137-146

⁴⁴ Salmon, W.C., *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton, Princeton University Press, 1984, p. 170-173.

se establecen las probabilidades a priori $p(B_i/A)$ de los atributos que tienen por extensión las clases B_i . Luego efectuamos una partición-explanandum de la clase de referencia A en términos de un conjunto de atributos B_1, \dots, B_n , mutuamente excluyentes y exhaustivo. Esta partición define un espacio muestral para el propósito de la explicación en cuestión. A continuación, escogiendo un conjunto de factores estadísticamente relevantes C_1, \dots, C_s , particionamos la clase de referencia inicial en un conjunto de celdillas mutuamente excluyentes y exhaustivo $A \wedge C_1, \dots, A \wedge C_s$. Las propiedades C_1, \dots, C_s , proporcionan la partición-explanans. Determinamos, entonces, las relaciones probabilísticas asociadas, tanto las probabilidades a priori $p(B_i/A)=p_i$, para cualquier i tal que $1 \leq i \leq n$, como las probabilidades a posteriori $p(B_i/A \wedge C_j)=p_{ij}$, para cualquier i y j tales que $1 \leq i \leq n$ y $1 \leq j \leq s$. En este modelo se requiere que cada una de las celdillas $A \wedge C_j$ sea homogénea con respecto a la partición-explanandum, de modo tal que ninguna de las celdillas pueda ser ulteriormente subdividida de manera relevante con respecto a la ocurrencia de cualquiera de los atributos B_i . Este requisito es análogo al requisito de máxima especificidad impuesto por Hempel a su modelo inductivo-estadístico, aunque -según Salmon- es más fuerte.

En estas condiciones, se procede a determinar las medidas relativas de las celdillas de la partición-explanans en términos de la probabilidad marginal $p(C_j/A)=q_j$. Este modelo requiere que la partición-explanans sea una partición homogénea maximal, de modo que para todo $i=k$ se exige que $p_{ij}=p_{kj}$. Este requisito garantiza que la partición en términos de C_1, \dots, C_s , no introduce ninguna subdivisión irrelevante en la clase de referencia inicial A . Luego procedemos a determinar cuál celdilla $A \wedge C_j$ contiene el individuo x con respecto al cual queremos explicar por qué x presenta el atributo B_i .⁴⁶

Supongamos, por ejemplo que un cierto individuo N ha cometido un acto delictivo grave, y que dentro del contexto informativo constituido por nuestro conocimiento de que N es un adolescente americano, nos preguntamos por qué este adolescente americano cometió un acto delictivo grave. Tomamos como probabilidades a priori los diferentes grados de delincuencia juvenil B_i dentro de la clase de los adolescentes americanos A , es decir, $p(B_i/A)$. Luego escogemos una partición-explanandum adecuada, por ejemplo B_1 =no condenado por actos criminales, B_2 =condenado sólo por infracciones leves, B_3 =condenado por infracciones más graves, etc. Convengamos en que -según nuestras teorías sociológicas- factores tales como el estado civil de los padres, el sexo del individuo, sus convicciones religiosas, su nivel socioeconómico, el lugar de residencia, etc. son relevantes con respecto a la conducta delictiva. Entonces particionamos la clase de referencia inicial de los adolescentes americanos según los atributos hombre-mujer, católico -judío - protestante - sin credo religioso alguno, padres casados - padres divorciados - padres solteros, residentes urbanos -residentes suburbanos - residentes rurales, clase baja - clase media - clase alta, etc. Así

⁴⁵ Salmon, W.C., *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton, Princeton University Press, 1984, p. 180-181

⁴⁶ Salmon, W.C., "Statistical Explanation and its Models", *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton, Princeton University Press, 1984.

obtenemos una cantidad s de celdillas en nuestra partición, de modo que luego podemos asignar diferentes grados de probabilidad a los distintos grados de conducta delictiva para cada una de las celdillas. Luego, determinamos las probabilidades $p(C_i/A)$ de que un adolescente americano seleccionado al azar pertenezca a cada una de las celdillas. Entonces, averiguamos a cuál de las celdillas pertenece el individuo N en cuestión -por ejemplo, N puede ser un hombre que profesa la religión protestante, tiene padres divorciados, vive en los suburbios y pertenece a la clase media. En estas condiciones, si hemos tomado en consideración todos los factores relevantes con respecto al explanandum y calculamos correctamente las probabilidades asociadas a las celdillas de la partición, habremos logrado una explicación de la conducta delictiva de N acorde con el modelo de relevancia estadística.

Es importante observar que en el modelo de Salmon, a diferencia del elaborado por Hempel, la relevancia explicativa del explanans con respecto al explanandum no puede determinarse mediante consideraciones exclusivamente a priori. En efecto, supongamos que hay un cable conectado en un circuito a una batería cargada y a una lamparita en buenas condiciones. Elaboremos, entonces, una explicación de por qué este cable en particular, que es un miembro de la clase de cosas conectadas en un circuito a una batería cargada y a una lamparita en buenas condiciones, es también un miembro de la clase de cosas conectadas en un circuito que contiene una lamparita encendida. Dada la siguiente información:

A = clase de las cosas conectadas en un circuito a una batería cargada y una lamparita en buenas condiciones.

B = clase de las cosas conectadas en un circuito que contiene una lamparita encendida.

C_1 = clase de las cosas que conducen la electricidad.

C_2 = clase de las cosas que no conducen la electricidad.

x = este cable en particular.

podemos construir el explanans:

$$p(B; A \wedge C_1) = 1$$

$$p(B; A \wedge C_2) = 0$$

$$x \in A \wedge C_1$$

Para que éste sea un explanans adecuado de acuerdo con el modelo de Salmon, debe satisfacerse el requisito de homogeneidad, pero el hecho de que cada una de las celdillas $A \wedge C_1, A \wedge C_2, \dots, A \wedge C_n$, sea una partición de A no es en general un cuestión a priori -aunque sí lo es en el ejemplo anterior-. Tampoco puede determinarse a priori si cada $A \wedge C_i$ es homogéneo con respecto a B ; así, en este ejemplo, no puede decidirse a priori si hay una subclase de los

conductores eléctricos tal que el valor de la probabilidad de que la lamparita esté encendida sea diferente en esta subclase del valor de la probabilidad de que la lamparita esté encendida en la clase en su totalidad. En suma, no se puede determinar a priori si el explanans, en caso de ser verdadero, explica correctamente el explanandum.

Con todo, la objeción más seria contra este modelo de relevancia estadística, tal como fue formulado originalmente, es que las puras correlaciones estadísticas, por sí mismas, no explican nada. Esto puede ilustrarse con un ejemplo anteriormente mencionado: un rápido descenso de las marcas de un barómetro nos advierte la proximidad de una tormenta, y está estadísticamente correlacionado con ella, pero no explica porqué sobrevino una tormenta. No obstante, Salmon señala que es posible resolver esta dificultad en el marco de su concepción, pues un factor C estadísticamente relevante con respecto a la ocurrencia de otro factor B podría no tomarse en consideración en el caso de que C fuera irrelevante con respecto a B en presencia de algún otro factor D, es decir si $p(B/C \wedge D) = p(B/D)$ mientras que C no torna irrelevante a D con respecto a B, es decir $p(B/C \wedge D) \neq p(B/C)$. Así, el descenso de las marcas barométricas, aunque es estadísticamente relevante con respecto a la ocurrencia de una tormenta, no debe ser tomado en consideración si se conoce que se produjo una disminución de la presión atmosférica. Pues este último es el factor que realmente explica la ocurrencia de la tormenta y que -por lo tanto- torna irrelevante el descenso de las marcas del barómetro. En cambio, la caída de las marcas del barómetro no torna irrelevante la disminución de la presión atmosférica con respecto a la ocurrencia de una tormenta, pues el barómetro puede funcionar mal y, además, es la presión atmosférica y no las marcas del barómetro lo directamente relevante con respecto a la ocurrencia de una tormenta.⁴⁷

De acuerdo con Salmon, en estas situaciones lo que ocurre es que un factor está estadísticamente correlacionado con otro como consecuencia de una relación causal indirecta que ambos factores tienen con un tercero. En tales casos, los factores causales más próximos dejan fuera de consideración⁴⁸ o hacen irrelevantes a aquellos que son más remotos. De este modo, el autor concluye que las meras correlaciones estadísticas pueden ser reemplazadas por correlaciones que intuitivamente reconocemos que tienen poder explicativo. En efecto, en *Statistical Explanation and Statistical Relevance* -de 1971- Salmon aún tenía la esperanza de que todos los factores causales que desempeñaran algún papel en la explicación científica pudieran ser explicados en términos de relaciones de relevancia estadística -y empleando el procedimiento recién ejemplificado de dejar fuera de consideración factores indirectamente vinculados aunque estadísticamente relevantes-. Pero posteriormente cambia de opinión y considera insuficiente el conocimiento de todas las regularidades -universales y estadísticas- pertinentes, y el conocimiento de todos los factores estadísticamente relevantes y de los valores de probabilidad correspondientes. El autor reconoce la

⁴⁷ Salmon, W.C., *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton, Princeton University Press, 1984, p 179-180.

⁴⁸ El término que emplea Salmon es "screening off"

imposibilidad de explicar los conceptos causales en términos de conceptos estadísticos,⁴⁹ y admite que ya no opina, como en 1971, que una explicación es legítima si cumple las condiciones que definen su modelo de relevancia estadística.⁵⁰ Pues aunque aún considera que las relaciones estadísticas especificadas en su modelo de relevancia estadística constituyen la base estadística para una explicación científica *bona fide*, advierte que esta base debe ser complementada con la consideración de las relaciones causales pertinentes para que constituya una explicación científica satisfactoria. Así, si consideramos nuevamente el caso del individuo que ingiere arsénico pero muere a causa de un accidente de tránsito no vinculado con el consumo del veneno, podríamos elaborar una explicación adecuada de acuerdo con el modelo de Salmon, pero cuyo explanans haga referencia a la relevancia estadística de la ingesta del tóxico con respecto al deceso del individuo, aunque ésta no es la verdadera causa del fenómeno a explicar.

⁴⁹ Salmon, W.C., *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton, Princeton University Press, 1984, p. 180-181

⁵⁰ Salmon, W.C., "Statistical Explanation", *Nature and Function of Scientific Theories*, R. Colodny (ed.), Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 1970, p.220-221

Capítulo 6: Los modelos causales de explicación

Introducción:

En este capítulo se analizan algunos modelos causales de explicación, en los cuales se requiere hacer referencia a la relación causal que el evento a explicar mantiene con otros eventos efectivamente ocurridos. Salmon considera que esta clase de modelos puede incluirse dentro de una categoría más amplia, la de enfoque óntico. Una explicación adecuada, según este enfoque, debe revelar los mecanismos -causales o de otra índole- que son responsables del fenómeno a explicar, mediante leyes -causales o no, determinísticas o no-. De acuerdo con Salmon, el enfoque óntico, supone una interpretación objetiva de la probabilidad, ya sea en la versión frecuentista de tradición reichenbachiana –como la empleada en el modelo de relevancia estadística de Salmon-, o en la interpretación de las probabilidades como propensiones.

No obstante, no emplearemos aquí la taxonomía de Salmon, que distingue entre enfoques epistémicos, ónticos y modales¹ pues, como quedará en evidencia en este capítulo, los modelos causales –que este autor identifica con los ónticos- recurren a consideraciones modales. Similarmente, como indicamos en el capítulo anterior, los modelos epistémicos como el de cobertura legal también encubren presuposiciones modales. De modo que el empleo de nociones modales no parece ser propio de una categoría de modelos de explicación no vinculada con las otras dos que menciona Salmon, sino, más bien, una característica propia tanto de los modelos epistémicos y como de los causales.

En este capítulo analizamos, en primer lugar, el modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística que Railton propuso con la intención de eludir las consecuencias indeseables del modelo inductivo-estadístico de Hempel -a saber, la imposibilidad de explicar la ocurrencia de fenómenos poco probables y la relativización epistémica de las explicaciones inductivo-estadísticas-. Discutimos también el alcance de ciertas críticas formuladas por Gluck y Gimbel contra el modelo de Railton. Finalmente, y tomando en consideración la circunstancia de que su propuesta intenta compatibilizar las tradiciones inferencial, causal y pragmática de la explicación científica, evaluamos sus méritos y limitaciones en lo que respecta a su capacidad efectiva de brindar una elucidación satisfactoria de la relación de relevancia explicativa.

A continuación, examinamos el modelo causal de explicación que Woodward formula en reemplazo del modelo de cobertura legal, abandonando, así, su convicción anterior acerca de la necesidad de complementar ambos

¹ La interpretación modal exigía en su origen que una explicación muestre en virtud de qué circunstancias antecedentes y de qué leyes era necesaria la ocurrencia del hecho a explicar. Este enfoque supone que sólo si la realidad está gobernada exclusivamente por regularidades estrictamente universales, cualquier evento será explicable por lo menos en principio. En consecuencia, si la realidad no está regida por tales regularidades, habrá eventos inexplicables aún en principio. Para evitar esta indeseable consecuencia, Mellor introdujo posteriormente una innovación dentro de esta concepción. El autor defiende la existencia de explicaciones de eventos irreductiblemente probabilísticos, que son las explicaciones que muestran que tales eventos tenían una elevada probabilidad condicional o relativa a las circunstancias antecedentes.

enfoques. Consideramos que esta nueva propuesta de Woodward sustenta nuestra hipótesis expuesta en el capítulo anterior respecto de que la insuficiencia del requisito de interdependencia funcional no reside en la necesidad de complementarlo con la consideración de factores causales, porque tales consideraciones están, creemos, ya incorporadas en la interpretación de dicho requisito. En efecto, este nuevo modelo sólo atribuye capacidad explicativa a ciertas relaciones de dependencia contrafáctica, que se definen mediante el concepto de intervención o proceso causal exógeno.

Analizamos, luego, el proyecto de Salmon de conciliar las tradiciones inferencial y causal con la intención de resolver las dificultades que cada una de estas tradiciones plantea para el análisis de la noción de explicación. Si bien en principio Salmon sostiene que estas concepciones son no sólo compatibles sino, además, mutuamente complementarias, argumentamos aquí que Salmon sólo logra demostrar que éstos son enfoques alternativos, pero no complementarios. Luego estudiamos la evolución de la concepción causal de la explicación científica en los trabajos de Salmon, con la intención de mostrar que su propuesta no parece resolver las dificultades que la ausencia de una teoría adecuada de la causalidad plantea a cualquier modelo causal de la explicación científica. Creemos que este fracaso permite entender por qué Salmon debilita su pretensión inicial de reconciliar las tradiciones inferencial y causal.

Con el propósito de evaluar las dificultades que enfrenta la propuesta de Salmon, nos detenemos en el desarrollo de su teoría "at-at" de la influencia causal, diseñada para elucidar las nociones de proceso causal e interacción causal, nociones clave en la concepción de la explicación de Salmon. Estudiamos, además, las críticas que esta propuesta recibe por parte de Nancy Cartwright y Kitcher. También examinamos las sucesivas reformulaciones de esta teoría que Salmon efectúa con la intención de eludir las objeciones mencionadas.

Analizamos, luego, la controversia entre Salmon y Dowe con respecto a la necesidad de introducir el concepto de transmisión en la elucidación de la noción de vínculo causal. Procuero mostrar que el concepto de transmisión requiere, para ser adecuado, de suposiciones contrafácticas, aunque Salmon cree que puede prescindir de ellas. Evaluamos, asimismo, la crítica formulada por Hitchcock de que la red de procesos e interacciones causales en que consiste una explicación en la teoría de Salmon tampoco permite elucidar la noción de relevancia explicativa, a menos que se reintroduzcan consideraciones contrafácticas en la definición de los procesos e interacciones causales involucrados.

Finalmente, examinamos la tentativa de Grimes de superar las deficiencias del enfoque causal, mediante una concepción que caracteriza la explicación como la comprensión de las condiciones nómicamente responsables del fenómeno a explicar. Con el propósito de solucionar el problema de la imposibilidad de identificar todas las condiciones nómicamente responsables de la ocurrencia de un fenómeno, Grimes elabora una clasificación tripartita de éstos, según el tipo de contraste que reflejen, de modo tal que el fenómeno explanandum no será considerado como un suceso aislado sino como un hecho contrastativo de alguna de las tres categorías establecidas por el autor.

Analizamos aquí el papel que desempeña la noción de ocurrencia espontánea en la caracterización de la relevancia nomológica, y evaluamos en qué medida constituye una ventaja la sustitución de la referencia a enunciados nomológicos por la referencia a relaciones de responsabilidad nómica. Finalmente, examinamos si la satisfacción de la condición de responsabilidad nómica garantiza la relevancia explicativa del un factor considerado nómicamente responsable de un fenómeno, con respecto a la ocurrencia efectiva del fenómeno en cuestión.

6.1. El modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística de Railton.

Railton elaboró un modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística que procura reemplazar el modelo inductivo-estadístico propuesto originalmente por Hempel con la intención de evitar las características indeseables de este modelo que comentamos en el capítulo anterior.² Uno de los rasgos reprochables es la imposibilidad de proporcionar una explicación inductivo-estadística de sucesos poco probables, dado que toda explicación inductivo-estadística debe satisfacer el requisito de que el explanandum sea altamente probable a la luz de la información provista por el explanans. La segunda característica problemática es una consecuencia del requisito de máxima especificidad impuesto por Hempel para resolver el problema de la ambigüedad epistémica de las explicaciones inductivo-estadísticas. Como ya indicamos en el capítulo anterior, la introducción de este requisito de adecuación da lugar a una noción epistémicamente relativizada de explicación inductivo-estadística. Y esta relativización con respecto a la situación epistémica impide que tenga sentido hablar de explicaciones inductivo-estadísticas cuyos explanans y explananda sean verdaderos, seamos o no concientes de su verdad.

Railton cuestiona el modelo hempeliano argumentando que tanto los sucesos altamente probables como los improbables son igualmente explicables. Pues, en una explicación no importa cuál es el resultado de un proceso estocástico sino sólo comprender el proceso y mostrar que está sujeto a determinadas leyes. Más aún, la creencia de que sólo son explicables los sucesos altamente probables conduce a paradojas como la que comentamos a continuación. Supongamos que tenemos una urna con 99 bolillas rojas y una negra, numeradas sucesivamente. De acuerdo con el modelo inductivo-estadístico es posible explicar por qué se obtuvo una bolilla roja en una extracción al azar, sin embargo, no sólo no es posible explicar por qué se obtuvo una bolilla negra, sino que tampoco lo es explicar por qué se obtuvo una cierta bolilla roja en particular, por caso, la número 54. Sin embargo, si se dispone de la descripción completa del estado de un sistema indeterminístico³ en un cierto momento y se conocen todas las leyes probabilísticas que describen su comportamiento, es posible comprender cualquiera de sus estados posibles ulteriores,

² Railton, P., "A Deductive-Nomological Model of Probabilistic Explanation", *Philosophy of Science*, 1978, nº 45, p.206-226

³ Aunque puede identificarse el indeterminismo con la ausencia de conexiones nómicas –sean éstas estrictamente universales o estadísticas– no es éste el sentido en que se usa la expresión "sistema indeterminístico" en este capítulo. Pues autores como Mellor, Railton y Salmon consideran deterministas las regularidades estrictamente universales e indeterministas las estadísticas, porque estas últimas se refieren a patrones de comportamiento globales o características colectivas de un sistema, pero no a la conducta precisa de ninguno de los componentes del sistema considerado individualmente. No se analizará aquí cuál es la definición correcta de los términos "determinismo" e "indeterminismo", ni si la propiedad de ser determinístico o indeterminístico es un atributo de los sistemas físicos, o de las teorías que procuran describir su comportamiento, o de sus posibles interpretaciones. En lugar de detenernos en esta controversia, en el análisis del modelo de Railton consideraremos indeterminístico –tal como lo hace el autor– a todo sistema en el cual la descripción completa de su estado en un momento dado, junto con todas las leyes probabilísticas que describen su comportamiento, implica una distribución de probabilidades acerca de los estados posibles en un momento ulterior cualquiera. Además, en el contexto de esta sección en particular, el término "probabilidad" hará referencia a la medida de la propensión o disposición estocástica objetiva de un sistema físico a producir un cierto resultado en lugar de cualquiera de los otros resultados posibles, pues ésta es la interpretación de la probabilidad empleada por Railton. Es importante mencionar que, de acuerdo con esta interpretación, no puede asignarse un valor de probabilidad 0 o 1 a la "propensión límite" de un resultado propio de un sistema determinístico.

aunque tengan una probabilidad remota. Así, Railton sostiene que los sucesos aleatorios pueden ser explicados de modo nomológico al igual que los fenómenos determinísticos, porque los sucesos aleatorios también responden a leyes.

Railton sostiene que el propósito de las explicaciones probabilísticas no es mostrar que el explanandum era nómicamente esperable a la luz de la información provista por el explanans, sino dar cuenta del mecanismo estocástico responsable del fenómeno a explicar. De acuerdo con este autor, la mera subsunción del explanandum bajo leyes no proporciona por sí misma una explicación satisfactoria cuando no se citan las causas del fenómeno a explicar sino sólo síntomas nómicamente vinculados a dicho fenómeno.⁴ Más aún, la presencia de una ley causal que subsuma el explanandum puede no ser suficiente si no se exhibe el mecanismo subyacente a dicha ley, si no se revela el modo cómo la causa da lugar al efecto. Una explicación adecuada debe dar cuenta de la estructura y el funcionamiento del mecanismo responsable de la ocurrencia del fenómeno a explicar, ya que la mera subsunción nómica no equivale a conocer el cómo ni el por qué del explanandum. Es por esta razón que el autor sostiene que incluso el modelo nomológico-deductivo de Hempel es incompleto, aunque no inaceptable. Railton considera que el modelo de cobertura legal puede ser completado con la información referida al funcionamiento del mecanismo estocástico responsable del fenómeno explanandum que ponga en evidencia la existencia de alguna posibilidad física, aunque sea muy pequeña, de que ese mecanismo de lugar al explanandum bajo las circunstancias citadas en el explanans.

Railton elabora un modelo no inductivo de explicación probabilística, convencido de que el carácter deductivo de su propio modelo torna innecesario tanto el recurso al requisito de máxima especificidad, como al requisito que exige que el explanans otorgue una elevada probabilidad al explanandum. En consecuencia, el carácter deductivo del modelo de Railton permite eludir tanto la imposibilidad de explicar fenómenos poco probables como el problema de la relatividad epistémica de las explicaciones probabilísticas, que impedía aceptar la existencia de explicaciones probabilísticas correctas. El modelo de explicación probabilística puede eludir la relativización epistémica, según el autor, pues el problema que plantean nuestras creencias falsas o incompletas no provocan una relativización de la corrección de la explicación probabilística nomológico deductiva, sino que sólo pone en evidencia la dificultad de establecer su corrección. De modo que el problema de la relatividad con respecto a nuestra situación epistémica actual sólo se plantea cuando discutimos si una explicación probabilística nomológico deductiva dada parece correcta, pero ella será o no correcta independientemente de nuestra situación epistémica.

En suma, en el modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística de Railton una explicación es correcta o no, independientemente de nuestra situación epistémica. Pero para que sea correcta debe satisfacer dos condiciones: el razonamiento explicativo debe ser válido y sus premisas verdaderas. Además, en este modelo, las leyes

⁴ Es importante señalar que Railton admite que algunos sucesos particulares pueden ser explicados de manera no causal, si se subsume el suceso a explicar bajo leyes estructurales.

explanantes sólo serán verdaderas si el proceso responsable de la ocurrencia del fenómeno explanandum es genuinamente indeterminístico. Así, por ejemplo, una explicación probabilística nomológico-deductiva de que la entidad o evento particular *e* es un caso de *G* incluye un razonamiento deductivo que debe contener al menos una ley esencialmente probabilística que afirme que toda caso de *F* tiene la probabilidad *p* de ser un caso de *G*. También debe incluir como premisa la información de que la entidad o suceso particular *e* es un caso de *F*. En tales condiciones, el explanandum expresará que *e* tenía la probabilidad *p* de ser un caso de *G*.

Sin embargo, este razonamiento sólo explica el hecho de que *e* tenía la probabilidad *p* de ser un caso de *G*. Por eso que Railton sostiene que a fin de obtener una explicación probabilística del hecho de que *e* efectivamente resultó un caso de *G*, esta inferencia nomológico deductiva debe completarse con una explicación en la que la ley probabilística explanante se derive de la descripción del mecanismo subyacente en juego, y con un *adendum* parentético que indique si *e* resultó efectivamente o no un caso de *G*. Este *adendum* que aporta la información acerca de si la posibilidad física se actualizó o no en las circunstancias citadas en el explanans es, según Railton, explicativamente relevante porque sin esta información sólo tendríamos una explicación de la probabilidad de que ocurriera el explanandum pero no una explicación de su ocurrencia efectiva. Estos tres componentes no constituyen una inferencia ni una secuencia de inferencias, sino sólo un informe explicativo. No obstante, el peso explicativo reside en el razonamiento deductivo que caracteriza el mecanismo indeterminístico en juego y atribuye una probabilidad definida, aunque pequeña, al explanandum. La estructura de una explicación probabilística nomológico-deductiva puede esquematizarse del siguiente modo:

$$\Delta t \Delta x [F_{x,t} \rightarrow \text{Prob}(G_{x,t})=p]$$

$$\frac{F_{e,t_0}}{\text{Prob}(G_{e,t_0})=p}$$

$$(G_{e,t_0}/\neg G_{e,t_0})$$

Si bien este reporte explicativo no contiene toda la información que podría aportarse acerca del hecho a explicar, Railton señala que sólo excluye -por considerarla explicativamente irrelevante- aquella información que es causalmente irrelevante con respecto a la posibilidad física de que *e* sea un caso de *G* y con respecto a la cuestión de si tal posibilidad física se actualizó o no. Lo que este reporte explicativo explica es, de acuerdo con Railton, por qué el evento improbable en cuestión tuvo lugar, mostrando que existía una posibilidad física muy pequeña pero definida de que dicho evento sucediera *e* indicando que esa posibilidad se realizó efectivamente. Pero lo que este reporte explicativo no explica es por qué el fenómeno explanandum tenía que ocurrir, ni tampoco explica por qué podía esperarse que ese evento tuviera lugar.

No obstante, Railton insiste en que esto no es un defecto del modelo nomológico deductivo de explicación probabilística, ya que no tenemos que explicar por qué el explanandum tenía que suceder ni por qué su ocurrencia era esperable, precisamente porque el fenómeno a explicar es aleatorio y muy improbable. El autor señala que exigir que una explicación probabilística explique por qué tenía que ocurrir el explanandum o por qué era esperable su ocurrencia es no sólo pedir lo que no puede lograrse sino lo que no debe ser. Es decir, exigir una razón suficiente para que se realice un resultado probable en lugar de otro, en otras palabras, es exigir que un resultado aleatorio no sea aleatorio. Railton sostiene que una vez que se prueba que la ley probabilística explanante se deriva de la explicación que da cuenta del funcionamiento del mecanismo estocástico en juego, y luego de haberse establecido la validez de la estructura lógica del razonamiento deductivo, así como la verdad de sus premisas y la del *adendum* parentético, no es posible decir nada más para explicar por qué tuvo lugar el explanandum.

Railton exige, además, que la probabilidad mencionada en la ley probabilística explanante pueda ser interpretada como una medida de las probabilidades objetivas que expresan la intensidad de ciertas propensiones o disposiciones físicas de un sistema estocástico. Estas probabilidades físicas citadas en el explanans se contrastan con las probabilidades estadísticas, con las frecuencias relativas de ciertas características en una muestra homogénea. Pero, a diferencia de lo que sucede en el caso de las probabilidades estadísticas, estas probabilidades físicas interpretadas como propensiones son parte de las características propias del caso individual. Así, la derivación de conclusiones a partir de la ley probabilística explanante se efectúa mediante instanciación universal, de modo que no admite excepciones. La ley probabilística explanante no expresa una mera uniformidad estadística ni es un resumen de observaciones efectuadas en el pasado. Si así ocurriera, sería inaplicable la instanciación universal y no podríamos inferir una conclusión acerca de la probabilidad del caso particular.

Es importante señalar que Railton impone como condición para la verdad de la ley probabilística explanante que no exista en F una partición entre casos de F cuya probabilidad física de ser casos de G sea r y casos de F cuya probabilidad de ser casos de G sea s , donde $s \neq r \neq p$.⁵ Pero, además, Railton impone como condición para la verdad de la premisa explanante "e es un caso de F ", que e no sea un caso de F^* si los casos de F^* difieren en algún respecto de los casos de F , aun cuando la probabilidad de que los casos de F^* sean casos de G sea igual a la probabilidad de que los casos de F sean casos de G .

Posteriormente, con la intención de eludir la objeción de que su propuesta plantea un ideal de explicación inalcanzable e innecesario, Railton hace algunas concesiones a la tradición pragmática, y formula una distinción entre los conceptos de texto explicativo ideal e información explicativa. Railton⁶ caracteriza el texto explicativo ideal como la explicación verdadera, rigurosa y suficiente de un cierto explanandum, como una explicación que satisface condiciones

⁵ No obstante, esta partición podría existir de acuerdo con alguna otra interpretación de la probabilidad que no sea la interpretación en términos de propensiones, sin que afecte el valor de verdad de la ley probabilística explanante.

de adecuación semejantes a las requeridas por la concepción formal tradicional y que contiene todas las conexiones nómicas y causales relevantes. La información explicativa, en cambio, está constituida por cualquier fragmento de la explicación que podría ofrecerse en circunstancias particulares, según sean los factores pragmáticos y contextuales relevantes en cada caso, donde resulte innecesario proporcionar el texto explicativo ideal.

En efecto, como diferentes investigadores pueden tener distintos intereses, trabajan sobre diversas porciones del texto explicativo ideal, y son las consideraciones de índole pragmáticas las que determinan qué parte del texto explicativo ideal se debe considerar y con qué profundidad o detalle. Así, aunque frecuentemente el texto explicativo es un ideal inalcanzable, mediante la búsqueda de la información explicativa se van completando partes del texto explicativo ideal, que opera como un marco de trabajo guiando nuestras investigaciones. Railton sostiene, además, que su modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística debe adoptarse como el esquema de texto explicativo ideal en el caso de las explicaciones probabilísticas.

Esta tentativa de conciliar las tradiciones formal, causal y pragmática permite –según Railton– eludir algunas de las objeciones que se han planteado contra la concepción formal. En efecto, señalamos en el capítulo anterior que Achinstein argumentó contra la suficiencia de los modelos de la tradición formal mediante un ejemplo de explicación que satisface los criterios de adecuación usuales de las explicaciones nomológico-deductivas, a pesar de ser inaceptable por referirse a una causa que no es la responsable del fenómeno a explicar y no tomar en consideración la causa que realmente provocó dicho fenómeno. Recordemos que este ejemplo muestra la posibilidad de dar cuenta de por qué Juan murió dentro de las 24 horas siguientes al instante t mediante la siguiente explicación nomológico-deductiva:

Juan ingirió una libra de arsénico en el instante t

Quien ingiere una libra de arsénico muere dentro de las 24 horas
siguientes al momento de haber ingerido el veneno.

Juan murió dentro de las 24 horas siguientes al instante t .

Pero luego de haber consumido el arsénico, Juan fue atropellado por una camioneta en el instante t^* , tal que $t < t^* < t + 24\text{hs}$, y este accidente es la verdadera causa de la muerte de Jones. En estas circunstancias, la explicación nomológico-deductiva formulada por Achinstein satisfará los requisitos impuestos por Hempel, pese a que es inaceptable porque hace referencia a una causa que no es la que realmente provocó el hecho a explicar. En consecuencia, la satisfacción de los requisitos propios de los modelos de la tradición formal, como el nomológico deductivo propuesto por Hempel, no proporciona condiciones suficientes de adecuación para una explicación científica.

⁶ Railton, P., "Probability, Information and Explanation", *Synthese*, 1981, n° 48, p. 233-256.

Gluck y Gimbel⁷ indican que esta clase de contraejemplos en los cuales hay una causa interviniente que se deja fuera de consideración, nunca había sido aplicada al caso particular del modelo de Railton. Y señalan que un ejemplo como el recién expuesto es inaplicable al modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística porque en ese ejemplo no intervienen procesos indeterminísticos. No obstante, aunque se modificara el ejemplo de modo tal que hiciera referencia a un proceso genuinamente indeterminístico, Gluck y Gimbel consideran que, en la forma en la que usualmente se plantean, esta clase de contraejemplos no parece capaz de demostrar que el modelo de Railton tampoco brinda condiciones suficientes de adecuación. Pues, a diferencia de lo que sucede en el caso del modelo nomológico-deductivo de Hempel, una explicación acorde con el modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística queda invalidada por la intervención de la causa que no se tomó en consideración.

En efecto, supongamos que la probabilidad de morir dentro de las 24 horas posteriores al momento de haber ingerido el veneno es de 0.95. En tal caso, una explicación probabilística nomológico-deductiva de la muerte de Juan consistirá en:

- (i) una derivación de la ley probabilística explanante (j) a partir de una teoría toxicológica.
- (j) la ley probabilística de que quien ingiere una libra de arsénico tiene una probabilidad de 0.95 de morir dentro de las 24 hs posteriores a la ingesta.
- (k) la información de que Juan ingirió una libra de arsénico en el instante t.
- (l) la probabilidad de que Juan muriera dentro de las 24 horas posteriores a t es 0.95
- (m) (Juan murió dentro de las 24 horas posteriores al instante t).

Consideremos, ahora, la información de que Juan fue atropellado por una camioneta. Si la probabilidad de que Juan muriera como consecuencia del accidente es nula, entonces el accidente es explicativamente irrelevante, y la explicación recién expuesta continuaría siendo válida. Pero si la probabilidad de que muriera por el accidente no es nula, entonces la conclusión (l) es falsa, porque la probabilidad de que Jones muriera dentro de las 24 horas posteriores al instante t ya no será 0.95. En este caso, la explicación quedará invalidada, y entonces no satisfará las condiciones de adecuación impuestas por Railton. Pero un razonamiento deductivo válido con premisas verdaderas no permite inferir conclusiones falsas, de modo que la falsedad de la conclusión (l) implica que por lo menos alguna de las premisas debe ser falsa, ya que la forma lógica del razonamiento es válida. Gluck y Gimbel coinciden con Railton en considerar falsa la ley probabilística (j), pues hay una multitud de factores estadísticamente relevantes que pueden intervenir durante el intervalo en cuestión y que hacen que la probabilidad afirmada en (j) no sea confiable.

Los autores señalan que la verdad de la ley (j) puede ser rescatada si se incorpora una cláusula *ceteris paribus* que dé cuenta de tales factores. Sin embargo, la misma cláusula *ceteris paribus* nos obligaría a descartar la

⁷ Gluck, S. & Gimbel, S., "Discussion: An Intervening Cause Counterexample to Railton's DNP Model of Explanation", *Philosophy of Science*, 1997, nº 64, p. 692-697.

explicación originalmente propuesta a la luz de la nueva información de que Juan sufrió un accidente de tránsito, ya que en este caso la cláusula introduce condiciones antecedentes en la ley (j) que no se satisfacen, invalidándose así la inferencia. De este modo, el ejemplo propuesto no permite demostrar que el modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística no proporciona condiciones suficientes de adecuación, pues el ejemplo mismo no cumple los requisitos que Railton impuso para su modelo.

En este punto, y aunque Gluck y Gimbel no se pronuncian al respecto, es importante señalar que el mismo argumento puede emplearse en defensa del modelo de Hempel, ya que la incorporación de una cláusula *ceteris paribus* apropiada tornaría falsa la ley explanante al tomar en consideración la nueva información sobre el accidente de tránsito. En efecto, en este caso, las condiciones antecedentes introducidas en la cláusula *ceteris paribus* no se cumplirían, y la premisa correspondiente sería falsa, invalidándose así la inferencia explicativa porque ya no se cumplirían los requisitos impuestos por Hempel. De modo que el pretendido contraejemplo también se revela ineficaz para probar que el modelo nomológico-deductivo no proporciona condiciones suficientes de adecuación. No obstante, esta conclusión depende de si consideramos admisible el empleo de cláusulas *ceteris paribus* en el explanans, puesto que podría rechazárselas a causa de su irrefutabilidad.

Con todo, Gluck y Gimbel consideran que es posible reformular adecuadamente esta clase de contraejemplos de modo tal que permitan demostrar la insuficiencia del modelo de Railton. Supongamos, entonces, que tenemos un gato encerrado en una caja de plástico con piso metálico, y que la caja contiene un dispensador que en ciertas condiciones libera un gas venenoso en su interior. Este dispensador está conectado a un dispositivo A compuesto por un detector de partículas que se activa cuando presionamos un botón de A y por un sistema cuántico en el cual la probabilidad de que se emita una partícula durante un intervalo de tiempo de duración Δt es 0,5. Si el sensor de A detecta una partícula, envía una señal eléctrica hacia un cronómetro C conectado con el dispensador de gas venenoso, y que hace que después de las 11 horas y 50 minutos de recibida la señal se libere el gas dentro de la caja, matando el gato. En cambio, si el sensor de A no detecta ninguna partícula, nada sucede. Pero también está conectado a C un segundo dispositivo B, de iniciación independiente de A. B está compuesto por otro sistema cuántico que también emite una partícula en un intervalo de duración Δt con una probabilidad de 0,5, y está provisto con un detector de partículas que, además, permite determinar el spin de cualquier partícula detectada. Los resultados "partícula spin-up" y "partícula spin-down" son equiprobables. Si el sensor de B no detecta partícula alguna, entonces nada ocurre. Si detecta una partícula spin-up, envía una señal al cronómetro C que, o bien lo desactiva si estaba activado -evitando la liberación del gas venenoso- o bien no hace nada si no estaba activado previamente. En el caso de que el sensor de B detecte una partícula spin-down, envía la misma señal al cronómetro C, pero además envía un pulso eléctrico al piso metálico de la caja, electrocutando el gato. En estas condiciones, la probabilidad de que el gato no muera es 0,5, la

probabilidad de que muera electrocutado es 0.25 y la de que muera envenenado por el gas es 0.25. Los posibles resultados del experimento pueden resumirse así:

	El sensor B detecta una partícula spin-up	El sensor B detecta una partícula spin-down	El sensor B no detecta partícula alguna
El sensor A detecta una partícula	el gato no muere	el gato muere electrocutado	el gato muere envenenado
El sensor A no detecta partículas	el gato no muere	el gato muere electrocutado	el gato no muere

Supongamos ahora que presionamos el botón del dispositivo A y el gato muere. La explicación probabilística nomológico-deductiva de este fenómeno consistirá en:

(n) una derivación de la ley probabilística (o) que de cuenta del mecanismo cuántico relevante, que mencione las teorías biológicas atinentes y el funcionamiento del mecanismo del sistema completo, incluyendo el funcionamiento del dispositivo A y el del dispositivo B.

(o) la ley probabilística que afirma que cada vez que se presiona el botón A en el instante t en un sistema como el descrito, hay una probabilidad de 0.5 de que el gato muera dentro de las 12 horas posteriores al instante t .

(p) la información A fue presionado en el instante t y que había un gato en la caja.

(q) la conclusión de que el gato tenía la probabilidad 0.5 de morir dentro de las 12 horas posteriores al instante t .

(r) (el gato murió efectivamente dentro de las 12 horas siguientes al instante t)

Incorporemos, ahora, la información adicional de que dentro de las 11 horas y 50 minutos posteriores a t se presionó el botón del dispositivo B y se detectó una partícula spin-down, de modo que B envió una señal que desactivó el cronómetro C que había sido activado previamente por la señal enviada por A, pero además B emitió un pulso eléctrico que electrocutó el gato.

De acuerdo con Gluck y Gimbel, a diferencia del ejemplo anterior, aunque incorporemos dentro de la ley (o) una cláusula *ceteris paribus*, su inclusión no afecta la validez de la inferencia explicativa. Pues la derivación (n) de la ley probabilística (o) da cuenta del proceso asociado al funcionamiento del dispositivo B, y la ley continúa siendo verdadera aún después de incorporarse la información acerca de que se puso en marcha el mecanismo de B. Además, los autores argumentan que el proceso asociado al dispositivo B no es un factor externo del tipo de los que habitualmente son tomados en consideración con la inclusión de una cláusula *ceteris paribus*. Por eso, en este ejemplo se muestra -según Gluck y Gimbel- que la explicación propuesta satisface las condiciones impuestas por el modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística propuesto por Railton. Ya que la ley probabilística (o), la otra premisa (p) y la conclusión (q) son verdaderas, la inferencia es válida y la derivación (n) de la ley (o) toma en consideración la posibilidad de la intervención del mecanismo B. Sin embargo, esta explicación es inaceptable ya que explica la muerte del gato por la intervención del dispositivo A, el cual no juega, de hecho, ningún papel en la muerte del gato, en tanto que no se menciona la intervención de B que es la causa real que provocó su muerte, dado que el gato murió electrocutado y no envenenado. Fundándose en este argumento, Gluck y Gimbel derivan la conclusión de que el modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística no proporciona condiciones suficientes de adecuación para servir como texto explicativo ideal.

Sin embargo, el argumento no es concluyente porque, en realidad, el ejemplo que formulan estos autores no constituye un auténtico contraejemplo del modelo de Railton, dado que no satisface todas sus condiciones de adecuación. En efecto, Gluck y Gimbel no parecen tomar en cuenta uno de los requisitos del modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística. De acuerdo con este requisito, la premisa (p) referida al caso particular será falsa si este caso no es un caso de la clase F citada en el antecedente de la ley probabilística, sino un caso de la clase F* que difiere de la clase F en ciertos aspectos, aunque la probabilidad de que los casos de F sean también casos de G sea igual a la probabilidad de que los casos de F* sean casos de G.

Así, en el supuesto contraejemplo, la premisa (p) es falsa, pues el caso citado no es un caso en el cual se presionó el botón A, sino un caso en el cual se presionaron sucesivamente los botones A y B y una partícula spin-down se detectó en B. Y, aunque la probabilidad de que el gato muera luego de que se presiona el botón A sea igual a la probabilidad de que muera porque se presionaron sucesivamente A y B y se detectó una partícula spin-down en B, ambas clases de casos son disímiles en por lo menos un aspecto: el tipo de muerte que sufrirá el gato. Ya que si habiendo sido presionado A, en B no se detectan partículas -haya sido presionado B o no- el gato morirá envenenado por el gas. Pero si B detecta una partícula, el gato morirá electrocutado, independientemente de que A haya detectado o no una partícula luego de haber sido puesto en marcha.

Es importante destacar que si no se toma en cuenta este requisito, el modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística no sería capaz de proporcionar condiciones suficientes de adecuación para una explicación,

porque sólo tendría en cuenta la relación de relevancia estadística para determinar cuál es la clase de referencia en la que debe incluirse el fenómeno explanandum, de modo que sólo serían explicativos los factores estadísticamente relevantes. Pero Railton da cuenta de la necesidad de considerar como explicativos también aquellos factores causalmente relevantes aun cuando desde el punto de vista estadístico no se pueda determinar si su intervención tiene o no alguna incidencia en el explanandum, ya que la probabilidad de éste en el caso de que intervengan tales factores coincida con su probabilidad en el caso contrario. En este supuesto contraejemplo, la probabilidad de que el gato muera cuando A es presionado si se sabe que B también lo fue y que detectó una partícula spin-down es igual a la probabilidad de que el gato muera una vez presionado A si se sabe que B no detectó partícula alguna. No obstante, una explicación adecuada de acuerdo con Railton debe tomar en consideración el hecho de que B detectó una partícula spin-down pues éste es un factor causalmente relevante con respecto a la muerte del gato. De modo que Gluck y Gimbel no logran encontrar un auténtico contraejemplo para el modelo de Railton, fracasando así en el propósito de demostrar que no brinda condiciones suficientes de adecuación.

Sin embargo, pese a las ventajas que el modelo deductivo de explicación probabilística reporta al resolver las dificultades del modelo inductivo-estadístico de Hempel, debemós reconocer que Railton no aborda los problemas filosóficos que plantean las nociones involucradas en su modelo de explicación. Nos referimos, por ejemplo, a la dificultad de discriminar entre leyes genuinas y generalizaciones accidentales, a la cuestión de determinar cuáles son los predicados admisibles en los enunciados nomológicos, al análisis de la noción de causalidad, la índole de los procesos causales y de los términos de la relación causal, etc.⁸ Así, la cuestión de cómo establecer la relevancia causal se pone de manifiesto precisamente en torno del requisito no satisfecho por el pretendido contraejemplo de Gluck y Gimbel. En efecto, desestimamos la crítica de estos autores fundándonos en la circunstancia de que en ese supuesto contraejemplo se determina la clase de referencia en la que debe incluirse el fenómeno explanandum considerando sólo relaciones de relevancia estadística. Pero en el modelo de Railton se consideran explicativos también los factores causalmente relevantes, aunque desde el punto de vista de estadístico no se pueda apreciar el efecto de su intervención. Sin embargo, el autor no indica cómo podemos establecer qué factores deben considerarse causalmente relevantes en el caso de que las correlaciones estadísticas no nos permitan averiguarlo.

Por otra parte, el recurso a la distinción entre el texto explicativo ideal y la información explicativa permite eludir la objeción de que su propuesta plantea un ideal de explicación inalcanzable e innecesario, pero sólo al precio de debilitar su modelo al punto de trivializarlo. Pues la determinación de la información explicativa depende de las circunstancias pragmáticas y contextuales en las que se brinda una explicación. Pero, como examinaremos en el

⁸ En efecto, Railton no se pronuncia acerca de cuestiones tales como la de si la causa puede ser contemporánea o aun posterior a su efecto, si ambos deben ser espacialmente y/o temporalmente contiguos, si los términos de la relación causal son eventos, procesos, u otro tipo de entidades, si la causa debe ser una condición necesaria o parte de una condición necesaria del efecto, si debe ser una condición suficiente o

siguiente capítulo, la consideración de factores pragmáticos hace posible que casi cualquier explanans pueda ser explicativamente relevante con respecto a cualquier explanandum en algún contexto. En suma, esta tentativa de compatibilizar las tradiciones inferencial, causal y pragmática no proporciona una elucidación adecuada de la relación de relevancia explicativa. Pues, aun aceptando la relatividad contextual propia de los enfoques pragmáticos de la explicación, se requiere de una teoría capaz de superar las dificultades filosóficas que tradicionalmente se han señalado en torno a la noción de causalidad.

parte de la condición suficiente del efecto, o si debe ser condición necesaria y suficiente —o parte de una condición necesaria y suficiente— del efecto, etc.

6.2. El modelo causal de Woodward.

Un indicio de que la interpretación del requisito de interdependencia funcional expuesto en el capítulo anterior no está completamente desencaminada puede obtenerse a partir del análisis de un nuevo modelo de explicación formulado por Woodward en reemplazo del modelo de cobertura legal.⁹ Este análisis permite sustentar la opinión de que la insuficiencia del requisito de interdependencia funcional para dar cuenta de ejemplos tales como el del descenso de las marcas del barómetro y la proximidad de una tormenta, no reside -como pretende Woodward- en la necesidad de complementarlo con la consideración de factores causales. Pues éstas -creemos- ya están implícitamente presupuestas en el requisito de interdependencia funcional.

En su trabajo de 1997, el autor se propone elucidar la relación de relevancia explicativa mediante una concepción estrictamente causal de la explicación que sustituya completamente el modelo de cobertura legal, abandonando así su convicción previa en la necesidad de complementar un enfoque inferencial con uno causal. En esta nueva concepción causal de la explicación formulada por Woodward la relación de relevancia explicativa se funda en ciertos patrones de dependencia contrafáctica. Su ruptura con el enfoque nomológico se aprecia claramente en este trabajo, en el que el autor afirma que los defensores del modelo de cobertura legal se equivocan al sostener que toda explicación debe recurrir a leyes. De acuerdo con Woodward, una generalización explanante es explicativamente relevante con respecto a un explanandum si la generalización en cuestión describe alguna relación invariante. El autor sostiene que si bien todas las leyes describen relaciones invariantes o estables bajos ciertos cambios, no todas las generalizaciones que describen esta clase de relaciones podrían considerarse leyes.¹⁰

Así, Woodward afirma que es posible proporcionar una explicación adecuada sin apelar a leyes, siempre que se recurra a generalizaciones que describan relaciones invariantes, pues éstas nos indican cómo cambiaría el fenómeno explanandum si cambiaran las condiciones iniciales expresadas en el explanans. Estas generalizaciones poseen capacidad explicativa porque podrían emplearse para responder preguntas contrafácticas acerca del explanandum. En suma, de acuerdo con el autor, la capacidad de una generalización para proveer información que permita responder a preguntas contrafácticas acerca del explanandum -y no su carácter nomotético- es una condición necesaria y suficiente para que esta generalización tenga capacidad explicativa.¹¹ Hasta aquí, no hay -a nuestro juicio- ninguna diferencia manifiesta entre este nuevo modelo causal y su anterior modelo fundado en la satisfacción del principio de interdependencia funcional, por lo menos, si nuestra interpretación de éste último es correcta.

⁹ Woodward, J., "Explanation, Invariance and Intervention", *Philosophy of Science*, 64, n° 4, 1997, p. 26-41.

¹⁰ El análisis del modelo de Woodward, así como las objeciones que exponemos continuación, se formularon en el marco de la ponencia titulada "Contrafácticos y causalidad: el problema de las explicaciones en ciencias naturales y en economía", trabajo realizado en colaboración con el Dr. R. Gaeta.

¹¹ Woodward, J., "Explanation, Invariance and Intervention", *Philosophy of Science*, 64, n° 4, 1997, p. 29.

No obstante, recordemos que su anterior modelo no permite dar cuenta de ejemplos como el del barómetro y la tormenta. De modo que, en la medida en que su nuevo modelo causal pretende superar esta clase de dificultades, el autor se ve obligado a incorporar alguna modificación en su concepción anterior. Por esta razón Woodward señala que no todas las relaciones de dependencia contrafáctica llegan a tener capacidad explicativa. Por ejemplo, distintos efectos de una misma causa son contrafácticamente dependientes entre sí, aunque no podemos apelar a uno de ellos para explicar el otro. Así, el descenso de la columna mercurial de un barómetro indica la proximidad de una tormenta, pero no corresponde recurrir al primero de estos fenómenos para explicar el segundo, dado que ambos son efectos de una misma causa, un descenso brusco de la presión atmosférica. En consecuencia, una noción de dependencia contrafáctica que tenga alcance explicativo no debería atribuirle una dependencia contrafáctica a fenómenos que sean efectos de una causa común.

Woodward considera que es posible discriminar entre las relaciones de dependencia contrafáctica que tienen capacidad explicativa y las que no la tienen apelando al concepto de intervención. Y define el concepto de intervención de modo tal que podemos resumirlo en los siguientes términos:

Sean X e Y variables que representan dos propiedades de la unidad U_i , y sea I una intervención sobre la variable X : diremos que X explica causalmente Y si la intervención I sobre X produce un cambio correspondiente en Y , y si la intervención I satisface las siguientes condiciones:

1. La intervención I cambia el valor que la variable X hubiera tenido en U_i , y ese cambio se debe exclusivamente a la intervención I .
2. Si la intervención I cambia en alguna medida el valor de Y , lo cambia a través de X y no directamente, o a través de otro medio. Es decir que la intervención I no causa directamente un cambio en Y , ni cambia ninguna de las otras causas de Y a menos que estas últimas se encuentren encadenadas causalmente dentro de la conexión entre I , X e Y .
3. La intervención I no está correlacionada con otras causas de Y además de X , ni a través de una causa común de I e Y ni a través de ningún otro medio -excepto por las causas de Y que sean efectos de X y las causas de Y que estén entre I y X , y que no tienen efecto sobre Y independientemente de X .

A partir de este concepto de intervención Woodward caracteriza la noción de "contrafáctico activo", que es la clase de contrafácticos que, en su opinión, tienen capacidad explicativa. Un contrafáctico activo es aquel cuyo antecedente se haría verdadero mediante una intervención o proceso causal exógeno como el ya definido. Así, Woodward sostiene que sólo las generalizaciones que implican esta clase de contrafácticos tiene poder explicativo. En consecuencia, las explicaciones deberían apoyarse en generalizaciones que describan relaciones invariantes bajo cierta clase de intervenciones capaces de cambiar las condiciones iniciales citadas en el explanans, pues sólo tales generalizaciones implican contrafácticos activos.

A juicio de Woodward, la idea de que una relación explicativa o causal tiene que ser una relación invariante está presente en muchas áreas de la ciencia. Así, por ejemplo, en econometría, la noción de relación causal o explicativa se identifica con la noción de relación autónoma o estructural, que conserva invariante una relación bajo cierta clase de intervenciones que provocarían cambios en las condiciones iniciales. Por ese motivo, Woodward sostiene que lo que realmente importa en una explicación es la presencia de una relación invariante, y no el carácter nomotético de las generalizaciones.

El autor afirma que, apoyándonos en esta concepción de la explicación y dada una ecuación de regresión tal como $Y = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n + U$, podemos diferenciar entre su empleo para describir o representar patrones dentro de un conjunto de datos y su empleo para hacer afirmaciones causales o explicativas. Pues, si esta ecuación describe correctamente una relación causal, entonces, si una intervención cambia X_1 en una medida ΔX_1 , entonces Y tendría que cambiar del modo correspondiente -es decir, en una medida $a_1\Delta X_1$ -. Y lo mismo ocurriría si una intervención cambiara alguna de las otras variables independientes X_2, \dots, X_n . Es decir que si la forma funcional y los coeficientes de esta ecuación son invariantes bajo ciertas intervenciones que cambian los valores de cualquiera de las variables independientes de la misma, entonces esta ecuación exhibirá una relación de dependencia contrafáctica activa. En tal caso, el autor sostiene que esta ecuación podría ser empleada para responder una gran variedad de preguntas acerca de lo que habría ocurrido si las condiciones antecedentes hubieran sido diferentes, aunque la generalización que expresa pudiera no ser considerada como una ley. Por el contrario, si esta ecuación no fuera invariante con respecto a cierto rango de intervenciones sobre sus variables independientes o no sustentara contrafácticos activos, entonces podría describir una relación estadística entre los datos pero carecería de poder explicativo. De este modo, Woodward rechaza lo que considera un supuesto de la concepción tradicional, el de que el poder explicativo de una generalización reside en su carácter de ley universal y sin excepciones. El autor, en cambio, sostiene que una generalización es explicativa sólo en virtud de que expresa una relación invariante, en virtud de que es capaz de sustentar contrafácticos activos.

Es importante señalar que, de acuerdo con Woodward, una relación puede ser invariante dentro de un cierto dominio sin tener alcance universal ni ser una generalización sin excepciones como lo son -según el autor- las leyes naturales. Sin embargo, cuanto más amplio sea el dominio dentro del cual una relación es invariante, más profunda será la explicación en la que figure dicha relación. Para ilustrar esta situación, el autor propone considerar el siguiente sistema de ecuaciones:¹²

$$X_3 = b_{31}X_1 + b_{34}X_4 + U$$

$$X_4 = b_{42}X_2 + b_{43}X_3 + V$$

Este sistema de ecuaciones es observacionalmente equivalente al que consignamos a continuación, en el sentido de que ambos implican exactamente los mismos hechos acerca de las relaciones estadísticas entre las variables. Pero en el segundo sistema se describe el efecto total de un cambio en las variables exógenas X_1 y X_2 sobre las variables endógenas X_3 y X_4 .

$$X_3 = a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + U'$$

$$X_4 = a_{42}X_1 + a_{43}X_2 + V'$$

donde:

$$a_{31} = b_{31}/1 - b_{34}b_{43}$$

$$a_{32} = b_{34}b_{42}/1 - b_{34}b_{43}$$

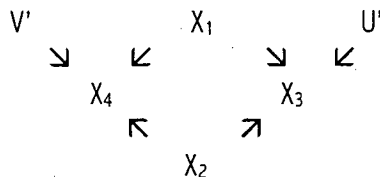
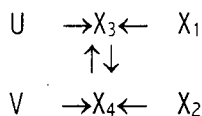
$$a_{41} = b_{43}b_{31}/1 - b_{34}b_{43}$$

$$a_{42} = b_{42}/1 - b_{34}b_{43}$$

$$U' = U + b_{34}V/1 - b_{34}b_{43}$$

$$V' = b_{43}U + V/1 - b_{34}b_{43}$$

Woodward señala que, aunque sean observacionalmente equivalentes, dos sistemas de ecuaciones pueden diferir en el alcance de la invariancia o autonomía, y por lo tanto, pueden diferir con respecto a lo que ellas permiten inferir acerca de qué sucedería bajo diversas intervenciones posibles que de hecho no han ocurrido. Así, aunque dos sistemas de ecuaciones observacionalmente equivalentes concuerden con respecto a la relación de dependencia estadística que expresan, pueden diferir con respecto a qué es lo que sucedería bajo diversas posibilidades contrafácticas, en particular, aquellas asociadas a intervenciones. Por ejemplo, según Woodward, una intervención que modificara la variable X_3 también modificaría X_4 en el primer sistema de ecuaciones, aunque no lo haría en el segundo. De acuerdo con el autor, esto queda en evidencia si observamos las siguientes estructuras gráficas que, según Woodward, se corresponden con cada uno de los sistemas de ecuaciones en consideración¹³:



¹² Duncan, O., *Introduction to Structural Equation Models*, New York: Academic Press, 1975.

¹³ Woodward, J., "Explanation, Invariance and Intervention", *Philosophy of Science*, 64, n° 4, 1997, p. 35

De este modo, los modelos más autónomos, los que ostenten mayor alcance de la invariancia y permitan obtener predicciones más precisas acerca de lo que ocurriría bajo cierto rango de intervenciones posibles, proveerían mejores explicaciones; pues responderían a un rango más amplio de preguntas contrafácticas acerca de qué habría ocurrido si las cosas hubieran sido diferentes. Los modelos con mayor grado de autonomía o invariancia aportan, así, una representación más precisa de las relaciones causales que los modelos menos autónomos, y por esa razón aquéllos deben ser preferidos a estos últimos¹⁴.

Para explicar cómo es posible que dos sistemas de ecuaciones observacionalmente equivalentes puedan diferir en cuanto a su grado de invariancia, Woodward afirma que las ecuaciones que describen un conjunto de relaciones invariantes pueden cumplir con dos condiciones de invariancia: la condición de invariancia de la forma funcional y la de invariancia de los coeficientes. La primera condición exige que tanto la forma funcional como los coeficientes que aparecen en las ecuaciones sean invariantes bajo cierto rango de cambios en los valores de las variables que, en nuestro caso, figuran a la derecha de la igualdad. La segunda condición de invariancia, la de invariancia de los coeficientes, exige que sea posible intervenir para cambiar cada uno de los valores de los coeficientes de la ecuación por separado sin que cambien ninguno de los valores de los otros coeficientes.

De acuerdo con esta segunda condición de invariancia, si suponemos que el primer sistema de ecuaciones es el que representa la estructura causal correcta y el que satisface la condición de invariancia de los coeficientes, entonces el segundo sistema no cumplirá con esta condición, dado que cada uno de sus coeficientes es una función de varios de los coeficientes del primer sistema. De modo que, si el primer sistema de ecuaciones describe la estructura causal correcta, los coeficientes del segundo sistema no podrán cambiar de manera independiente entre sí: cualquier intervención que modifique uno de ellos modificará también todos los demás.

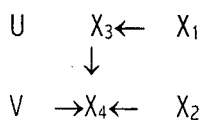
Similarmente, si suponemos que el segundo sistema es el que representa la estructura causal correcta y el que satisface la condición de invariancia de los coeficientes, entonces será el primer sistema de ecuaciones el que no cumplirá con esta condición. Y, en general, entre todos los diversos modelos causales diferentes que sean observacionalmente equivalentes entre sí, a lo sumo uno de ellos será autónomo en el sentido de que cumplirá tanto la primera como la segunda condición de invariancia. Fundándose en estas consideraciones, Woodward sostiene que es posible seleccionar un único modelo dentro de la clase de todos los modelos observacionalmente equivalentes. Sin embargo, podría cuestionarse que sólo es posible efectuar tal selección si antes se estipula cuál de los modelos es el que representa la estructura causal adecuada, de modo tal que los coeficientes de este modelo sean las variables de las cuales dependerán los coeficientes de los modelos alternativos.

Con la intención de proporcionar una justificación de por qué es razonable exigir que un modelo cumpla con la condición de invariancia de los coeficientes Woodward argumenta que esta condición expresa la idea de que las

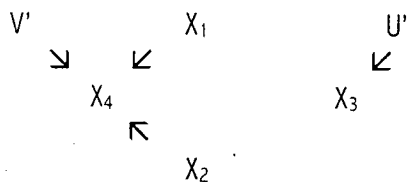
¹⁴ Woodward, J., "Explantion, Invariance and Intervention", *Philosophy of Science*, 64, nº 4, 1997, p. 36

relaciones causales deben exhibir algún grado de independencia con respecto al contexto en el que se presentan. De este modo, de acuerdo con la opinión del autor, es natural pensar que si la relación causal que expresa la ecuación de regresión $Y = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n + U$ es correcta, entonces interfiriendo en la relación entre la variable dependiente Y y una de las variables independientes, por ejemplo X_1 , mediante una modificación en el coeficiente a_1 , entonces deberían permanecer inalteradas las relaciones entre la variable dependiente Y y cada una de las demás variables independientes X_i .

Pero, además, Woodward considera que la condición de invariancia de los coeficientes permite captar otra diferencia entre dos sistemas de ecuaciones observacionalmente equivalentes. La diferencia radica en que cada uno de estos sistemas diferirá con respecto a las afirmaciones que implican acerca de qué ocurriría si tuvieran lugar ciertas intervenciones hipotéticas. Así, de acuerdo con el primer sistema, una intervención sobre la variable X_3 modificaría el valor de X_4 en una magnitud indicada por b_{43} . En cambio, de acuerdo con el segundo sistema de ecuaciones, una intervención sobre X_3 no produciría cambio alguno sobre X_4 . Pues, tal como se ha definido la noción de intervención, una intervención sobre X_3 es un proceso causal exógeno que no actúa a través de X_1 ni de X_2 ni tampoco está en correlación con ellos. Por esa razón, no hay una flecha desde X_3 hacia X_4 en el gráfico correspondiente al segundo sistema de ecuaciones. Ya que, de acuerdo con el autor, el concepto de intervención puede expresarse en términos gráficos eliminando todas las flechas dirigidas hacia la variable intervenida, excepto la flecha que representa la intervención misma, y preservando todas las otras flechas incluso aquellas dirigidas hacia cualquier parte del gráfico desde la variable intervenida. Así, si el primer sistema es el que representa la estructura causal adecuada, el efecto de una intervención sobre X_3 se graficará del siguiente modo¹⁵:



Pero si el segundo sistema de ecuaciones fuera el que representa la estructura causal correcta, entonces el efecto de una intervención sobre X_3 se graficaría del siguiente modo¹⁶:



¹⁵ Woodward, J., "Explanation, Invariance and Intervention", *Philosophy of Science*, 64, nº 4, 1997, p. 38

¹⁶ Woodward, J., "Explanation, Invariance and Intervention", *Philosophy of Science*, 64, nº 4, 1997, p. 38

Ahora bien, los argumentos de Woodward reposan en ciertas relaciones que pueden establecerse entre ecuaciones matemáticas y representaciones gráficas. Aun cuando estas representaciones son intuitivas, podría cuestionarse la legitimidad de derivar conclusiones basadas únicamente en las características de los gráficos. Ya que, en particular, podría suceder que los gráficos tuvieran connotaciones que no necesariamente tienen las fórmulas matemáticas mismas. Por ejemplo, la utilización de flechas en los gráficos sugiere una dirección en los acontecimientos comúnmente asociada a las relaciones causales, y que no necesariamente se desprende de las ecuaciones que se pretende representar gráficamente. En este caso, los gráficos ejercerían un efecto psicológico que carece de una contrapartida lógica.

De todos modos, aun bajo la suposición de que los argumentos del autor fueran correctos, la consecuencia filosófica más interesante del trabajo de Woodward sería la afirmación de que la naturaleza de las explicaciones no depende en absoluto de la utilización de leyes. En cambio, la presencia de condicionales contrafácticos activos constituiría una condición suficiente para que una generalización resultara explicativa. Un aspecto fundamental de la cuestión radica, pues, en la posibilidad de mostrar que hay leyes que no implican condicionales contrafácticos activos, en cuyo caso carecerían de poder explicativo, y mostrar, a su vez, que hay generalizaciones que, sin ser leyes, ostentan carácter explicativo por el mero hecho de implicar tal tipo de contrafácticos. Pero para lograrlo es necesario, evidentemente, establecer en primer lugar qué entendemos por ley natural. Sin embargo, Woodward no se detiene demasiado en este punto.

Por otra parte, diversos autores han señalado que la característica de las leyes radica, precisamente, en su alcance contrafáctico. El aporte de Woodward, entonces, está centrado en la idea de que se trata de contrafácticos activos, es decir, en su introducción del concepto de intervención. Pero este concepto, a su vez, genera un problema por cuanto parece depender de consideraciones puramente contingentes. Así, el ejemplo del barómetro resulta convincente porque disponemos efectivamente de la posibilidad de intervenir en el aparato y verificar al mismo tiempo que su modificación no altera las condiciones atmosféricas. Sin embargo, en aquellos casos en los cuales seamos capaces de establecer una correlación entre fenómenos naturales pero nos resulte imposible cualquier tipo de intervención experimental, careceríamos de la posibilidad de establecer si existe una relación causal directa entre ambos fenómenos, y en ese caso, en qué dirección se produce.

Además, la identificación que hace Woodward entre explicaciones y relaciones causales, plantea nuevamente la cuestión de en qué medida su noción de explicación se beneficia con las connotaciones ligadas a la noción de causalidad cuyo correlato objetivo podría cuestionarse. En todo caso, parece que las conocidas objeciones a la noción de causalidad son más bien desplazadas que resueltas al reemplazar el concepto de causalidad por el concepto de condicional contrafáctico activo. El análisis de Woodward sugiere una explicación psicológica de las fuentes de las creencias causales, pero no parece ofrecer una solución conceptual convincente.

Más aun, el modo en que el autor procura caracterizar la relación causal mediante las nociones de intervención e invariancia, parece presuponer que estos conceptos son comprensibles de por sí. No obstante, se nos dice que el explanans será explicativamente relevante con respecto al explanandum si menciona una generalización no meramente nomotética sino, fundamentalmente, una generalización capaz de implicar contrafácticos activos. Es decir, que una generalización será explicativa si expresa una relación invariante bajo cierta clase de intervenciones. Así, dados dos o más modelos causales alternativos y observacionalmente equivalentes, sólo el que evidencie mayor grado de invariancia ante ciertas intervenciones será el modelo explicativamente adecuado. Pero, a la luz del ejemplo proporcionado por Woodward, no parece haber indicio alguno acerca de cómo determinar qué modelo presenta mayor grado de invariancia, excepto que se conozca de antemano qué coeficientes pueden considerarse "variables dependientes" y cuáles deben tomarse como "variables independientes". Y, posiblemente, la determinación de cuáles de los coeficientes de un sistema de ecuaciones que expresa un modelo causal pertenece a cada una de estas categorías, requiera apelar nuevamente a las nociones de intervención e invariancia. De modo que la aplicación concreta de la concepción causal de Woodward se tornaría un procedimiento circular. A menos que se presuponga qué coeficientes debemos adoptar como "variables dependientes" y cuáles como "variables independientes", de modo tal de poder seleccionar el modelo causal adecuado de entre todos los candidatos observacionalmente equivalentes.

6.3. El origen de la concepción causal de Salmon.

A partir de 1978, Salmon defiende una posición conciliatoria entre los enfoques causal y nomológico-inferencial, tal como la que sostiene Woodward¹⁷ en su trabajo de 1979 "Scientific Explanation", que comentamos en el capítulo anterior. Así, en "Why ask 'Why?'" Salmon afirma la posibilidad de elaborar una teoría de la explicación científica fundada en las intuiciones que subyacen bajo una concepción causal como la defendida por Scriven¹⁸ en "Causation as Explanation" y bajo las de un enfoque de subsunción nómica como el inicialmente propuesta por Hempel y Oppenheim¹⁹ en "Studies in the Logic of Explanation". Sin embargo, antes de integrarlas en una única teoría, Salmon se propone eliminar ciertas dificultades que cada una de ellas presenta. Tales dificultades surgen, según el autor, como consecuencia de que ninguna de las dos concepciones mencionadas ha tomado en cuenta un principio explicativo fundamental: el principio de la causa común.

Este principio, además de permitir la elucidación del concepto de interacción causal -concepto básico de la teoría causal de la explicación que Salmon expone en "Why ask 'Why?'" y que todavía defiende en 1989-, sustentara el realismo científico. Pues hace posible la explicación de regularidades observables mediante la postulación de ciertos mecanismos causales, de estructuras comunes subyacentes a los fenómenos tales como átomos, moléculas, iones, y otras entidades inobservables. Y esto es esencial, si se considera -como Salmon- que la explicación científica no sólo debe permitirnos reconocer de qué modo los fenómenos particulares quedan subsumido bajo ciertas regularidades, y éstas a su vez, bajo otras leyes más abarcativas. Sino que, además, una explicación debe proveer conocimiento acerca de los mecanismos de producción y propagación de estructuras en el mundo.²⁰

Pese a las dificultades que se presentaron en las primeras formulaciones del modelo causal y del inferencial, estos dieron origen a sendas tradiciones en el análisis de la explicación científica. Y fundándose en la evolución de cada una de estas dos tradiciones, todavía en *Four Decades of Scientific Explanation* -de 1989-, y en trabajos posteriores como "Scientific Explanation: Causation and Unification"²¹ y "The Value of Scientific Understanding"²², Salmon considera realizable su proyecto de reconciliar la concepción causal y la inferencial. Pues, aunque los propios partidarios de cada una de estas tradiciones las han concebido como propuestas rivales, Salmon cree que son enfoques no sólo compatibles sino además mutuamente complementarios.

Sin embargo, creemos que este proyecto de reconciliación en la década del noventa no parece buscar la inclusión de ambas concepciones en una única teoría de la explicación científica, tal como pretendía hacerlo Salmon en

¹⁷ Woodward, J., "Scientific Explanation", *British Journal of Philosophy of Science*, 30, 1979, pp. 41-67.

¹⁸ Scriven, M., "Causation as Explanation", *Nous*, vol.9, 1975, pp. 3-10

¹⁹ Hempel & Oppenheim, "Studies in the Logic of Explanation", *Philosophy of Science*, 15, 1948, 135-175

²⁰ Salmon, W.C., "Why ask 'Why?'" , *APA Proceedings*, 51, 1978, p. 701.

²¹ Salmon, W.C., "Scientific Explanation: Causation and Unification", *Crítica*, XXII, n°66, 1990, pp. 3-23.

²² Salmon, W.C., "The Value of Scientific Understanding", *Philosophica*, 51, n°1, 1993, pp. 9-19.

1978. La complementariedad de las concepciones en cuestión no parece poder entenderse -por lo menos a partir de 1989- en el sentido de que, además de mostrar cómo el fenómeno o regularidad a explicar queda subsumido bajo una ley, debe exhibirse también el mecanismo causal que lo produce. En estos trabajos más recientes, la complementariedad entre las tradiciones en cuestión tiene -creemos- un significado más débil. Pues, como veremos más adelante, si consideramos los ejemplos y los elementos de juicio aportados por Salmon en apoyo de esta complementariedad, en lugar de afirmar que son concepciones complementarias, consideramos que el autor debería haber sostenido que son concepciones alternativas.

En lo que sigue, analizaremos el surgimiento y la evolución de la concepción causal de la explicación científica en los trabajos de Salmon con la intención de determinar en qué medida su propuesta en "Causality without Counterfactuals"²³ resuelve las dificultades que, según el propio Salmon, la ausencia de una concepción adecuada de la causalidad plantea a cualquier modelo causal de la explicación científica. El logro de este objetivo nos permitirá, creemos, entender porqué Salmon debilita su pretensión inicial de reconciliar las tradiciones inferencial y causal.

De acuerdo con Salmon, una concepción inferencial de la explicación científica, tal como la del modelo de cobertura legal expuesta por Hempel en "Aspects of Scientific Explanation" en 1965 es intuitivamente atractiva. Pues la historia de la ciencia brinda muchos ejemplos de explicación de leyes naturales por subsunción, ejemplos que ilustran también la denominada "reducción teórica" de una teoría a otra. Entre ellos se cuentan la explicación de las leyes de Kepler a partir de los principios de la mecánica newtoniana, la de las leyes de la óptica geométrica mediante la teoría electromagnética de Maxwell, la explicación de la ley de los gases ideales a partir de la teoría cinética molecular, etc.²⁴ Con todo, Salmon señala que, aunque este modelo está sustentado fundamentalmente por este tipo de ejemplos, es sorprendente que sus partidarios recurran generalmente a ejemplos de explicación de fenómenos particulares -es decir, explicaciones en las cuales el explanandum es un enunciado singular.

Es interesante observar que también Woodward se muestra sorprendido por el hecho de que los partidarios del modelo de cobertura legal tienden a creer que las explicaciones de hechos particulares son las fundamentales, o al menos, las típicas de la actividad científica. La opinión de Woodward es, en cambio, que las explicaciones científicas típicas tienen como explanandum una generalización en lugar de un enunciado singular. Así, las explicaciones que encontramos en los tratados científicos y en los libros de texto son explicaciones de, por ejemplo, por qué un péndulo simple tiene un período determinado por la ecuación $T=2\pi\sqrt{l/g}$, pero no encontramos un tipo de explicación diferente en el cual, por ejemplo, el período de algún péndulo en particular sea explicado en términos de la generalización "todo péndulo simple tiene período $T=2\pi\sqrt{l/g}$ ". Y, en el caso de que encontremos una explicación de por qué un cierto caso particular de A es un caso de B, se emplea en esa explicación las mismas generalizaciones

²³ Salmon, W.C., "Causality without Counterfactuals", *Philosophy of Science*, LXI, N°2, June 1994

²⁴ Salmon, W.C., "Scientific Explanation: Causation and Unification", en *Crítica*, XXII, N° 66, 1990, p.3-23.

que podrían ser usadas para explicar porque cualquier caso de A es un caso de B. En este sentido, señala Woodward, la explicación de hechos particulares es una actividad derivativa o parasitaria de la explicación científica de generalizaciones. De acuerdo con el autor, la tendencia de los defensores del modelo de cobertura legal a suponer lo contrario ha jugado un papel decisivo en su concepción de la explicación científica, y es responsable de que esta concepción esté errada en ciertos aspectos cruciales²⁵.

Woodward considera que la diferencia entre explicaciones de fenómenos particulares y las de generalizaciones no es una diferencia de grado sino una diferencia cualitativa. Pues las explicaciones de generalizaciones son capaces de responder una clase de preguntas que las explicaciones de fenómenos particulares no pueden responder, preguntas contrafácticas acerca de qué habría sucedido si las condiciones iniciales hubieran sido distintas. Así, las explicaciones de generalizaciones -a diferencia de las explicaciones de fenómenos particulares- no sólo exhiben una condición nómicamente suficiente para la ocurrencia del explanandum, sino que permite una reconstrucción del explanandum bajo una nueva luz, poniendo de manifiesto las condiciones relevantes con respecto a la ocurrencia del explanandum. Y es por eso que, según el autor, la importancia que los defensores del modelo de cobertura legal atribuyeron a las explicaciones de explananda singulares en desmedro de las explicaciones de explananda generales, los ha conducido hacia una concepción equivocada de la explicación científica.²⁶

Sin embargo, creemos que la circunstancia de que los defensores del modelo de cobertura legal hayan privilegiado las explicaciones de fenómenos particulares no es casual. Pues, en la propuesta original de este modelo, Hempel y Oppenheim reconocen no poder resolver ciertos problemas que presenta la aplicación de su modelo a la explicación de regularidades. Estos problemas están vinculados con la necesidad de establecer criterios precisos que permitan distinguir entre explicaciones genuinas en términos de regularidades más comprensivas, y explicaciones espurias consistentes en la deducción de una ley a partir de su conjunción con cualquier otra -como por ejemplo, una pseudo-explicación de las leyes de Kepler a partir de su deducción de la conjunción de estas leyes con la ley de Boyle-.²⁷ Es por esta razón que el modelo de cobertura legal no parece aplicable al caso de la explicación de regularidades.

De acuerdo con Salmon, ninguna teoría de la explicación científica incapaz de dar cuenta de esta clase de explicaciones es aceptable. Este autor sostiene que la concepción inferencial no ha podido resolver tal dificultad porque, al considerar las explicaciones como razonamientos, interpretó erróneamente la índole de la relación de subsunción bajo leyes. Pues la relación deductiva muestra que la regularidad más restringida es parte de un modelo o patrón físico más comprensivo. Es decir que la relación deductiva exhibe algo equivalente a la relación existente entre una totalidad y alguna de sus partes. Y considerar las explicaciones como inferencias es incorrecto -señala Salmon-

²⁵ Woodward, J., "Scientific Explanation", *British Journal of Philosophy of Science*, 30, 1979, p.63

²⁶ Woodward, J., "Scientific Explanation", *British Journal of Philosophy of Science*, 30, 1979, p.64

²⁷ Hempel, C. y Oppenheim, P., "Studies in the Logic of Explanation", *Philosophy of Science*, 15, 1948, p. 135-175, nota 33.

porque no es la relación puramente lógica de deducibilidad la que tendría capacidad explicativa, sino la relación física entre una regularidad física más comprensiva y otra menos comprensiva.²⁸

Así, la intención de Salmon es eludir el problema que Hempel y Oppenheim enfrentaron en relación con la aplicación concreta del modelo de cobertura legal a la explicación de regularidades. Pues esta aplicación requiere del previo establecimiento de criterios adecuados que permitan comparar las proposiciones generales que expresan leyes científicas en cuanto a su comprensividad. Pero el hallazgo de tales criterios presupone haber resuelto previamente el problema de elaborar una definición explícita y adecuada del concepto de ley. Hempel y Oppenheim analizaron, en "Studies in the Logic of Explanation", algunas de las dificultades involucradas en la elucidación del concepto de ley general, aunque sólo consiguieron establecer una definición de dicho concepto en el marco de un lenguaje modelo formalizado de estructura lógica sencilla. Pero la estructura de dicho lenguaje es tan limitada que no permite formular en sus términos las teorías que de hecho elaboran los científicos, puesto que no contiene funtores ni proporciona medios para el tratamiento de los números reales. Sin embargo, el problema principal consiste en la necesidad de imponer restricciones para los predicados que figuran en las proposiciones que expresan leyes genuinas -y no meras generalizaciones accidentales-.

De acuerdo con estos autores, los únicos predicados que deberían figurar en las leyes son los denominados 'predicados cualitativos puros', pero su caracterización como predicados cuyo significado puede explicitarse sin hacer referencia a ningún objeto en particular ni a ninguna localización espacio-temporal, no elucida acabadamente la noción en cuestión. En consecuencia, la propuesta de Hempel y Oppenheim, como lo reconocen los propios autores, no logra resolver la dificultad de proporcionar una definición apropiada de los predicados admisibles en las proposiciones legaliformes.²⁹ Pero además, aunque se consiguiera una definición apropiada de los predicados cualitativos puros, subsistiría la cuestión de si es posible construir un lenguaje en el cual todos los conceptos de la ciencia empírica pudieran reducirse, mediante sucesivas definiciones explícitas, a conceptos primitivos de carácter cualitativo puro.

Goodman, que también insiste en la necesidad de imponer restricciones para la admisibilidad de predicados en las proposiciones legales, denominó 'proyectables' a los predicados admisibles. Este autor afirma que las leyes genuinas pueden sustentarse a partir de la observación de los casos pertinentes, a diferencia de lo que ocurre con las generalizaciones accidentales. Por lo tanto, las leyes genuinas pueden ser proyectadas desde los casos observados a los no observados. La proyectabilidad está determinada por la medida en que sus predicados hayan sido usados en generalizaciones proyectadas previamente. De modo que para determinar si un cierto predicado es o no proyectable habría que referirse a las prácticas lingüísticas reales de una comunidad, a la historia del uso de dicho predicado en el lenguaje al que pertenece.

²⁸ Salmon, W.C., "Why ask 'Why?'?", *APA Proceedings*, 51, 1978, p. 700.

²⁹ Hempel, C. y Oppenheim, P., "Studies in the Logic of Explanation", *Philosophy of Science*, 15, 1948, p. 135-175

No obstante, las dificultades que de esta tentativa de establecer criterios precisos de proyectabilidad han sido advertidas incluso por el propio Goodman. Pues él mismo señala que el mencionado problema está tan estrechamente vinculado con la dificultad de interpretar los condicionales contrafácticos y la de definir el concepto de ley, que son virtualmente aspectos de un mismo problema.³⁰ De todos modos, esta propuesta ha sido cuestionada por Hempel, quien objeta que el criterio de demarcación entre leyes genuinas y generalizaciones accidentales que emplea Goodman no garantiza que las primeras tengan capacidad explicativa, sino únicamente que sean confirmables. Hempel concluye, en "Aspects of Scientific Explanation" que aún no se ha logrado una caracterización satisfactoria de los enunciados legales, de modo que también debería haber reconocido la inviabilidad de su modelo de cobertura legal, en la medida en que requiere de una concepción adecuada de la noción de ley.

Con todo, la necesidad de abandonar la concepción de las explicaciones como razonamientos parece más evidente en el caso de las explicaciones estadísticas de sucesos particulares. En efecto, Hempel consideró que esta clase de explicaciones tenían la estructura lógica de una inferencia inductiva. En cambio, Salmon se preocupa por enfatizar que una de las principales diferencias entre el modelo inductivo-estadístico hempeliano y su modelo de relevancia estadística, consiste en que en este último las explicaciones no son consideradas como razonamientos.³¹ Esto significa que el modelo de relevancia estadística aventaja al modelo inductivo-estadístico hempeliano, ya que evita los dos requisitos de este modelo frecuentemente cuestionados que analizamos en el capítulo anterior. Pues, en primer lugar, el modelo de relevancia estadística no exige que el explanans aporte un elevado grado de probabilidad al explanandum -requisito generalmente objetado mediante ejemplos que evidencian que no es condición necesaria ni suficiente para la adecuación de una explicación-. En segundo lugar, el modelo de Salmon evita el problema de la ambigüedad de las explicaciones inductivo-estadísticas, y en consecuencia, no necesita apelar al criterio de máxima especificidad que Hempel propuso para resolver este problema.³² Recordemos que este requisito exige que las explicaciones se funden en enunciados probabilísticos pertenecientes a la más restringida clase de referencia a la que pertenezca el suceso particular en cuestión. Pero la dificultad que presenta la propuesta hempeliana reside en que el tamaño de dicha clase de referencia podría impedir que la estimación probabilitaria se base en una extrapolación estadística razonable.

Con todo, Salmon considera que si se elimina del modelo de cobertura legal la idea de que las explicaciones son razonamientos, este modelo es aceptable. Esto se evidenciaría en el hecho de que, aunque habría un acuerdo general acerca de la inviabilidad del modelo de cobertura legal, algunas de sus tesis centrales son defendidas actualmente por los partidarios de la concepción de la explicación por unificación, como Friedman y Kitcher. Aunque

³⁰ Goodman, N, *Fact, Fiction and Forecast*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1955, cap. I, III y IV

³¹ Salmon, W.C., "Hempel's Conception of Inductive Inference in Inductive-Statistical Explanation", *Philosophy of Science*, Vol.44, nº2, 1977

³² Hempel, C, "Aspects of Scientific Explanation", *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*, New York, Free Press, 1965, p 394-396

estos debieron resignar la extensión del modelo inferencial a las explicaciones estadísticas de sucesos particulares, y reconocer la necesidad de una interpretación más adecuada de la naturaleza de la explicación deductiva.³³

No obstante, queda aún otra profunda divergencia entre la concepción de Salmon y la de los partidarios del modelo de cobertura legal. En efecto, aunque Hempel y Oppenheim, en el artículo de 1948, identificaron casualmente su modelo de explicación con las explicaciones causales, posteriormente, en 1965 Hempel sostiene que la causalidad no cumple ninguna función especial en la explicación científica.³⁴ En cambio, Salmon cuestiona la admisión de leyes no causales dentro del modelo de cobertura legal. Pues la excesiva tolerancia con las leyes no causales es, en su opinión, lo que da origen a la violación de la asimetría temporal que -según Salmon- es propia de toda explicación del modelo de cobertura legal, y que está fundada en la asimetría temporal de la causalidad.

En efecto, según el modelo de cobertura legal, la explicación y la predicción tienen idéntica estructura lógica: la de una inferencia. Sin embargo, Salmon considera que aunque la predicción de eventos futuros puede ser considerada como una explicación, no ocurre lo mismo con la retrodicción. De modo que la explicación tiene una dirección temporal privilegiada -la dirección temporal propia de la causalidad- y opuesta a la de las inferencias -que Salmon identifica con la de las retrodicciones-. Esta circunstancia hace sospechosa, según el autor, la identificación entre explicaciones y razonamientos,³⁵ aunque eso no implica que es necesario rechazar el modelo de cobertura legal sino sólo que tenemos que reinterpretar apropiadamente la relación de subsunción entre regularidades y excluir las leyes no causales.

A pesar de las dificultades que presentan la concepción inferencial así como su heredera directa, la concepción de la explicación por unificación, y a pesar de los problemas que debe resolver la concepción causal -a los que posteriormente haremos referencia-, todavía en sus trabajos de 1989, de 1990 y 1993 Salmon cree posible que ambas tradiciones coexistan pacíficamente. Pues considera que los desarrollos tanto de la tradición inferencial como de la causal permiten poner en evidencia la posibilidad de una reconciliación entre ambas tradiciones, reconciliación fundada en el hecho de que éstas proporcionarían no sólo enfoques compatibles sino además complementarios.³⁶

Salmon sostiene que los partidarios de la explicación por unificación y los defensores del modelo causal adhieren, en realidad, a concepciones diferentes que no deben ser confundidas entre sí, pero que son igualmente legítimas. Una explicación de tipo causal-mecanicista nos dice cómo ocurre un suceso particular, explica fenómenos particulares en términos de conjuntos de procesos e interacciones causales particulares. Pero Salmon considera que también pueden elaborarse explicaciones causales para regularidades y no sólo para fenómenos particulares. Más aun,

³³ Salmon, W.C., *Four Decades of Scientific Explanation*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1989, p.181.

³⁴ Hempel, C., "Aspects of Scientific Explanation", *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*, New York, Free Press, 1965, pp.331-496.

³⁵ Salmon, W.C., "Why ask 'Why?'" *APA Proceedings*, 51, 1978, pp.687.

³⁶ Salmon, W.C., "Scientific Explanation: Causation and Unification", *Crítica*, XXII, N° 66, 1990, p 5 y 10.

ya en "Why ask 'Why?'" reclamaba que las regularidades no causales fueran explicadas causalmente.³⁷ Una explicación por unificación, en cambio, apela a principios físicos de extrema generalidad, muestra cómo una ocurrencia particular se ajusta a un esquema general. En apoyo de su tesis, Salmon proporciona un par de ejemplos que evidenciarían que es posible explicar un mismo fenómeno apelando tanto a una explicación por unificación como a una explicación causal. Ambas explicaciones serían perfectamente legítimas, y ninguna de ellas sería intrínsecamente superior a la otra. En todo caso, sólo desde la perspectiva de ciertas consideraciones pragmáticas podría determinarse cuál de ellas es preferible.³⁸

Uno de sus ejemplos muestra que es posible explicar de ambos modos por qué un globo de helio, sujetado mediante hilo dentro de un avión, se mueve hacia la parte delantera de éste cuando el avión despegue. Una explicación mecánico-causal de este fenómeno apelaría a las interacciones de las moléculas de aire con las paredes de la cabina del avión y con el globo, y explicaría el desplazamiento del globo en términos de las fuerzas ejercidas sobre las diversas partes del sistema físico en cuestión. En cambio, una explicación por unificación haría referencia al principio de equivalencia formulado por Einstein, de acuerdo con el cual la aceleración en un sistema físico es equivalente a un campo gravitatorio.

Creemos, sin embargo, que este tipo de ejemplos sólo muestra que ambas clases de explicación son modos alternativos aunque no incompatibles de dar cuenta de la realidad, que proveen diferente tipo de comprensión del mismo hecho, que elucidan los fenómenos cada una a su manera. Pero eso no prueba que son enfoques complementarios, en el sentido de que deban estar necesariamente integrados en un único modelo de explicación. Es evidente, entonces, que Salmon ya no exige la presencia de leyes causales en las explicaciones por unificación, como sí lo hacía en "Why ask 'Why?'" con respecto al modelo inferencial.

La misma opinión respecto de la compatibilidad de las tradiciones en cuestión, sostiene Salmon en "The Value of Scientific Understanding" -de 1993-, pero aquí, proporciona además otra justificación de la compatibilidad de ambos tipos de explicación. Señala que, en el proceso de elucidar los mecanismos ocultos de la naturaleza, encontramos comúnmente que la diversidad superficial de fenómenos es producida por los mismos mecanismos básicos. Y, al extender los mecanismos básicos que encontramos extremadamente difundidos, también revelamos el principio de unificación de la naturaleza. De modo que si encontramos tales mecanismos básicos, revelamos la unificación de los principios de la naturaleza. Es por eso que ciertos hechos pueden ser legítimamente explicados tanto por subsunción bajo principios de alto grado de generalidad, como por la exposición de los mecanismos causales subyacentes a los mismos.³⁹

³⁷ Salmon, W.C., "Why ask 'Why?'" , *APA Proceedings*, 51, 1978, p.687

³⁸ Salmon, W.C., "Scientific Explanation: Causation and Unification", *Crítica*, XXII, Nº 66, 1990, p 12.

³⁹ Salmon, W.C., "The Value of Scientific Understanding", *Philosophica*, 51, I, 1993, p. 15.

En este argumento Salmon asegura que para todo fenómeno causalmente explicable puede encontrarse una explicación por unificación, pues los mecanismos causales involucrados en la explicación operan de acuerdo a leyes naturales generales. Pero este argumento no garantiza, creemos, que todo fenómeno que pueda ser explicado por unificación, también pueda ser causalmente explicado. Tampoco prueba que sea siempre posible proporcionar ambos tipos de explicaciones para un mismo fenómeno, ni que sólo se pueda lograr una explicación adecuada si se tiene tanto una explicación mecánico-causal como una por unificación. Estas conclusiones parecen dar la razón, de alguna manera, a la convicción hempeliana de que toda explicación causal es reducible al modelo de cobertura legal pero no toda explicación acorde a este modelo es una explicación causal.

Tanto en "Scientific Explanation: Causation and Unification" como en "The Value of Scientific Understanding", Salmon considera que las explicaciones científicas contribuyen a incrementar nuestra comprensión del mundo. Y sugiere que es posible diferenciar al menos dos formas en que lo hacen, cada una de las cuales se correspondería con una de las tradiciones en el análisis de la explicación, cuya complementariedad y compatibilidad ha defendido. Ambas formas de comprensión son, en consecuencia, compatibles. El primer tipo de comprensión es el que implica tener una concepción general del mundo, una cosmovisión científica -que debe estar fundada en la evidencia objetiva, si lo que buscamos es una comprensión científica-. Comprender los fenómenos, en este primer sentido, significa que podemos incorporarlos satisfactoriamente dentro de una visión científica del mundo que sea lo suficientemente comprensiva. Un ejemplo de este tipo de comprensión es la que proveyó la denominada 'síntesis newtoniana'. Pues aportó un esquema del mundo coherente y comprensivo, además era una concepción altamente unificada porque se basaba en un pequeño número de principios fundamentales, y estaba sustentada por una extraordinaria cantidad de evidencia empírica.⁴⁰

Esta forma de comprensión está estrechamente vinculada con una concepción de la explicación por unificación, como la propuesta por Kitcher en *Explanatory Unification and the Causal Structure of the World*. La explicación por unificación aporta, entonces, el beneficio intelectual de contar con una concepción unificada del mundo y una visión de cómo podemos introducir los fenómenos dentro de ese esquema general.⁴¹ Desde esta perspectiva, el conocimiento explicativo no es un género adicional de conocimiento que trascienda al conocimiento descriptivo. La explicación sólo organiza y sistematiza nuestro conocimiento del modo más eficiente y más coherente posible. Y la concepción del mundo que nos proporciona no es necesariamente determinística, pues las leyes fundamentales podrían ser irreductiblemente estadísticas.⁴²

Pero hay, además, otra noción de comprensión científica completamente diferente a la recién mencionada, que es la que Salmon caracteriza como mecánico-causal. Este tipo de comprensión implica conocer cómo funcionan las

⁴⁰ Salmon, W.C., "The Value of Scientific Understanding", *Philosophica*, 51, 1, 1993, p. 12.

⁴¹ Salmon, W.C., "The Value of Scientific Understanding", *Philosophica*, 51, 1, 1993, p. 15.

cosas, de qué están compuestas, cuáles son los procesos internos que producen los fenómenos que percibimos, y cuáles los mecanismos básicos que operan en nuestro mundo -mecanismos que frecuentemente serían causales-. Así, por ejemplo, la comprensión científica del movimiento browniano se adquirió mediante una caracterización precisa del mecanismo que lo produce, aportada por Einstein y Smoluchowsky y confirmada experimentalmente por Perrin.⁴³ Este tipo de comprensión de los modos -muchas veces ocultos- en que opera la naturaleza, los mecanismos subyacentes a los fenómenos que observamos es el que proporcionan las explicaciones mecánico-causales, como las del modelo propuesto por el propio Salmon en *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, en 1984.

Estas consideraciones ponen en evidencia que aquí Salmon desarrolla una tercer estrategia argumentativa en defensa de la posibilidad de conciliar las tradiciones causal e inferencial apelando a la consideración de los modos mediante los cuales las explicaciones científicas contribuyen a incrementar nuestra comprensión del mundo. Sin embargo, creemos que esta última línea de argumentación -al igual que las anteriores- tampoco prueba que sea necesario disponer de las dos clases de explicación en consideración para lograr una acabada comprensión de un fenómeno dado. Salmon sólo ha mostrado aquí que cada tipo de explicación proporciona una forma de comprensión diferente y, a la luz de los ejemplos que examina, parecería que cada una de ellas es suficiente en sí misma.

De modo que la complementariedad de las concepciones en cuestión no parece poder entenderse, a partir de 1990, en el sentido de que, además de mostrar cómo el fenómeno o regularidad a explicar queda subsumido bajo una ley, debe exhibirse también el mecanismo causal que lo produce. Por eso consideramos que, en lugar de afirmar de que son concepciones complementarias, Salmon debería haber dicho que son concepciones alternativas. Sin embargo, es difícil creer que esta sea, realmente, la postura de Salmon, ya que en varios pasajes de sus trabajos de la década del noventa no parece dispuesto a admitir que es suficiente contar con explicaciones por unificación.

⁴² Salmon, W.C., *Four Decades of Scientific Explanation*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1989, p. 182

⁴³ Salmon, W.C., "The Value of Scientific Understanding", *Philosophica*, 51, I, 1993, p. 13.

6.4. La evolución de la concepción causal de Salmon.

En su tentativa de integrar, y -a nuestro juicio- posteriormente sólo de compatibilizar, las concepciones causal y nomológico inferencial Salmon emplea diferentes estrategias. En efecto, en 1978 recurre al principio de la causa común y a la necesidad de reinterpretar la relación de subsunción propia del modelo de cobertura legal de un modo no inferencial. En la década del noventa, en cambio, apela a las ideas de Railton, al hecho de que proporcionar una explicación mecánico-causal permitiría, simultáneamente, brindar una explicación por unificación, y a los diversos beneficios intelectuales que aportan las explicaciones científicas. Así, en "Scientific Explanation: Causation and Unification" y en "The Value of Scientific Understanding", menciona sólo dos de estos beneficios intelectuales, pero considera que es posible que existan otros que él aún no habría descubierto. Estos beneficios intelectuales son, por un lado, la adquisición de una visión global y coherente de la realidad y de cómo pueden ajustarse a este esquema los fenómenos particulares, y por otro lado, la comprensión de cuáles son los mecanismos que producen dichos fenómenos.

Creemos que este cambio de estrategias revela cómo la imposibilidad de extender su modelo causal de explicación a la mecánica cuántica conduce a Salmon a abandonar su primitivo ideal de integrar ambos modelos en una concepción única y a limitarse a defender, solamente, el carácter no excluyente de estos. Pues la reconciliación entre la tradición causal y la nomológico-inferencial es un programa cuya realización depende de la resolución previa de varias dificultades. En el capítulo anterior comentamos cuáles eran algunas de las dificultades que enfrentan la concepción nomológico-inferencial. En lo que sigue, analizaremos los problemas que debe enfrentar una concepción causal de la explicación científica.

El fracaso de la tentativa de superar las deficiencias del modelo de cobertura legal mediante su modelo de relevancia estadística, condujo a Salmon a concluir que no deben incluirse leyes no causales dentro del modelo inferencial. Pues las leyes no causales carecen —en su opinión— de toda fuerza explicativa que permita la comprensión de los fenómenos, requiriendo ellas mismas ser explicadas causalmente. En su trabajo de 1978, esta opinión se funda en su convicción de que la comprensión que debe proveer una explicación científica consiste en el conocimiento de los procesos causales, de su capacidad de propagar influencias causales y de la función que las interacciones causales cumplen produciendo cambios y regularidades en el mundo.⁴⁴

Sin embargo, la adhesión de Salmon a la tradición causal en el análisis de las explicaciones no es inmediata ni acrítica. Pues el autor señala que las concepciones causales de la explicación científica —como la expuesta por Scriven en *Causation and Explanation*, donde se asimila la explicación de un suceso con la identificación de su causa— carecen del sustento que brindaría un adecuado análisis de la noción de causalidad. La necesidad de un análisis de este tipo es

⁴⁴ Salmon, W.C., "Why ask 'Why??' ", *APA Proceedings*, 51, 1978, p. 701.

innegable, a la luz de la crítica de Hume a la concepción racionalista de las relaciones causales. De acuerdo con el empirismo humeano, sólo percibimos tres aspectos en aquellas circunstancias en las cuales creemos que se da una relación causal: la prioridad temporal de la causa con respecto al efecto, la contigüidad espacio-temporal entre causa y efecto, el hecho de que cada vez que sucede la causa sucede también el efecto -la conjunción constante de ambos eventos-. Hume no encuentra una conexión necesaria entre causa y efecto, ni en la lógica ni en el mundo físico; y por eso concluye que la relación entre causa y efecto sólo está fundada en nuestros hábitos psicológicos.

Salmon también cuestiona las tentativas de identificar la relación de causalidad con una relación lógica-ya sea de condicionalidad necesaria, o suficiente, o ambas a la vez- como la propuesta de J. Mackie en *The Cement of the Universe*. Pues objeta que la relación de causalidad no es una relación abstracta tal como lo son las relaciones lógicas, sino que es una relación más bien concreta. Pero, aunque considera que la conexión causal que Hume no pudo encontrar es una relación física, no cree que ésta sea una relación necesaria como este filósofo inglés pensaba que debería ser. La conexión causal que Hume no logró encontrar -según Salmon- se pone de manifiesto en el análisis de los procesos causales, y es una relación física, y no lógica ni metafísica. En la teoría de Salmon, la relación causal consiste en una red de procesos causales e interacciones causales. La relación causal es una parte objetiva de la estructura de nuestro mundo, aunque no tiene que ser concebida como una conexión necesaria o determinística.⁴⁵ Los procesos causales continuos son, precisamente, el tipo de conexión causal que Hume buscaba, y no son mecanismos necesariamente determinísticos puesto que también pueden interactuar en forma probabilística.

En efecto, Salmon sostiene que los desarrollos científicos de este siglo nos preparan para la eventualidad de que algunas explicaciones científicas deban ser estadísticas, pero no porque nuestro conocimiento sea incompleto sino porque la naturaleza es ella misma inherentemente estadística. Pero eso no impediría proporcionar explicaciones causales de las regularidades estadísticas. Para ilustrar esta situación, Salmon recurre al ejemplo de la explicación de por qué contrajo leucemia un individuo que estuvo a cierta distancia de un lugar donde se produjo una explosión atómica, en el preciso momento que ésta se produjo. Este hecho puede ser explicado mencionando que la exposición a elevados niveles de radiación es un factor estadísticamente relevante con respecto al hecho de contraer leucemia. Es decir que la probabilidad de contraer leucemia está estrechamente correlacionada con la cercanía de la explosión atómica. Este ejemplo también ilustra que no es el elevado valor de probabilidad que el explanans le aporte al explanandum una condición necesaria de adecuación de las explicaciones estadísticas. Sino que es la relevancia estadística del factor aducido como explicativo -la proximidad al lugar donde ocurrió la explosión- con respecto al fenómeno a explicar- el hecho de que un individuo en particular contraiga leucemia- lo que tiene fuerza explicativa. Ejemplos como éste desafían la concepción hempeliana de las explicaciones estadísticas, pues el caso del individuo que

⁴⁵ Tal como señalamos en el caso de Railton, el término "determinístico" debe comprenderse también en el caso de Salmon como refiriendo a las regularidades estrictamente universales. De este modo, Salmon contempla la posibilidad de que haya leyes causales probabilísticas.

contrae leucemia está subsumido bajo regularidades estadísticas, pero no se infiere inductivamente de los factores explicativos aducidos.

Hemos indicado ya que Salmon considera que uno de los defectos principales tanto de las concepciones causales de la explicación como de las inferenciales, consiste en no haber tomado en cuenta el principio de la causa común. La enorme importancia explicativa que Salmon le atribuye a este principio en "Why ask 'Why?'" se debe, en parte, a que le permite responder la objeción más seria dirigida contra su modelo de relevancia estadística. Nos referimos a la objeción ejemplificada con la relación entre las mediciones barométricas y la ocurrencia de una tormenta. En este trabajo, Salmon analiza un par de ejemplos similares, en los cuales se advierte cómo este principio de la causa común -formulado por Reichenbach- muestra que las relaciones de relevancia estadística pueden adquirir relevancia explicativa. Esto ocurre porque, a pesar de que ciertos detalles puedan aún ser desconocidos, hay un proceso causal que vincula el fenómeno a explicar con el factor estadísticamente relevante aducido como explicativo.

Salmon sostiene que si tenemos eventos de dos tipos A y B que no son espacio-temporalmente contiguos pero cuyas ocurrencias están mutuamente correlacionadas, debe proporcionarse una explicación causal de esa correlación. Esta explicación causal puede asumir dos formas: o bien hay una conexión causal directa de A a B, o de B a A, o bien hay una causa común C que da cuenta de la dependencia estadística. Pues, según el principio de la causa común, si dos o más eventos de un cierto tipo ocurren simultáneamente en lugares diferentes con una frecuencia mayor de la que se esperaría si fueran eventos independientes, entonces esa aparente coincidencia puede ser explicada en términos de una causa común antecedente. Salmon sostiene que, tanto en el caso de que haya una relación causal directa entre dos eventos como en el caso de que haya un tercero que sea la causa común de ambos, los eventos involucrados en la relación causa-efecto están unidos por un proceso causal. Los eventos A, B y C así relacionados pueden constituir interacciones causales o bifurcaciones interactivas. Pero si luego de la ocurrencia de la causa común C, los procesos C-A y C-B son independientes entre sí, A, B y C constituyen una bifurcación conjuntiva.

Reichenbach define el concepto de bifurcación conjuntiva ACB de la siguiente manera⁴⁶:

- A y B ocurren conjuntamente con mayor frecuencia que si fueran sucesos mutuamente independientes.
- Pero en ausencia de la causa común C que postulamos, A y B ocurren tal como lo hacen los sucesos mutuamente independientes. Es decir que en ausencia de C, la probabilidad de que ocurran conjuntamente A y B es igual al producto de las probabilidades individuales respectivas de A y B. Es decir: $p(A \wedge B / \neg C) = p(A / \neg C) \cdot p(B / \neg C)$
- Las probabilidades de A y B, respectivamente, si se presenta el factor C deben ser mayores que el en caso contrario. Es decir: $p(A / C) > p(A / \neg C)$ y $p(B / C) > p(B / \neg C)$

⁴⁶ Salmon, W.C., "Why ask 'Why?'" , *APA Proceedings*, 51, 1978, p. 691.

- Si se dan las anteriores condiciones, Reichenbach estipula que la dependencia estadística entre A y B es absorbida en la ocurrencia de la causa común C, en el sentido de que la probabilidad de la ocurrencia conjunta de A y B, dado la presencia de C es igual al producto de las probabilidades de A dado C y de B dado C. Es decir:

$$p(A \wedge B / C) = p(A / C) \cdot p(B / C)$$

- Es aquí donde se produce el "enmascaramiento" -*screening off* que comentamos en el capítulo anterior, puesto que aunque B era estadísticamente relevante con respecto a A, se tornará irrelevante en presencia de C. Es decir: $p(A / C \wedge B) = p(A / C)$ y $p(A / C \wedge B) \neq p(A / B)$ (y lo mismo ocurre en el caso de A con respecto a B).

En suma, ACB constituyen una bifurcación conjuntiva si:

$$1- p(A \wedge B / \neg C) = p(A / \neg C) \cdot p(B / \neg C)$$

$$2- p(A / C) > p(A / \neg C) \quad \text{y} \quad p(B / C) > p(B / \neg C)$$

$$3- p(A \wedge B / C) = p(A / C) \cdot p(B / C)$$

$$4- p(A / C \wedge B) = p(A / C) \quad \text{y} \quad p(A / C \wedge B) \neq p(A / B)$$

$$5- p(B / C \wedge A) = p(B / C) \quad \text{y} \quad p(B / C \wedge A) \neq p(B / A)$$

Salmon introduce luego la noción de bifurcación interactiva, y sostiene que la consideración de esta noción permite apreciar que la importancia explicativa del principio de la causa común es aún mayor que la se desprende del análisis de la noción de bifurcación conjuntiva formulada por Reichenbach. Pues en una bifurcación interactiva -o interacción causal de tipo X- los efectos resultantes están más estrechamente correlacionados entre sí de lo que lo están en las bifurcaciones conjuntivas. En las bifurcaciones conjuntivas de Reichenbach, la causa común hace irrelevante uno de los efectos respecto del otro. Esto sucede porque la causa común absorbe la dependencia entre los efectos A y B -en el sentido de que la probabilidad de la ocurrencia conjunta de A y B dado C es igual al producto de las probabilidades condicionales de A dado C y de B dado C-. Pero en las bifurcaciones interactivas definidas por Salmon, la causa común no hace irrelevante uno de los efectos respecto del otro, porque la causa común C no absorbe la dependencia estadística entre los efectos A y B. Pues, en este caso, la probabilidad de la ocurrencia conjunta de A y B dado C es mayor que el producto de las probabilidades condicionales de A dado C y de B dado C.⁴⁷ En suma, ACB constituyen una bifurcación interactiva -o interacción causal de tipo X- si:

$$1- p(A \wedge B / \neg C) = p(A / \neg C) \cdot p(B / \neg C)$$

$$2- p(A / C) > p(A / \neg C) \quad \text{y} \quad p(B / C) > p(B / \neg C)$$

⁴⁷ Salmon, W.C., "Why ask 'Why??'", *APA Proceedings*, 51, 1978, p. 692-694.

$$3' - p(A \wedge B/C) > p(A/C) \cdot p(B/C)$$

$$4' - p(A/C \wedge B) \neq p(A/C)$$

$$5' - p(B/C \wedge A) \neq p(B/C)$$

De acuerdo con Salmon, Reichenbach no habría advertido la existencia de bifurcaciones interactivas porque en el caso especial de que $p(A/C) = p(B/C) = 1$ la bifurcación conjuntiva comparte una propiedad con la interactiva: la de que hay una correlación perfecta entre A y B dado C. Pero, según Salmon, hay una diferencia fundamental entre las bifurcaciones conjuntivas y las interactivas. Ya que en las primeras la causa común hace irrelevante uno de los efectos con respecto al otro porque la aparente dependencia entre esos efectos no es una dependencia física directa, a diferencia de lo que ocurriría en las bifurcaciones interactivas o interacciones causales.⁴⁸

Dada la importancia explicativa que atribuye al principio de la causa común, y habiendo afirmado la necesidad de dar cuenta de las relaciones de relevancia estadística en términos causales, Salmon se propone superar las falencias de los modelos causales de explicación como el de Scriven. Y considera que es posible responder el desafío humeano de encontrar la conexión entre causa y efecto recurriendo a la Teoría de la Relatividad y focalizando la atención sobre los procesos e interacciones causales. Así, la teoría delineada por Salmon en "An 'at-at' Theory of Causal Influence" y en "Why ask 'Why'?" es una teoría general de la causalidad que tiene por objetivos elucidar las nociones de proceso causal e interacción causal, distinguir entre procesos y pseudo-procesos causales, y entre interacciones causales y meras intersecciones que no constituyen interacciones causales.

En "An 'at-at' Theory of Causal Influence", Salmon sostiene que a los tres requisitos del análisis humeano de la causalidad -el requisito de la contigüidad espacio-temporal entre causa y efecto, el de la prioridad de la causa con respecto al efecto y el de la conjunción constante entre causa y efecto- se debe adicionar otro más: el de la transmisibilidad de modificaciones o 'marcas' a través de procesos causales. De acuerdo con el autor, la conexión objetiva, física, entre dos eventos que están causalmente relacionados consiste en un proceso causal espacio-temporalmente continuo. Hume no habría podido encontrar esta conexión porque no distinguió entre procesos e interacciones causales, ni entre genuinos procesos causales y pseudo-procesos causales. Y no pudo hacer esto último porque no fue capaz de reconocer el cuarto requisito que propone adicionar Salmon, ya que la mecánica clásica no se lo habría permitido. Pero mediante la Teoría Especial de la Relatividad parece posible efectuar la distinción en cuestión, pues ella establece que la velocidad de la luz es la velocidad límite a la que puede ser transmitida una señal. De modo que ningún proceso capaz de transmitir información podría propagarse a mayor velocidad que la de la luz. Sin embargo, hay pseudo-procesos capaces de propagarse a velocidades que superan este límite, lo cual permite obtener un criterio de distinción entre genuinos procesos y pseudo-procesos capaces de transmitir señales o información. De

acuerdo con Salmon, es natural considerar estos procesos genuinos como procesos causales, ya que es en virtud de su capacidad para transmitir influencias causales que pueden transmitir información o señales.⁴⁹

Salmon propone, entonces, la adopción del criterio de diferenciación entre procesos y pseudo-procesos causales proporcionado por Reichenbach: el denominado "criterio de la marca". Para ilustrar su aplicación, plantea como ejemplo el caso de una fuente de luz móvil -por ejemplo, una linterna- ubicada en el centro de una habitación circular que proyecta una mancha luminosa sobre la pared de la habitación. Como consecuencia de la rotación de la linterna, la mancha luminosa se desplaza sobre las paredes de la habitación circular. En este caso, el haz de luz que se propaga desde la fuente luminosa hasta la pared es un proceso causal. En cambio, la mancha luminosa que efectúa un movimiento giratorio sobre la pared es un pseudo proceso. El primer proceso ocurre a la velocidad de la luz, en cambio el segundo podría ocurrir a velocidades mayores aun, según sean los valores de la velocidad de rotación de la fuente luminosa y el tamaño de la habitación.

La aplicación del criterio de la marca puede ejemplificarse, entonces, si se coloca un filtro rojo en algún punto de la trayectoria del haz luminoso entre la linterna y un punto de la pared. Pues la mancha de luz proyectada sobre un sector de la pared por el haz luminoso que atravesó el filtro será roja. Pero en el resto de la trayectoria de la mancha luminosa sobre la pared, la mancha no será roja sino blanca como la luz que emana de la linterna. De modo que el proceso consistente en la propagación de la luz desde la linterna hacia la pared es capaz de transmitir la "marca" provocada por el paso del haz luminoso a través del filtro rojo. En cambio, el movimiento circular de la mancha luminosa sobre la pared de la habitación no es capaz de transmitir la "marca" en cuestión. La interposición del filtro rojo que provoca la imposición de la marca sobre el proceso que analizamos involucra una interacción causal, y de tal interacción resulta dicha marca o modificación del proceso causal. Pero un proceso será un auténtico proceso causal sólo si es capaz de transmitir esa modificación o influencia causal provocada por la interacción causal, de lo contrario será meramente un pseudo-proceso causal.⁵⁰

En el modelo causal de Salmon, explicar consiste en describir la ubicación del explanandum dentro de una red de procesos e interacciones causales. El evento explanandum E puede considerarse como ocupando un volumen finito en el continuo cuadridimensional del espacio-tiempo. De modo que para explicar por qué E ocurrió tenemos que determinar cuáles son los procesos e interacciones causales que ocupan el sector correspondiente al pasado en el cono de luz del evento E. Esto constituye el aspecto etiológico de la explicación de E, el que lo muestra en el marco de sus interconexiones causales. Pero si queremos explicar por qué E manifiesta ciertas características, tenemos que

⁴⁸ Salmon, W.C., "Why ask 'Why?'?", *APA Proceedings*, 51, 1978, p. 694.

⁴⁹ Salmon, W.C., "An 'at-at' Theory of Causal Influence", *Philosophy of Science*, 44, n°2, June 1977, p. 217.

⁵⁰ Salmon, W.C., "An 'at-at' Theory of Causal Influence", *Philosophy of Science*, 44, n°2, June 1977, p. 216-217.

ubicar dentro del volumen que E ocupa los mecanismos causales internos que dan cuenta de la naturaleza de E. Este es el aspecto constitutivo de la explicación de E.⁵¹

La teoría causal que Salmon sostenía aún en 1984 se funda esencialmente, en suma, en dos conceptos. Por un lado, en el concepto de proceso causal continuo, concebido como el medio por el cual se transmiten las influencias causales o marcas, proceso que constituye la conexión objetiva, física -aunque no necesaria- entre causa y efecto, que Hume no pudo encontrar. Esta propagación de influencias causales o marcas en los procesos causales continuos permite explicar relaciones de relevancia estadística. Por otro lado, la teoría causal de Salmon se funda en la noción de interacción causal o bifurcación interactiva, que es lo que genera y modifica estructuras -o, en otros términos, impone marcas-. Pero esta noción de interacción causal no es definida unívocamente, sino que en su caracterización se producen cambios relacionados con el hecho de que Salmon posteriormente reconoce diferentes tipos de interacciones causales. En "Why ask 'Why?'" sólo toma en cuenta las interacciones causales que identifica con las bifurcaciones interactivas. Luego, como veremos, diferencia esta clase de interacciones, a las que clasifica como de tipo X , de otras dos clases: las de tipo Y y las de tipo λ . Consecuentemente, en el trabajo recién mencionado define una interacción causal como una intersección entre procesos en la cual ambos procesos son marcados o modificados de modo tal que los cambios en uno de ellos están correlacionados con cambios en el otro a la manera de una bifurcación interactiva.⁵² Posteriormente, el autor proporciona una definición más amplia, de acuerdo con la cual una interacción causal es una intersección entre procesos en la cual ambos procesos son marcados o modificados y la modificación en cada proceso es transmitida más allá de punto de intersección.⁵³

En síntesis, no cualquier intersección entre procesos causales o pseudo-causales constituye una interacción causal. El concepto de intersección no es causal, sino un concepto propio de una geometría cuadrimensional de tres coordenadas espaciales y una temporal. También es importante señalar que las interacciones causales que dan origen a las relaciones de dependencia estadística son interacciones locales, no un tipo de acción a distancia.⁵⁴ Además, una interacción causal podría ser irreductiblemente estadística o indeterminística. Finalmente, las marcas son caracterizadas como modificaciones de algún tipo, no necesariamente persistentes, que resultan de las interacciones causales.

Salmon considera que esta capacidad de transmitir influencias causales o modificaciones resultantes de interacciones causales -capacidad característica de los procesos causales continuos- no es el tipo de poder misterioso ni de conexión necesaria que Hume creía imposibles de confirmar empíricamente. Pues la capacidad de transmitir

⁵¹ Salmon, W.C., *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton, Princeton University Press, 1984, p.275

⁵² Salmon, W.C., "Why ask 'Why?'" , *APA Proceedings*, 51, 1978, p. 696.

⁵³ Salmon, W.C., "Scientific Explanation: Causation and Unification", *Crítica*, XXII,66, 1990, p.7. Cfr. "Causality without Counterfactuals", en *Philosophy of Science*, LXI, N°2, june 1994, p.299.

⁵⁴ Salmon, W.C., "Why ask 'Why?'" , *APA Proceedings*, 51, 1978, pp 700.

marcas es un caso de conjunción constante del tipo que Hume admitiría como un hecho directamente observable. Ya que puede confirmarse experimentalmente que la mancha luminosa proyectada sobre la pared se torna roja luego de interponer el filtro rojo entre la linterna y la pared. Y también puede corroborarse experimentalmente que la mancha que se desplaza circularmente sobre la pared al rotar el foco luminoso sólo es roja en el sector de la pared en el cual incide el haz luminoso que atravesó el filtro rojo, pero es blanca en el resto de su trayectoria sobre la pared.⁵⁵

El autor sostiene que el carácter empírico de su teoría causal puede fundarse en una adaptación de la denominada "teoría 'at-at' del movimiento", que Russell emplea para disolver la paradoja zenoniana de la flecha en vuelo. Así como el movimiento de la flecha en vuelo consiste sólo en el estar de la flecha en cada punto intermedio de su trayectoria en el instante apropiado, análogamente, una marca o influencia causal es propagada a través de las diferentes etapas del proceso causal apareciendo en cada una de las etapas intermedias en diferentes momentos sin que interacciones adicionales tengan que regenerar la marca.⁵⁶ De acuerdo con Salmon, Hume no habría encontrado la conexión causal pues ésta radica esencialmente en la continuidad de un proceso causal. Esta continuidad es entendida en el sentido matemático, es decir como la característica consistente en que ningún punto espacio-temporal del proceso causal tiene un siguiente, pues entre dos puntos cualesquiera, por próximos que estén, siempre habrá un conjunto infinito -no numerable- de otros puntos. En cambio, Hume concibió la conexión entre causa y efecto como si fuera una cadena compuesta de eslabones adyacentes.

De acuerdo con Salmon, el método de la marca permite distinguir entre aquellas regularidades empíricamente contrastables que además son causales de las que no lo son. En efecto, no sólo los procesos causales exhiben una regularidad, sino que también pueden ser capaces de hacerlo los pseudo-procesos causales, aunque el tipo de regularidad exhibida por estos últimos no es causal. El autor indica que si han sido marcados o modificados como resultado de una interacción causal, los procesos causales transmitirán esta marca, modificación o influencia causal. Pero si no han sido modificados o marcados por una interacción causal, exhibirán un tipo de estructura persistente, y esa estructura será transmitida dentro del proceso causal correspondiente. Los pseudo-procesos también pueden exhibir una estructura persistente, una regularidad, pero dicha estructura no es transmitida por medio del propio proceso sino por algún otro agente. Según Salmon, el fundamento para afirmar que la regularidad en el proceso causal es transmitida por el proceso mismo, reside en la capacidad de los procesos causales de transmitir una modificación en su estructura -modificación o marca resultante de una interacción causal-. En cambio, como los pseudo-procesos carecen de tal capacidad, necesitan de la acción de un agente externo para transmitir una modificación en su estructura y, en consecuencia, también para transmitir una estructura persistente.⁵⁷

⁵⁵ Salmon, W.C., "An 'at-at' Theory of Causal Influence", *Philosophy of Science*, 44, nº2, June 1977, p. 220

⁵⁶ Salmon, W.C., "Why ask 'Why?'?", *APA Proceedings*, 51, 1978, pp 690.

⁵⁷ Salmon, W.C., "An 'at-at' Theory of Causal Influence", *Philosophy of Science*, 44, nº2, June 1977, p. 223.

Sin embargo, la efectividad del criterio de la marca fue cuestionada por Nancy Cartwright, quien mediante una modificación del ejemplo de Salmon puso en evidencia la insuficiencia de dicho criterio para distinguir procesos de pseudo-procesos causales. Ella señala que, si unos pocos nanosegundos antes de que el haz luminoso procedente de la linterna atraviese el filtro rojo alguien coloca una lente roja sobre la linterna, la luz proyectada sobre la pared devendrá roja antes de pasar por el filtro y permanecerá roja después de hacerlo y al incidir sobre la pared. De ese modo, la mancha luminosa que se desplaza sobre la pared será roja en toda su trayectoria -y no sólo en el sector en el cual incide sobre la pared el haz luminoso cuando atraviesa el filtro-. Es decir que la mancha luminosa se tornará roja por una interacción local y permanecerá roja sin que se produzca una interacción local adicional. De modo que la mancha luminosa que gira alrededor de la pared permanecerá roja en toda su trayectoria sin adicionales interacciones locales.⁵⁸ En suma, el pseudo-proceso en que consiste el movimiento giratorio de la mancha sobre la pared también es capaz de transmitir la marca resultante de la interacción causal.

Quizá para eludir esta objeción, en su trabajo posterior "Why ask 'Why?'" Salmon proporciona un ejemplo diferente del mencionado en "An 'at-at' Theory of Causal Influence" con el propósito de ilustrar la aplicabilidad del criterio de la marca. En su trabajo de 1978 el autor sostiene que la marcha de un automóvil sobre una carretera es un proceso causal, en cambio el movimiento de la sombra del automóvil es un pseudo-proceso causal. Pues si el automóvil roza su guardabarros con un muro, quedará una marca -la deformación del guardabarros- como resultado de la interacción causal, y esa marca será transmitida a lo largo del proceso causal en que consiste el movimiento del automóvil después de la interacción causal. En cambio, si sólo la sombra del auto en movimiento roza el muro a la altura del guardabarros, la deformación de la sombra no persistirá luego de la interacción causal. De modo que el pseudo-proceso causal consistente en el movimiento de la sombra del automóvil no es capaz de transmitir la marca, la deformación de la sombra a la altura del guardabarros.⁵⁹

Sin embargo, consideramos que también la aplicación del criterio de la marca en este ejemplo puede cuestionarse. Pues si bien el movimiento de la sombra del automóvil fue caracterizado como un pseudo-proceso causal, es posible atribuirle la capacidad de transmitir marcas. En efecto, supongamos que como resultado de la deformación del guardabarros del automóvil -producida por la interacción causal de éste con el muro- también la sombra del automóvil aparece deformada a la altura del guardabarros. En este caso, la sombra del automóvil transmitirá esta marca -su deformación a la altura del guardabarros- aún después de su interacción causal con el muro, que ocurre simultáneamente con la interacción del automóvil y el muro.

Con el propósito de resolver el problema que Nancy Cartwright planteara en torno de la efectividad del criterio de la marca para diferenciar entre procesos y pseudo-procesos causales, Salmon tuvo que reformular el principio de

⁵⁸ Salmon, W.C., "Causality without Counterfactuals", *Philosophy of Science*, LXI, N°2, June 1994, pp. 302.

⁵⁹ Salmon, W.C., "Why ask 'Why?'" , *APA Proceedings*, 51, 1978, pp. 690

transmisión de la marca introduciendo la consideración de condicionales contrafácticos. Así, en su trabajo de 1984, estipula que la mancha luminosa habría permanecido blanca si no hubiera sido marcada por la interacción local con la lente roja. Y como el método de la marca también era empleado para distinguir entre interacciones causales genuinas y meras intersecciones que no constituyen interacciones causales, Salmon también tuvo que recurrir a consideraciones contrafácticos para elucidar el concepto de interacción causal. Precisamente a causa de esta necesidad de introducir condicionales contrafácticos para diferenciar procesos de pseudo-procesos causales e interacciones de pseudo-interacciones causales, Kitcher califica la teoría de Salmon como una teoría contrafáctica de la causalidad.⁶⁰ Pues considera que estos condicionales son, en realidad, el núcleo de la teoría de Salmon, siendo los procesos y las interacciones causales en principio prescindibles, aunque posiblemente útiles para proteger a la teoría de Salmon-que es, básicamente, una teoría contrafáctica de la causalidad- de las dificultades lógicas, metodológicas y epistemológicas que los condicionales contrafácticos presentan.

Como consecuencia de las críticas de Kitcher, en "Causality without Counterfactuals", Salmon proporciona una versión de su teoría de la causalidad fundada sobre el análisis de los procesos y las interacciones causales drásticamente modificada. En este trabajo abandona el criterio de la marca, afirmando que éste no ofrece una explicación adecuada del concepto de proceso causal. Y señala que el método de la marca podría ser considerado solamente como un método experimentalmente útil para identificar procesos causales, pero que no puede emplearse para elucidar el concepto de proceso causal.⁶¹

Las modificaciones que Salmon efectúa se basan en las ideas expuestas por Dowe en "An Empiricist Defence of the Causal Account of Explanation",⁶² en "Process Causality and Asymmetry"⁶³, y en "Wesley Salmon's Process Theory of Causality and the Conserved Quantity Theory"⁶⁴. En estos trabajos, Dowe proporciona una teoría de la causalidad fundada en los principios físicos de conservación que, en opinión de Salmon, explica mejor el concepto de proceso causal. Esta teoría de la causalidad se sustenta en la noción de conservación de cantidades tales como la de masa-energía, o la de carga eléctrica, o la de momento -o cantidad de movimiento- lineal o angular. Según la teoría de Dowe, un proceso es causal si transmite una cantidad que se conserva, y una intersección entre dos procesos es una interacción causal si hay un intercambio entre los dos procesos de la cantidad que se conserva. Los procesos causales transmiten cantidades que se conservan y es precisamente por eso que estos procesos son causales.⁶⁵

⁶⁰ Kitcher, P., "Explanation Unification and the Causal Structure of the World", Kitcher & Salmon (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. XIII., *Scientific Explanation*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1989, p. 472.

⁶¹ Salmon, W.C., "Causality without Counterfactuals", *Philosophy of Science*, LXI, Nº2, June 1994, pp 303.

⁶² Dowe, P., "An Empiricist Defence of the Causal Account of Explanation" *International Studies in the Philosophy of Science*, Nº 6, 1992, pp. 123-128

⁶³ Dowe, P., "Process Causality and Asymmetry", *Erkenntnis*, Nº37, 1992, pp. 179-196.

⁶⁴ Dowe, P., "Wesley Salmon's Process Theory of Causality and the Conserved Quantity Theory", *Philosophy of Science*, Nº 59, 1992, pp.195-216.

⁶⁵ Salmon, W.C., "Causality without Counterfactuals", *Philosophy of Science*, LXI, Nº2, June 1994, pp. 303.

Salmon considera que él mismo estuvo muy cerca de esta concepción al mencionar la aplicabilidad de las leyes de conservación a las interacciones causales. Pues, en "Why ask 'Why?'" él afirmó que los procesos e interacciones causales están regidos por varias leyes, mencionando como ejemplos los principios de conservación de la energía y de conservación del impulso. Indicó, además, que en un proceso causal tal como la propagación de una onda luminosa se produce una transmisión de energía. Así, fundó la distinción entre un proceso causal y un pseudo proceso en la diferencia entre la transmisión de energía de un punto espacio-temporal a otro y la mera presencia de energía en diversos puntos espacio-temporales. Una auténtica transferencia de energía o de impulso se produce cuando ocurre una interacción causal, en lugar de una mera intersección entre procesos. Leyes tales como las de conservación de la energía o del impulso serían causales, señalaba Salmon en 1978, en el sentido de que son regularidades exhibidas por procesos e interacciones causales.⁶⁶

La teoría de Dowe -concebida en términos de la Teoría General de la Relatividad y de la representación de Minkowsky se funda en dos definiciones⁶⁷:

D1: Una interacción causal es una intersección de líneas cósmicas⁶⁸ que implica el cambio de una cantidad que se conserva.

D2: Un proceso causal es una línea cósmica de una entidad -propia de la ontología científica o del sentido común- que manifiesta una cantidad que se conserva.

Salmon reconoce que la teoría de Dowe tiene dos ventajas sobre la que él mismo sostuvo hasta 1984. En primer lugar, en la teoría de las cantidades que se conservan, a diferencia de lo que ocurre con la teoría de la transmisión de influencia causal o marcas, no hace falta introducir condicionales contrafácticos. En segundo lugar, la teoría de Dowe permite tratar tres tipos de interacciones causales, mientras que la teoría de Salmon sólo permite tratar uno. En efecto, la teoría de la transmisión de marcas sólo incluye el caso de las interacciones de tipo X o bifurcaciones interactivas, pero no permite tratar las interacciones de tipo Y ni las de tipo λ . Una interacción causal es de tipo Y cuando una entidad se divide en dos -por ejemplo, cuando un núcleo atómico emite una partícula, o una gallina pone un huevo-. Una interacción causal es de tipo λ cuando dos entidades se unen en una sola -por ejemplo, cuando un átomo absorbe un fotón, o cuando una víbora se come un ratón. Salmon reconoce que la teoría de Dowe permite tratar

⁶⁶ Salmon, W.C., "Why ask 'Why?'" , *APA Proceedings*, 51, 1978, pp. 700.

⁶⁷ Dowe, P. "Wesley Salmon's Process Theory of Causality and the Conserved Quantity Theory", *Philosophy of Science*, Nº 59, 1992, pp. 210:

⁶⁸ La línea cósmica de una partícula es una línea del espacio-tiempo propia de los diagramas de Minkowsky, que representa la sucesión de las posiciones que ocupa la partícula en el espacio ordinario de tres dimensiones, en una sucesión de instantes de tiempo.

fácilmente los tres tipos de interacciones causales, sin embargo considera que esta teoría debe ser modificada en algunos aspectos.⁶⁹

Salmon cuestiona que existe una ambigüedad en la teoría de Dowe, pues parece asimilar las cantidades que se conservan con las cantidades que permanecen invariantes. Pero una cantidad se conserva dentro de un sistema físico determinado, si su valor no varía con el tiempo. En cambio, una cantidad es invariante dentro de un sistema físico dado si permanece constante con respecto al cambio de sistema de referencia. Así, por ejemplo, el momento lineal es una cantidad que se conserva pero no es invariante, dado que su valor cambia de un sistema de referencia a otro. En cambio la carga eléctrica es una cantidad que se conserva y también es invariante. Salmon sostiene que, como la conexión causal es una invariante -pues dos eventos causalmente conectados lo estarán en cualquier sistema de referencia- debe modificarse la definición D2 de modo tal que en lugar de referirse a cantidades que se conservan se refiera a cantidades invariantes.⁷⁰ Y agrega que además es preferible que la definición D2 se refiera a cantidades invariantes en lugar de hacerlo a cantidades que se conservan, porque cuando preguntamos por las implicaciones ontológicas de una teoría, una respuesta razonable sería buscar sus invariantes. Ya que como las cantidades invariantes no cambian con la elección de diferentes sistemas de referencia, poseen un tipo de status objetivo que parece más fundamental que el de las cantidades que no son invariantes.⁷¹

Pero esta modificación, según Salmon, es insuficiente, pues es necesario impedir además que esta definición permita afirmar que una entidad manifiesta una cantidad invariante cuando esto ocurre por el mero hecho de que a dicha entidad sólo pueda atribuírsele un valor nulo de tal cantidad. En caso contrario, dado que una sombra no posee carga eléctrica alguna, se podría sostener que la sombra manifiesta una cantidad -nula- invariante de carga eléctrica. También objeta Salmon el uso que se hace en esta definición del término "manifiesta", ya que su empleo significa abandonar la idea fundamental acerca de los procesos causales: la de que ellos transmiten información o influencias causales. Una condición necesaria para que una cantidad sea transmitida en un proceso es que sea poseída por ese proceso en cada momento de su historia. De modo que la definición D2 debe reformularse de modo tal que quede explícito en ella que la cantidad invariante en cuestión debe manifestarse en cada punto espacio-temporal de la línea cósmica de la entidad de que se trate en cada caso. Ya que de lo contrario, cualquier pseudo-proceso de duración finita podría manifestar una cantidad invariante tal.

De todos modos, según Salmon, aún es necesaria otra enmienda en la definición D2 para poder diferenciar los casos en los que una cantidad invariante es realmente transferida de los casos en los cuales esa cantidad invariante sólo se muestra en el punto espacio-temporal apropiado. Por ejemplo, retomando el caso de la linterna giratoria en el centro de una habitación circular, Salmon cuestiona que como la mancha luminosa que se mueve sobre la pared tiene

⁶⁹ Salmon, W.C., "Causality without Counterfactuals", *Philosophy of Science*, LXI, Nº2, June 1994, pp 304.

⁷⁰ Salmon, W.C., "Causality without Counterfactuals", *Philosophy of Science*, LXI, Nº2, June 1994, pp 305-306.

en cada punto de su trayectoria la misma cantidad de energía, según D2 su movimiento sería -erróneamente- considerado como un proceso causal. Pues en realidad, es un pseudo-proceso, dado que la energía no es transmitida sino que es continuamente recibida desde una fuente exterior.⁷²

En suma, Salmon cree que la teoría de Dowe no es completa, que hay una gran laguna en ella, al menos tal como la presenta Dowe. Pues considera que el concepto de transmisión causal es una parte principal de la explicación de la estructura causal del mundo y, sin embargo, este concepto no está presente en la teoría de Dowe. Pero Salmon sostiene que es posible completar esta teoría elucidando la noción de transmisión causal mediante la definición D3, que incluye su teoría 'at-at' de la transmisión causal. Así, como consecuencia de las críticas planteadas a la teoría de Dowe, la reformulación de la cuestionada definición D2 es la siguiente:

D2*: Un proceso causal es una línea cósmica de una entidad -propia de la ontología científica o del sentido común- que transmite un valor no nulo de una cantidad invariante en cada punto espacio-temporal de su trayectoria.

Como esta definición incluye el término "transmite", que es un término causal, es necesario proporcionar una explicación de este término en este contexto. Con ese objetivo Salmon ofrece la siguiente modificación del principio de transmisión de la marca:

D3: Un proceso transmite una cantidad invariante desde A hacia B (donde $A \neq B$), si posee esta cantidad en A, en B, y en toda etapa del proceso entre A y B sin ulteriores interacciones en el intervalo semi-abierto (A,B] que impliquen un cambio de la cantidad particular invariante.

El intervalo (A,B] es semi-abierto para tomar en cuenta la posibilidad de que haya una interacción en A que determine el valor de cantidad invariante involucrada en la transmisión. Esta definición, según Salmon, conserva la ventaja que la formulación original de la teoría de Dowe tenía sobre su anterior teoría: la de no involucrar condicionales contrafácticos. Pero, además, supera a la de Dowe al incluir la teoría 'at-at' de la transmisión causal, que es fundamental para comprender la causalidad física.⁷³

Esta definición implica que los procesos causales no sufren interacciones causales. Así, por ejemplo, una molécula de gas es un proceso causal hasta que colisiona -con otra molécula o con las paredes del recipiente que contiene la masa gaseosa-, y cuando colisiona deviene otro proceso causal diferente, el cual persiste hasta la próxima

⁷¹ Salmon, W.C., "Causality without Counterfactuals", *Philosophy of Science*, LXI, N°2, june 1994, pp 310.

⁷² Salmon, W.C., "Causality without Counterfactuals", *Philosophy of Science*, LXI, N°2, june 1994, pp.308

colisión. Los procesos causales sólo duran entre dos colisiones sucesivas. En cada colisión se produce una interacción causal en la cual cambia la cantidad de movimiento o impulso, pero a veces esos cambios son demasiado pequeños como para tenerlos en cuenta. De acuerdo con Salmon son consideraciones de orden pragmático las que determinarán si un proceso debe ser considerado como un proceso causal simple o como un complejo de procesos e interacciones.

Salmon también está en desacuerdo con el modo en que Dowe define qué es una cantidad que se conserva. Según Dowe, una cantidad que se conserva es una cantidad que se conserva universalmente de acuerdo a las teorías científicas corrientemente aceptadas.⁷⁴ Y esto parece inadmisibles porque las teorías corrientemente aceptadas afirman diferentes cosas a medida que pasa el tiempo acerca de cuáles son las cantidades que se conservan. Salmon rechaza, además, la propuesta de definir las cantidades que se conservan como aquellas cantidades que se comportan de acuerdo a ciertas leyes de conservación. Pues, en tal caso, nos liberaríamos de los condicionales contrafácticos pero al precio de enfrentarnos al problema de la definición del concepto de ley. Lo que deberíamos decir, según Salmon, es que las teorías corrientemente aceptadas nos indican qué cantidades podemos considerar razonablemente como cantidades que se conservan, aunque no podemos asegurar si éstas realmente se conservan o no. De modo que diremos que una cantidad se conserva si aceptamos una teoría que postule una ley de conservación. Y como no podemos tener certeza absoluta respecto de la verdad de las leyes de la naturaleza, tampoco la tenemos en relación con la verdad de nuestras creencias en la conservación de ciertas cantidades.

Salmon considera que aunque la teoría de Dowe de las cantidades que se conservan representa un progreso importante con respecto a su teoría de la transmisión de la marca, ella no es completamente satisfactoria tal como fue formulada por Dowe. Pero con las definiciones D1, D2* y D3 Salmon cree lograr un progreso considerable hacia una adecuada teoría de la causalidad. Sin embargo, creemos que su opinión es cuestionable, ya que al modificar la propuesta original de Dowe, Salmon la torna susceptible de las mismas objeciones que se formularon contra su propia concepción de la causalidad, expuesta en "Why ask 'Why?'". Pues, al introducir la definición D3 con la intención de elucidar la noción de transmisión de una cantidad invariante apela al mismo recurso que había empleado para explicar la transmisión de marcas: su teoría 'at-at' de la propagación de influencias causales.

Salmon sostiene que la transmisión de marcas es un tipo de movimiento pues, cuando una marca es introducida en un proceso, la modificación se mueve con el proceso. Por eso considera que puede extenderse la solución que propuso Russell a la paradoja de Zenón acerca del movimiento de la flecha en vuelo para aportar una solución al problema de la transmisión de marcas. Esta solución consiste en la denominada "la teoría 'at-at' del movimiento" de acuerdo con la cual, una marca que ha sido introducida en un proceso por medio de una interacción causal en un punto A, es transmitida al punto B si aparece en B y en todas las etapas intermedias del proceso entre A

⁷³ Salmon, W.C., "Causality without Counterfactuals", *Philosophy of Science*, LXI, N°2, June 1994, pp 308

⁷⁴ Dowe, P., "Wesley Salmon's Process Theory of Causality and the Conserved Quantity Theory", *Philosophy of Science*, LIX, 1992, p.210.

y B sin que se produzcan intervenciones adicionales ulteriores.⁷⁵ El movimiento es así matemáticamente concebido como una relación de correspondencia biunívoca entre posiciones e instantes de tiempo, que puede describirse como una función matemática entre dos conjuntos: el de las posiciones que ocupa la flecha a lo largo de su trayectoria y el de los instantes de tiempo en los cuales la flecha ocupa tales posiciones. Es decir, como una función que hace corresponder distintos puntos en el espacio a diferentes instantes de tiempo.

De este modo, moverse desde A hacia B es simplemente ocupar los puntos intermedios en los instantes intermedios; en otras palabras, moverse consiste en estar en puntos particulares en los instantes correspondientes. Si se pregunta cómo es que la flecha se mueve de un punto A hasta otro B, la respuesta es que la flecha se encuentra en distintos puntos de la trayectoria entre A y B, en diferentes instantes de tiempo. Pero, si se pregunta cómo es que la flecha se mueve desde un punto hasta el punto que le sigue inmediatamente, la respuesta es que en un continuo no hay ningún punto que tenga otro punto que sea su sucesor inmediato. De modo que no se puede plantear aquí la cuestión acerca de cómo se mueve la flecha desde un punto hasta el inmediatamente próximo, porque en un continuo no existe un punto que sea el sucesor inmediato de un punto dado. Así, la aplicación de la teoría 'at-at' del movimiento al problema de la transmisión de marcas da lugar a la denominada "teoría 'at-at' de la transmisión de marcas".

Con esta teoría 'at-at' de la transmisión de marcas Salmon considera poder distinguir procesos causales de pseudo procesos, y explicar la transmisión de las influencias causales sin violar las restricciones impuestas por el empirismo humeano.⁷⁶ Sin embargo, en tanto su teoría se funda en la concepción matemática del movimiento como una sucesión infinita de estados contiguos de reposo entre dos cualquiera de los cuales puede interpolarse una infinidad de tales estados, puede cuestionarse la validez de la aplicación de esta interpretación matemática del movimiento a la realidad física. Pues la adecuación de las teorías aritméticas del continuo a realidad física es una hipótesis empíricamente inverificable, y lo es en un sentido mucho más profundo que aquel en el cual lo son las hipótesis científicas. Pues la dificultad, en este último caso, radica en la extrapolación a las infinitas instancias aún no analizadas aquello que se sabe de los ejemplos ya estudiados. Pero en el caso de la hipótesis del continuo no sólo se presenta el problema de justificar aquella extrapolación más allá de lo ya conocido, sino además el de justificar la interpolación de infinitos puntos -o instantes, o estados- entre otros dos puntos cualquiera.

En efecto, la hipótesis del continuo supone no sólo la posibilidad de recorrer un conjunto infinito numerable de instancias sino además la necesidad de colmar las brechas dejadas por nuestra experiencia, que es de carácter discontinuo. Tratamos de describir los fenómenos físicos como continuos, de reducirlos a funciones del tiempo, pero no del tiempo en tanto efectiva sucesión discreta de recuerdos que termina en el presente. Sino de un tiempo que es el prototipo de todos los continuos de la naturaleza, porque es un tiempo extrapolado más allá del presente y también

⁷⁵ Salmon, W.C., "An 'at-at' Theory of Causal Influence", *Philosophy of Science*, 44, n°2, June 1977, p. 221

⁷⁶ Salmon, W.C., "Causality without Counterfactuals", *Philosophy of Science*, LXI, N°2, June 1994, pp. 297

interpolado. Pues entre dos instantes -por próximos que estén en la memoria- insertamos un número indefinido de otros instantes llenando así los huecos dejados por nuestra experiencia inmediata mediante un proceso intelectual inconsciente. El error consiste en buscar en la realidad aquello que se origina en un proceso constructivo de orden intelectual que, a partir de nuestra experiencia discontinua, finita y limitada, elabora una representación ideal que supone un inconsciente pasaje al límite. Como este proceso es inconsciente, el producto es erróneamente asumido como una propiedad intrínseca de la realidad fenoménica. Y, en tanto apela a la continuidad definida en términos del continuo aritmético, Salmon no proporciona fundamento suficiente para sustentar su concepción de que la causalidad es una relación física. Por lo tanto, no logra demostrar que Hume estaba equivocado con respecto a que la conexión causal es puramente mental sino que, por el contrario, pone en evidencia el fundamento puramente intelectual de su noción de causación.

La idea de Salmon de que la relación de causalidad implica la continuidad espacio-temporal entre eventos causalmente conectados está fundada en el supuesto de que la ausencia de interrupciones en la conexión causal debe identificarse con la transmisión continua de acciones a través del espacio, es decir, con la interacción por contacto. Así, excluye la acción a distancia del ámbito de la causalidad afirmando que los mecanismos de interacción y transmisión causal son estrictamente locales, y no dan lugar a lo que Einstein denominaba "fantasmal acción a distancia". Salmon asume que las interacciones ocurren en una región espacio-temporalmente restringida y que los procesos se transmiten en un modo espacio-temporalmente continuo. Pero este supuesto impide la aplicación de su modelo de explicación causal al dominio de la mecánica cuántica, pues la mecánica cuántica parece violar la causalidad local, ya que hay ciertos mecanismos cuánticos conocidos, como el colapso de la función de onda, que son radicalmente no locales. Por eso Salmon sostiene que el problema de la mecánica cuántica no es el problema del indeterminismo, sino el problema de la acción a distancia.

En efecto, el indeterminismo es compatible con la causalidad en la teoría de Salmon de los procesos y las interacciones causales. Pero la circunstancia de que haya situaciones experimentales en mecánica cuántica en las cuales se presentan correlaciones entre eventos remotos que no pueden ser explicadas mediante procesos causales continuos e interacciones causales locales, según el modelo de explicación causal de Salmon, lo conduce a sostener que la mecánica cuántica no provee explicaciones causales de este tipo de correlaciones. Y como -desde la perspectiva de Salmon- a nivel cuántico hay mecanismos no causales subyacentes a ciertos fenómenos, estos no pueden ser adecuadamente comprendidos. Estos resultados experimentales pueden derivarse de principios generales, como el de conservación del spin, pero no hay mecanismos que permitan proporcionar explicaciones causales de estas correlaciones remotas -por lo menos, en los términos de la concepción causal de Salmon-. De modo que, aunque contamos con una teoría unificada que da cuenta de los fenómenos cuánticos, Salmon sostiene que no tenemos una captación adecuada de los mecanismos subyacentes que los producen, persistiendo, así, la sensación de que no fue

explicado algo que necesitaba ser explicado.⁷⁷ En suma, la teoría cuántica ofrece sólo explicaciones por unificación, pero no de tipo mecánico-causal, a diferencia de lo que ocurre en otras disciplinas donde es al menos en principio posible proporcionar explicaciones de ambos tipos.⁷⁸

Salmon señala que en el ámbito de la mecánica cuántica tenemos teorías extremadamente bien confirmadas que nos permiten predecir hechos que se corroboran experimentalmente. Por esa razón algunos filósofos consideran que comprendemos los fenómenos cuánticos, en la medida en que contamos con una teoría unificada. Contrariamente a esta opinión, Salmon cree que no tenemos una captación adecuada de los mecanismos subyacentes que producen estas correlaciones remotas. Y que, en consecuencia, estos fenómenos nos parecen completamente misteriosos puesto que carecemos de una explicación mecánico-causal que nos permita entenderlos⁷⁹. Como consecuencia de la imposibilidad de extender su modelo causal de explicación al ámbito de la mecánica cuántica, Salmon concluye que hay varias virtudes explicativas, dos de las cuales son la propia de las explicaciones por unificación y la de las explicaciones causales. De este modo, creemos, abandona su primitivo ideal de integrar ambos modelos de explicación en una única concepción y se limita a afirmar el carácter no excluyente de estos modelos.

Por lo dicho hasta aquí, es evidente que los nexos causales que Salmon intenta elucidar, tanto en la formulación original de su teoría causal de la explicación como en la teoría posteriormente reformulada, tiene un papel tan importante dentro de la explicación que no parece ajustarse al tipo de explicaciones que comúnmente se emplean en otras áreas de la investigación científica. Así, diversos autores han señalado⁸⁰ que, no sólo en la mecánica cuántica -como ya vimos- sino también en la teoría general de la relatividad, en matemática pura y en la lingüística formal, las explicaciones usuales no se adecuan al modelo de Salmon. Por otra parte, en su tentativa de eludir tanto el problema de la definición de ley como el de la determinación de las condiciones de verdad de los condicionales contrafácticos, Salmon adopta una concepción de la explicación causal relativizada con respecto al estado del conocimiento en un momento dado. Pues tanto la noción de proceso causal genuino como la de interacción causal dependen de lo que la ciencia considera como una cantidad que se conserva o como una ley de conservación en cierto momento de la historia.

⁷⁷ Salmon, W.C., *Four Decades of Scientific Explanation*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1990, pp.186

⁷⁸ Salmon, W.C., "Scientific Explanation: Causation and Unification". *Crítica*, XXII, 66, 1990, pp. 15

⁷⁹ Salmon, W.C., "The Value of Scientific Understanding", *Philosophica*, 51, I, 1993, pp. 16.

⁸⁰ Kitcher, P., "Explanatory Unification and the Causal Structure of the World", *Scientific Explanation*, Minneapolis: University of Minnesota Press, Kitcher & Salmon (eds.), 1989, y Woodward, J., "The Causal Mechanical Model of Explanation", *Scientific Explanation*, Minneapolis: University of Minnesota Press, Kitcher & Salmon (eds.), 1989

6.5. La controversia entre Salmon y Dowe.

Señalamos en la sección anterior que Salmon considera necesario modificar la teoría causal de Dowe de modo tal que la definición D2 en lugar de referirse a cantidades que se conservan se refiera a cantidades invariantes. Además, Salmon sostiene que debe evitarse la posibilidad de afirmar que una entidad manifiesta una cantidad invariante cuando esto ocurre por el mero hecho de que a esa entidad sólo pueda atribuírsele un valor nulo de tal cantidad. Pero la enmienda más importante que requiere la teoría de Dowe es, según Salmon, la que permite diferenciar los casos en los que una cantidad invariante es realmente transferida de los casos en los cuales tal cantidad invariante sólo se muestra en el punto espacio-temporal apropiado. Recordemos que esta teoría modificada de la causalidad que Salmon propone conserva la ventaja que la formulación original de la teoría de Dowe tenía sobre la formulada por Salmon anteriormente: la de no involucrar condicionales contrafácticos. Pero, en su opinión, esta teoría reformulada supera a la de Dowe al incluir la teoría 'at-at' de la transmisión de modificaciones causales, que es fundamental para comprender la causalidad física.

Sin embargo, Dowe rechaza la necesidad de invocar el concepto de transmisión, de modo que considera innecesario agregar la definición D3 pues, en su opinión, la noción de transmisión definida por Salmon equivale a la posesión continua. En consecuencia, Dowe considera que no hay ninguna ventaja en apelar a la noción de transmisión -como hace Salmon- en lugar de apelar a la noción de posesión -como hace él mismo-. Por eso, Dowe sugiere que Salmon debe eliminar la definición D3 y sustituir $D2^{*81}$ por $D2^{82}$. Además, en respuesta al contraejemplo propuesto por Salmon acerca de la mancha luminosa que se desplaza sobre la pared, Dowe replica que éste no es un caso de proceso causal en su teoría.⁸³

En efecto, la mancha luminosa no posee energía, ni momento ni ninguna cantidad que se conserva -aunque sí posee velocidad, tamaño, forma, etc.- Lo que en realidad posee energía es la porción iluminada de la pared, pero ésta no se mueve, su línea cósmica constituye un proceso causal y no es capaz de moverse más rápido que la velocidad de la luz. La mancha luminosa sí se mueve y puede hacerlo a una velocidad mayor que la de la luz, pero no posee energía, así que constituye un pseudo proceso. De este modo, Dowe defiende que la posesión de una cantidad de cierta magnitud física que se conserva es un criterio adecuado para discernir entre procesos causales y pseudo procesos.

En disidencia con la opinión de Dowe acerca de la prescindibilidad de la noción de transmisión en una teoría adecuada de la causalidad, Salmon formula un nuevo contraejemplo que pretende mostrar la insuficiencia de la teoría de Dowe. Con este ejemplo, Salmon procura probar que es necesario apelar al concepto de transmisión de una

⁸¹ $D2^*$: Un proceso causal es una línea cósmica de una entidad -propia de la ontología científica o del sentido común- que transmite un valor no nulo de una cantidad invariante en cada punto espacio-temporal de su trayectoria.

⁸² $D2$: Un proceso causal es una línea cósmica de un objeto que posee un valor constante no nulo de una cantidad invariante en cada momento de su historia.

magnitud física invariante para distinguir procesos causales genuinos de pseudo-procesos. Salmon⁸⁴ propone considerar no ya la mancha luminosa girando sobre la pared, sino el agregado de todas las porciones de pared que son iluminadas sucesivamente por el movimiento de la linterna, tomadas durante el tiempo en que están iluminadas. El autor argumenta que, de acuerdo con la teoría de Dowe, la línea cósmica de este objeto constituido por las porciones de pared sucesivamente iluminadas consideradas colectivamente califican como un proceso causal. Pues cada una de esas partes de superficie de pared está absorbiendo energía como resultado de ser iluminada por la linterna, de modo que el agregado de todas ellas considerado como un objeto posee una cantidad invariante de energía. Sin embargo, si bien este objeto posee energía en el intervalo relevante, no transmite energía, de modo que la línea cósmica de este objeto no constituye un proceso causal en la teoría de Salmon, aunque sí en la de Dowe. En consecuencia, concluye Salmon, la definición de proceso causal en términos de la noción de posesión es insuficiente, así que es necesario introducir el concepto de transmisión de cantidades invariantes.

En respuesta al contraejemplo planteado por Salmon, Dowe sostiene que si éste fuera aceptable -cosa que Dowe cuestiona- también afectaría a la teoría de Salmon. Pues, Dowe reitera, la noción de transmisión empleada por Salmon equivale a la mera posesión o manifestación regular de una cantidad invariante. De modo que si las porciones de pared iluminadas sucesivamente al girar la linterna cuentan como casos de posesión regular de una cantidad invariante, también cuentan como un caso de transmisión de una cantidad invariante.

Salmon replica que la crítica de Dowe es insostenible, porque no toma en cuenta la definición D3 de su teoría, que impide las interacciones externas.⁸⁵ La mancha luminosa que gira sobre la pared existe sólo en virtud de la iluminación constante que proviene de la linterna giratoria ubicada en el centro de la habitación. De modo que la energía que se manifiesta en las porciones de pared sucesivamente iluminadas está presente sólo porque está siendo continuamente aportada por una fuente externa. Por esa razón, argumenta Salmon, este es un caso en el cual la cantidad invariante está presente en todas las etapas intermedias del pseudo-proceso pero no sin que ocurran interacciones que implique un intercambio de esa cantidad invariante en particular. Pero, según la teoría de Salmon, es crucial que en los procesos causales no haya intervención externa durante el intervalo que dura la transmisión de la cantidad en cuestión.

No obstante, es posible sostener que hay una premisa implícita en el argumento de Salmon según el cual el objeto constituido por el agregado de las porciones de superficie de pared sucesivamente iluminadas posee cierta cantidad de energía en todas las etapas del intervalo relevante, pero no transmite esa cantidad. La premisa implícita es que la cantidad de energía de una porción de superficie de pared no es idéntica a la de la porción contigua. Este argumento presupone que podemos distinguir entre las cantidades de energía de cada porción de superficie iluminada,

⁸³ Dowe, P., "Wesley Salmon's Process Theory of Causality and the Conserved Quantity Theory", *Philosophy of Science*, N° 59, 1992, p. 127.

⁸⁴ Salmon, W.C., "Causality without Counterfactuals", *Philosophy of Science*, LXI, N°2, 1994, p. 308

aunque el valor de estas cantidades sea siempre el mismo. Sólo en tal caso podríamos asegurar que no es la misma cantidad de energía de una porción la que se transmite a la porción contigua, sino que es otra cantidad de energía de igual valor la que se manifiesta la porción de superficie de pared contigua.

Sin embargo, es cuestionable el supuesto de que disponemos de un criterio de identificación para instancias de propiedades que nos permita diferenciar las cantidades iguales de energía presentes sucesivamente en cada una de las porciones de superficie de pared iluminadas. Si, como asume Salmon, es posible considerar como un objeto único el agregado de todas las porciones de pared sucesivamente iluminadas, ¿por qué no podemos considerar cada una de las cantidades de energía que se manifiestan sucesivamente en las porciones de pared iluminadas, como la misma cantidad de energía, y no como cantidades de igual valor?, ¿por qué cada una de esas cantidades de energía, consideradas colectivamente, no podría ser la instancia de una única propiedad que se manifiesta sucesivamente en las porciones de pared iluminadas? Si la alternativa que sugerimos es admisible, entonces podemos sostener que es una misma cantidad de energía la que está siendo transmitida de cada porción de pared a la porción contigua, y no diversas cantidades iguales en valor que se manifiestan en cada porción sucesivamente, como Salmon pretende. En suma, si se admite la alternativa sugerida, el agregado de porciones de pared iluminadas sucesivamente puede considerarse como un proceso causal también en la teoría de Salmon, de modo que ésta es tan vulnerable al contraejemplo en cuestión como la teoría de Dowe.

Es interesante observar que si no admitimos la premisa de que hay criterios para distinguir entre instancias de una propiedad, entonces la teoría de Salmon podría eludir este contraejemplo sólo si reinterpretemos la definición de transmisión de modo que suponga una condición contrafáctica. Pues sólo en este caso la teoría de Salmon podría garantizar que no es la misma cantidad de energía la que se manifiesta en cada porción de pared, es decir, que la cantidad de energía en cuestión no está siendo transmitida sino aportada desde fuera momento a momento. De otro modo, Salmon no podría asegurar que si esa cantidad de energía no hubiera sido suministrada nuevamente en cada caso por una fuente externa, no se habría manifestado en la porción contigua a una porción de pared cualquiera previamente iluminada.

La necesidad de interpretar la definición de transmisión de modo que suponga una condición contrafáctica puede apreciarse mejor mediante el siguiente ejemplo. Supongamos que el muro cilíndrico del ejemplo de Salmon está recubierto por una placa metálica que posee una densidad de carga eléctrica no nula uniformemente distribuida sobre toda su superficie. Y supongamos que se proyecta una sombra sobre ella, de modo tal que durante el movimiento de la sombra la medida del área del muro metálico cubierto por la sombra permanece constante. En estas condiciones, dada la uniforme distribución de la densidad de energía en el muro metálico, la sombra tendrá durante toda la trayectoria una cantidad constante de carga eléctrica. Puesto que la sombra puede proyectarse de modo tal que describa una

⁸⁵ Salmon, W.C., "Causality and Explanation: a Reply to two Critics", *Philosophy of Science*, 64, 1997, p 466

trayectoria circular sobre el muro metálico, la velocidad del movimiento de la sombra puede superar la velocidad de la luz, de modo que es un pseudo-proceso. Entonces, si no aceptamos el supuesto de que hay criterios para distinguir entre instancias de una propiedad, podemos afirmar que la sombra transmite una cantidad invariante de carga eléctrica, pues la sombra no participa de ninguna interacción causal mientras se desplaza. En consecuencia, el movimiento de la sombra debe considerarse como un proceso causal en la teoría de Salmon, lo cual es inadmisibles. El único modo de garantizar que el movimiento de la sombra no es un proceso causal, es decir, que no transmite la cantidad invariante en cuestión, es suponer que si el muro metálico no hubiera suministrado su carga eléctrica en cada uno de los puntos de la trayectoria de la sombra, ésta no hubiera poseído esa cantidad de carga eléctrica en ese punto. Pues el análisis de la noción de transmisión en términos de la teoría "at-at" del movimiento hace que esta noción sea equivalente a la de mera posesión o manifestación regular, como sostiene Dowe, a menos que se interprete la definición D3 como suponiendo una condición contrafáctica. En suma, sin una interpretación contrafáctica de la definición de transmisión, la teoría de Salmon no permite discriminar auténticos procesos causales de pseudo-procesos.

Es interesante señalar que Dowe niega la aceptabilidad del pretendido contraejemplo de Salmon, indicando que viola las restricciones supuestas implícitamente por su teoría relativas a qué entidades califican como objetos genuinos. Tales restricciones establecen, por ejemplo, que para que el objeto exista en un instante dado debe estar completamente presente en ese instante no sólo una parte temporal del objeto, sino todo el objeto. De este modo, el agregado de porciones de superficie de pared iluminadas sucesivamente por el movimiento de la linterna no constituye un objeto genuino sino un objeto espurio cuya definición varía en función del tiempo, porque no satisface el criterio de estar completamente presente en cualquier momento dado de su historia.

Una dificultad que Dowe reconoce en este modo de considerar los objetos, es la de establecer la identidad de un objeto a lo largo del tiempo. Pues, si un objeto está completamente presente en un momento ¿en qué sentido podemos decir que es el mismo objeto después? En efecto, incluso con respecto a un supuesto objeto x es posible afirmar que posee cantidades invariantes de ciertas magnitudes físicas en el intervalo en cuestión, aunque x sea definido del siguiente modo:

- para $t_1 \leq t \leq t_2$ x es la moneda que está en el bolsillo de Dowe
- para $t_2 \leq t \leq t_3$ x es el lápiz rojo que está en el escritorio de Dowe
- para $t_3 \leq t \leq t_4$ x es el reloj de Dowe

De todos modos, Dowe identifica procesos causales genuinos a través del tiempo presuponiendo una relación de identidad de objetos a lo largo del tiempo, y asume esta relación como un primitivo⁸⁶.

Salmon cuestiona la restricción que Dowe impone a las entidades para que puedan considerarse como objetos genuinos, señalando que Dowe apela en este punto al concepto de genidentidad sin proporcionar un análisis de esta controvertida noción. Si consideramos la porción espacio-temporal de superficie de pared iluminada por el movimiento de la linterna, cada parte de la superficie pertenece a ésta porción sólo durante el tiempo que está siendo iluminada. Podríamos decir, entonces, que éste no es un objeto genidéntico porque no consiste de las mismas moléculas en los diferentes momentos de su historia. Pero esta afirmación es problemática, pues si la aceptamos también tendríamos que admitir que un barco que hubiera sido reparado tantas veces que ya no tuviera ninguna de sus partes originales, tampoco sería el mismo barco. Así, Salmon concluye que su teoría de la transmisión de cantidades invariantes posee al menos una ventaja sobre la teoría causal de Dowe. Pues mientras éste introduce un concepto de identidad a través del tiempo carente de un adecuado análisis, su propia teoría causal evita esta dificultad apelando a la noción de transmisión, que Salmon considera adecuadamente analizada en términos de su teoría "at-at" del movimiento.

Sin embargo, creemos que la teoría de Salmon supone implícitamente un criterio de identidad similar al de Dowe, pero aplicable a las instanciaciones de una propiedad. Pues no considera como una misma instanciación de una propiedad al agregado de las cantidades de energía que se manifiestan sucesivamente en cada porción de superficie de pared iluminada, presumiblemente porque que la definición de la instanciación de esa propiedad incluye un parámetro temporal. Así, la ventaja que según Salmon tiene su teoría de la transmisión de cantidades invariantes con respecto a la de Dowe parece desvanecerse, pues la propia teoría de Salmon presupone una relación de identidad a través del tiempo para instanciaciones de propiedades, a menos que se acepte reinterpretar la definición de transmisión en términos de condiciones contrafácticas, como había hecho Salmon previamente. En consecuencia, la nueva teoría de Salmon no resulta satisfactoria, pues sólo parece evitar los inconvenientes que él mismo señala en la teoría de Dowe al precio de enfrentar las objeciones señaladas por Kitcher a propósito de la versión anterior de la teoría, la de transmisión de marcas.

⁸⁶ Dowe, P, "Causality and Conserved Quantities: a Reply to Salmon", *Philosophy of Science*, 62, 1995, p. 330

6.6. El problema de la relevancia explicativa en la teoría causal de Salmon.

A modo de síntesis, podríamos resumir las consideraciones efectuadas hasta aquí con respecto a los trabajos de Salmon, señalando que la motivación principal de su teoría causal de la explicación elaborada a partir de 1984 es su intención de superar las dificultades que presentan los modelos nomológico-inferenciales -como el de cobertura legal- y aun su propio modelo de relevancia estadística para dar cuenta de la relación de relevancia explicativa. El autor sugiere, entonces, identificar la pertinencia explicativa con una relación causal, que de acuerdo con su teoría consiste en una red física de procesos causales que permiten la propagación de influencias causales, e interacciones causales que producen estas influencias.

En la formulación original de la teoría de Salmon, un proceso causal se define como aquel capaz de transmitir una marca, y la noción de transmisión de marcas es de índole contrafáctica. Pues el hecho de que un proceso transmita una marca depende de cómo se habría comportado si no hubiera sido marcado. Similarmente, la noción de interacción causal de la propuesta original de Salmon también es de naturaleza contrafáctica, pues los cambios en las propiedades de dos procesos causales que se intersecan constituyen una interacción causal sólo en el caso de que estos cambios no se hubieran producido si la intersección de los procesos no hubiera ocurrido. La introducción de una marca en un proceso causal es un caso particular de la interacción causal, y por lo tanto, la noción de introducción de una marca es, asimismo, de índole contrafáctica. Pero, como los valores de verdad de los contrafácticos involucrados no se pueden determinar sencillamente mediante tests empíricos, las relaciones causales de su teoría resultan epistémicamente inaccesibles.⁸⁷

Con todo, dejando de lado esta dificultad, puede cuestionarse que el nexo de los procesos causales e interacciones causales de la teoría de Salmon no es lo suficientemente rico como para permitir una elucidación adecuada de la relevancia explicativa. Esta es, por lo menos, la opinión de Hitchcock. Este autor considera, además, que la reformulación de la teoría causal de la explicación que Salmon expone en "Causality without Counterfactuals", en 1994, aunque ofrece una nueva caracterización de los procesos causales y las interacciones causales, tampoco permite alcanzar este objetivo. Para fundamentar su crítica contra la versión original de la teoría causal de Salmon, Hitchcock proporciona el siguiente ejemplo: supongamos que en una partida de pool, la bola blanca, las otras ocho bolas y la tronera están alineadas y que un jugador golpea la bola blanca de modo tal que consigue introducir las ocho bolas en la tronera. Pero, antes de golpear la bola blanca, el jugador había puesto tiza azul en su taco y parte de ese polvo de tiza azul quedó en la bola blanca cuando la golpeó. Si analizamos este ejemplo a la luz del modelo de Salmon, podemos encontrar dentro del cono de luz del pasado del evento consistente en la introducción de las ocho bolas en la

⁸⁷ Kitcher, P., "Explanatory Unification and the Causal Structure of the World", *Scientific Explanation*, Minneapolis: University of Minnesota Press, Kitcher & Salmon (eds.), 1989, p.470-475.

tronera, la interacción causal entre el taco y la bola blanca, el proceso causal consistente en el movimiento de la bola blanca, la interacción causal de la bola blanca y las otras ocho bolas, y los procesos causales correspondientes a los movimientos de estas bolas. Pero, lo que no encontramos aquí en modo alguno es la relación de relevancia explicativa.⁸⁸

Hitchcock insiste en que la relación de pertinencia explicativa no se verifica entre regiones del continuo espacio-temporal, sino entre propiedades instanciadas en ciertas regiones del espacio-tiempo. Pues consideramos que la cantidad de movimiento lineal de la bola blanca es relevante con respecto a la ubicación final de las otras ocho bolas, pero no creemos que lo sea la mancha de tiza azul sobre la bola blanca. Sin embargo, ambas propiedades del proceso causal desempeñan un papel si se analiza este ejemplo desde la perspectiva del modelo de Salmon. En efecto, recordemos que algo es un proceso causal si es capaz de transmitir marcas, es decir, modificaciones en alguna propiedad del proceso, y una marca se transmite si esta nueva propiedad se manifiesta durante algún lapso de tiempo. No obstante, una explicación de este ejemplo formulada por Salmon muy probablemente no haría referencia a estas propiedades. Al ubicar dentro de su red de nexos causales el evento consistente en la introducción de las ocho bolas en la tronera, Salmon sólo atribuiría a la bola blanca la propiedad de ser un proceso causal.

Estas reflexiones conducen a Hitchcock a sostener que nuestros juicios acerca de la relevancia explicativa se corresponden estrechamente con nuestros juicios acerca de la verdad de enunciados contrafácticos. Así, la posición de Hitchcock es similar a la de Woodward, quien considera que una explicación debe proveer recursos para dar respuesta a preguntas del tipo "¿Qué habría ocurrido si las circunstancias hubieran sido diferentes a las que de hecho se verificaron?". De este modo, en el ejemplo anterior, diríamos que las ocho bolas habrían caído en la tronera aun si la bola blanca no hubiera sido marcada con la tiza azul. El autor no se compromete, si embargo, con la afirmación de que la relación de relevancia explicativa debe ser analizada en términos de relaciones de dependencia contrafáctica, ni con la tesis de que nuestros juicios acerca de pertinencia explicativa se correspondan más estrechamente con nuestros juicios acerca de relaciones de dependencia contrafáctica que con nuestros juicios acerca de relaciones de relevancia estadística.

No obstante, indicamos ya que la caracterización de los procesos e interacciones causales que proporciona Salmon supone relaciones de dependencia contrafáctica. Sin embargo, el modo en que son caracterizadas las nociones de procesos e interacciones causales no es específico en sus compromisos contrafácticos. Por ejemplo, se nos dice que algo es un proceso causal si algunas de las propiedades ulteriores del proceso dependen de algunas de las propiedades previas, pero no se nos indica cuáles propiedades son las que debemos considerar. Así, la interacción causal entre el taco y la bola blanca produce al menos dos marcas: la mancha de tiza azul sobre la bola blanca y la cantidad de movimiento lineal que se transmite a esta bola en el golpe. Ambas marcas se transmiten en el proceso

⁸⁸ Hitchcock, C.R., "Discussion: Salmon on Explanatory Relevance", *Philosophy of Science*, 62, 1995, p.310.

causal consistente en el movimiento de la bola blanca después de ser golpeada por el taco. Sin embargo, la mancha de tiza no parece explicativamente relevante con respecto al evento consistente en la introducción de las ocho bolas en la tronera, pero la cantidad de movimiento lineal sí.

Hitchcock considera que la reformulación que Salmon efectúa de su teoría causal -en términos de intercambios de una cantidad invariante y transmisión de una cantidad invariante- tampoco elude la necesidad de sustentarse sobre relaciones de dependencia contrafáctica. En efecto, supongamos, por ejemplo, que se proyecta una sombra sobre una placa metálica cuya superficie tiene distribuida uniformemente una densidad de carga eléctrica no nula. Y supongamos que la sombra se mueve sobre la placa de modo tal que la medida del área de la placa cubierta por la sombra permanece constante. En tal circunstancia, mientras se desplaza sobre la placa, la sombra tendrá una cantidad constante de carga eléctrica, es decir, una cantidad invariante y que se conserva. Pero la sombra no participa de ninguna interacción causal mientras se mueve de ese modo, en consecuencia -de acuerdo con la tercera definición de Salmon- la sombra transmite carga eléctrica, y -por la segunda definición- su movimiento constituiría un proceso causal, lo cual es inadmisibile. Este contraejemplo podría eliminarse con la teoría original de Salmon -la que tenía un sustento contrafáctico- pues cualquier cambio en la densidad de carga en cualquier punto de la placa no podría ser transmitido por la sombra, de modo que su movimiento no constituye un proceso causal.

En suma, Hitchcock opina que ninguna de las teorías causales que Salmon formula proporciona un método infalible para distinguir procesos e interacciones causales de pseudo procesos e interacciones no causales. Y, con respecto a la última versión, tampoco ella es capaz de dar cuenta de la relación de relevancia explicativa. Porque al describir la ubicación de un fenómeno explanandum en la red de procesos e interacciones causales, sólo garantizamos que algunas cantidades invariantes se transmiten mediante esos procesos y que algunas cantidades invariantes se intercambian en las interacciones causales, pero no identificamos la pertinencia explicativa de tales cantidades invariantes con respecto al explanandum.⁸⁹ Así, en el ejemplo de la partida de pool, la bola blanca en movimiento transmite muchas propiedades invariantes: la cantidad de movimiento lineal, la cantidad de movimiento angular, la carga eléctrica, etc. pero sólo la cantidad de movimiento lineal es explicativamente relevante con respecto a la caída de las otras bolas dentro de la tronera.

En síntesis, así como en 1965 Salmon demuestra que el modelo de cobertura legal no logra capturar la relación de relevancia explicativa, Hitchcock muestra que la teoría causal de Salmon plantea la misma dificultad, en la medida en que no proporciona un fundamento adecuado para establecer qué propiedades involucradas en los procesos e interacciones causales son explicativamente pertinentes con respecto a un determinado explanandum. Hitchcock atribuye esta falencia al hecho de que la teoría causal de Salmon -en cualquiera de sus versiones- es exclusivamente geométrica. Es importante señalar que la principal motivación de Salmon para elaborar su concepción

causal consistió en que su modelo de relevancia estadística tampoco daba cuenta de la relación de relevancia explicativa. Por esta razón, y en respuesta a las críticas de Hitchcock, Salmon concluye que las relaciones de relevancia estadística, en ausencia de la consideración de procesos causales, carecen de pertinencia explicativa, y que además, la interconexión de procesos causales, en ausencia de la consideración de las relaciones de relevancia estadística, también carecen de relevancia explicativa.⁹⁰ Sin embargo, el autor no proporciona evidencia que muestre que ambos factores -las conexiones causales y la relevancia estadística- puedan complementarse de manera tal que permitan garantizar la relevancia explicativa de un explanans con respecto a un explanandum dado.

Por otra parte, es importante observar que, aunque Salmon pudiera probar que es posible elucidar la noción de pertinencia explicativa integrando a su teoría causal la consideración de relaciones de relevancia estadística, debería enfrentarse al problema de caracterizar la noción de enunciado nomológico genuino. Pues el autor considera la dependencia contrafáctica como un caso límite de la relevancia estadística, atribuyendo así, implícitamente, un carácter nomológico a los enunciados que expresan relaciones de relevancia estadística. Y dado que Hitchcock le recomienda incorporar consideraciones contrafácticas a su concepción causal, Salmon concluye que es necesario integrar el enfoque causal con consideraciones de dependencia estadística. De este modo, esta última propuesta de Salmon enfrenta la dificultad de justificar -sin recurrir a consideraciones causales- la distinción entre las afirmaciones de relevancia estadística nomotéticas y las que sólo son generalizaciones estadísticas accidentales.

⁸⁹ Hitchcock, C.R, "Discussion: Salmon on Explanatory Relevance", *Philosophy of Science*, 62, 1995, p.310.

⁹⁰ Salmon, W. C., "Causality and Explanation: A Reply to two Critics", *Philosophy of Science*, 64, 1997, pp-461-477.

6.7. El modelo de responsabilidad nómica de Grimes.

En "Explanatory Understanding and Contrastive Facts",⁹¹ luego de analizar las dificultades que enfrentan los tres enfoques más importantes en el análisis de la explicación —el pragmático, el inferencial y el causal— Th. Grimes concluye que la concepción causal no está completamente desencaminada, aunque es muy estrecha. Con el propósito de superar esta deficiencia, el autor sostiene que una explicación consiste en la comprensión de las condiciones nómicamente responsables del fenómeno explanandum. La noción de responsabilidad nómica es, según Grimes, más amplia que la de causación, pues la causación parece requerir algún tipo de transferencia de energía. En cambio, la responsabilidad nómica se funda en relaciones de relevancia nomológica. Grimes distingue dos tipos de relevancia nomológica, una fuerte y otra débil. El autor sostiene que:

X es nomológicamente relevante con respecto a Y en el sentido débil si y sólo si X e Y son lógicamente independientes, mutuamente consistentes y $p(Y/X) \neq p(Y/\neg X)$.

De acuerdo con Grimes, esta noción es más fuerte que la de relevancia estadística, pues la condición referida a probabilidades condicionales debe ser entendida en términos de propensiones de eventos particulares y no en términos de frecuencias estadísticas. Pero, de todos modos, esta noción es demasiado débil como para que sea útil en el análisis de la relación de responsabilidad nómica. En efecto, supongamos que un evento A —una descarga eléctrica entre una nube y la superficie terrestre— es nómicamente responsable de la ocurrencia simultánea de otro evento B —el relámpago producido por la descarga— lógicamente independiente de A. Y asumamos que, de acuerdo con las leyes de la naturaleza la descarga eléctrica A es una condición físicamente necesaria y suficiente para la ocurrencia del relámpago, de modo tal que es físicamente imposible que se produzca uno de estos eventos sin que suceda el otro. En este caso, la descarga eléctrica A y el relámpago B serían mutuamente nomológicamente relevantes en el sentido débil de esta noción. En consecuencia, si nos fundamos en esta noción débil, no hay forma de determinar si la descarga eléctrica entre la nube y la superficie terrestre es responsable de la ocurrencia del relámpago o si éste es responsable de que suceda la descarga. Por esta razón, Grimes concluye que es necesario apelar a la noción de relevancia nomológica fuerte.

Dado que es físicamente necesario que ni la descarga eléctrica A ni el relámpago B ocurran uno sin el otro, el autor propone considerar la situación contraria a las leyes físicas en la cual ambos eventos suceden espontáneamente por sí mismos. Y como, por hipótesis, la descarga A ocasiona el relámpago B pero la inversa no es cierta, si la descarga eléctrica A ocurriera espontáneamente, el relámpago B se produciría, pero si el relámpago B ocurriera

espontáneamente, la descarga eléctrica A no se produciría. Grimes emplea esta noción de ocurrencia espontánea para definir la relación de relevancia nomológica en sentido fuerte, y adiciona el asterisco "*" a todo símbolo que designa un evento para expresar la ocurrencia espontánea de ese evento. De acuerdo con el autor:

X es nomológicamente relevante en el sentido fuerte con respecto a Y si y sólo si X e Y son lógicamente independientes, mutuamente consistentes, y si $p(Y/X^*) \neq p(Y/\neg X^*)$.

Así, en el ejemplo que consideramos, la descarga eléctrica A es nomológicamente relevante en sentido fuerte con respecto al relámpago B, pero el relámpago B no es nomológicamente relevante en sentido fuerte con respecto a la descarga A, dado que $p(B/A^*) \neq p(B/\neg A^*)$, mientras que $p(A/B^*) = p(A/\neg B^*)$. A su vez, este concepto de relevancia nomológica en sentido fuerte proporciona una base para establecer cuál de estos eventos es nómicamente responsable de la ocurrencia del otro. Sin embargo, plantea la dificultad de que si un evento X fuera nomológicamente relevante con respecto a otro Y, entonces también la conjunción de X y Z sería nomológicamente relevante con respecto a Y. Pero Z podría ser una condición arbitraria cualquiera lógicamente independiente de X e Y, y mutuamente consistente con cada uno de estos eventos. Por ejemplo, raspar un fósforo es una condición nómicamente responsable en el sentido fuerte de que el fósforo se encienda, pero también lo es el raspar el fósforo en la oscuridad. Sin embargo, intuitivamente no consideraríamos que la oscuridad contribuya a que el fósforo se encienda.

Con el propósito de eludir el problema que plantea la consideración de factores explicativamente irrelevantes, y fundándose en la relación de relevancia nomológica en sentido fuerte, Grimes introduce la definición de "responsabilidad nómica" del siguiente modo:

X es una de las condiciones nómicamente responsables de la ocurrencia de Y si y sólo si X es nomológicamente relevante en sentido fuerte con respecto a la ocurrencia de Y y no hay un Z que sea una consecuencia propia de X tal que $p(Y/X) = p(Y/Z)$.

En esta definición, y aunque el autor no lo indica, debemos entender que Z tiene que ser diferente de X; con todo, no queda claro cómo debe interpretarse la expresión "consecuencia propia". De todos modos, lo que sí parece claro es que en esta definición se exige que X se comporte como un factor individual —o, por así decirlo, atómico— en el sentido de que no sea reducible a ninguna clase de composición.

⁹¹ Grimes, Th., "Explanatory Understanding and Contrastive Facts"; *Philosophica*, 51, 1, 1993, pp. 21-38.

El autor sostiene que en tanto la relevancia nomológica fuerte puede aplicarse a condiciones no causalmente vinculadas, la noción de responsabilidad nómica es más amplia que la de causalidad. Pero la causalidad no es inconsistente con la responsabilidad nómica sino un simple caso particular de una relación nomológica más general.

Grimes distingue entre dos nociones de responsabilidad nómica, una fuerte y otra débil, según si la relevancia nomológica involucrada es positiva o negativa, es decir, si la ocurrencia espontánea de una condición aumenta o disminuye las propensiones de un evento dado. La responsabilidad nómica fuerte admite tanto las condiciones que incrementan como las que disminuyen las propensiones. La responsabilidad nómica débil se restringe a las condiciones que aumentan las propensiones. Aunque la noción débil parece más compatible con nuestras intuiciones acerca de cómo la ocurrencia de un evento ocasiona la ocurrencia de otro, ambas nociones de responsabilidad nómica—la fuerte y la débil—son legítimas. Pero, según Grimes, la noción fuerte es la más adecuada para tratar el problema de la explicación científica.

Grimes reconoce que, en general, es casi imposible identificar todas las condiciones nómicamente responsables de la ocurrencia de un evento, y que muchas de estas condiciones son demasiado extrañas como para que pudieran considerarse genuinamente relevantes para el propósito de la comprensión de la ocurrencia del fenómeno a explicar. Por esta razón, el autor sostiene que ninguna teoría adecuada de la explicación científica debe requerir que una explicación correcta incluya una cantidad ilimitada de condiciones explicativas, algunas de las cuales son demasiado extrañas como para proveer comprensión. Así, si tenemos que explicar por qué cierto pedazo de papel tornasol devino rojo, podría considerarse como una condición nómicamente responsable de este evento el hecho de que el papel tornasol fue sumergido en un ácido. Pero también podrían ser condiciones nómicamente responsables que el papel no estuviera saturado de vinagre, ni cubierto con una capa protectora de cera, ni fuera destruido por un meteorito en el instante en que fue sumergido en el ácido, etc.

Grimes cuestiona la estrategia del enfoque nomológico deductivo para eludir este problema, que consiste en recurrir a la introducción de cláusulas *ceteris paribus*. Pero tampoco cree que el mero citar un subconjunto de causas relevantes contributivas proporcione una explicación correcta, como sostiene Humphreys. Y, con la intención de encontrar una solución satisfactoria a esta dificultad, Grimes propone efectuar una clasificación del tipo de evento a explicar. En efecto, el autor señala que el fenómeno explanandum no debe ser considerado como un evento único o aislado, sino como lo que denomina un “hecho contrastativo”, que pone de manifiesto un contraste entre objetos, propiedades o momentos temporales. Grimes adopta la definición del concepto de evento formulada por Kim⁹², según la cual un evento es la instanciación de una propiedad en un objeto en un momento temporal dado—por ejemplo, x tiene la propiedad F en el momento t—. Con esta definición, se pueden identificar tres tipos de hechos contrastativos, cada uno de los cuales refleja un tipo diferente de contraste, o bien en cuanto a una propiedad, o bien en cuanto a un

momento temporal, o bien en cuanto a objeto. El autor define las categorías de hecho-O, hecho-P y hecho-T del siguiente modo:

- La afirmación "x en lugar de y tiene la propiedad F en t" refiere a un contraste en cuanto a un objeto, que Grimes denomina "hecho-O".
- La afirmación "x tiene la propiedad F en lugar de la propiedad G en t" refiere a un contraste en cuanto a una propiedad, que Grimes denomina "hecho-P".
- La afirmación "x tiene la propiedad F en el momento t en lugar de tenerla en t'" refiere a un contraste en cuanto a un momento temporal, que Grimes denomina "hecho-T"

Así, 'Juan, en lugar de Pedro, contrajo paresia' es un hecho contrastativo de tipo O. En cambio, 'Juan contrajo paresia hoy, en lugar de ayer' es un hecho T, mientras que 'Juan contrajo paresia en lugar de SIDA' es un hecho contrastativo de tipo P. De acuerdo con el autor no hay un principio único para identificar condiciones nómicamente responsables de la ocurrencia de hechos contrastativos, de modo que no hay una forma de explicación apropiada para cualquiera de ellos. Por el contrario, el principio que debemos emplear para efectuar esta identificación dependerá del tipo de contraste que exhibe el evento a explicar en cada caso. Por ejemplo, el principio para identificar una condición nómicamente responsable de la ocurrencia de un hecho-P es el siguiente:

C es una condición nómicamente responsable del hecho-P de que x tiene la propiedad F en lugar de la propiedad G en t si y sólo si:

1. C es una de las condiciones nómicamente responsables por la ocurrencia de que x tenga la propiedad F-y no G en t.
2. $p(Fx \text{ en } t/C) - p(Fx \text{ en } t/\neg C) \neq p(Gx \text{ en } t/C) - p(Gx \text{ en } t/\neg C)$

Dada una propiedad cualquiera F, Grimes formula un principio similar para identificar condiciones nómicamente responsables de la ocurrencia de un hecho-T del siguiente modo:

C es una condición nómicamente responsable del hecho-T de que x tiene la propiedad F en el momento t en lugar de tenerla en t' si y sólo si:

1. C es una de las condiciones nómicamente responsables por la ocurrencia de que x tenga la propiedad F en el momento t y no-F en t'.
2. $p(Fx \text{ en } t/C) - p(Fx \text{ en } t/\neg C) \neq p(Fx \text{ en } t'/C) - p(Fx \text{ en } t'/\neg C)$

⁹² Kim, J., "Events as Property Exemplifications", *Action Theory*, Brand, M. & Walton, D., eds., Dordrecht: D. Reidel Publ., 1976, pp. 159-177.

Especificar las condiciones nómicamente responsables para un hecho contrastativo de tipo hecho-O es, según el autor, más complicado que hacerlo para hechos-P y hechos-T, porque C debe ser una condición basada sobre propiedades que no son compartidas por ambos objetos, propiedades que representen diferencias entre ambos. El principio para identificar condiciones nómicamente responsables de la ocurrencia de un hecho-O propuesto por Grimes es:

C es una condición nómicamente responsable del hecho-O de que x en lugar de y tenga la propiedad F en el momento t si y sólo si:

1. C es una de las condiciones nómicamente responsables por la ocurrencia de que x tenga la propiedad F en el momento t e y no tenga la propiedad F en t.
2. $p(Fx \text{ en } t/C) - p(Fx \text{ en } t/\neg C) \neq p(Fy \text{ en } t/C) - p(Fy \text{ en } t/\neg C)$
3. C está construida a partir de propiedades que no están instanciadas tanto en x como en y.

Grimes señala que si la comprensión explicativa consiste en comprender las condiciones nómicamente responsables de la ocurrencia del fenómeno explanandum, entonces, al tomar como objeto de la explicación un hecho contrastativo se pueden evitar las objeciones planteadas anteriormente con respecto a la existencia de una innumerable cantidad de condiciones para identificar, algunas de las cuales son demasiado extrañas para ser genuinamente relevantes. De acuerdo con su concepción, las condiciones extrañas fallan porque no dan lugar a una diferencia en el grado en el cual cambian las propensiones de los dos resultados asociados a un hecho contrastativo. Así, el hecho de que Juan padecía sífilis es una condición nómicamente responsable del hecho contrastativo P de que tiene paresia en lugar de tener SIDA, pero la circunstancia de que no fallecido por infarto no es una condición nómicamente responsable de este hecho.

En este punto, creemos importante destacar que Grimes define el concepto de responsabilidad nómica en términos de la relación de relevancia nomológica fuerte, y ésta última supone la posibilidad de determinar cuándo un evento sucede espontáneamente. Sin embargo, el autor no sólo no proporciona una elucidación satisfactoria de la noción de ocurrencia espontánea sino que, además, esta noción tal como él la presenta, se sustenta en consideraciones contrafácticas –o, más precisamente, contralegales-. En efecto, el autor considera que aun en el caso de dos eventos simultáneos A –la descarga eléctrica entre una nube y superficie terrestre- y B –el relámpago producido por la descarga-, tales que la ocurrencia de A es una condición físicamente necesaria y suficiente para la ocurrencia de B, es posible determinar que A es responsable de que suceda B y que B no es responsable de que suceda A. Esta posibilidad se manifiesta en la verdad de las siguientes afirmaciones condicionales: “Si A ocurriera espontáneamente, B sucedería” y “Si B ocurriera espontáneamente, A no sucedería”. Pero la verdad de un condicional contralegal no puede establecerse a partir del valor de verdad de su antecedente o su consecuente, sino sólo a partir del conocimiento de

que es una ley genuina que A es responsable de la ocurrencia de B, mientras que B no es responsable de la ocurrencia de A. Así, la verdad de "Si B ocurriera espontáneamente, A no sucedería" puede garantizarse por la falsedad de su antecedente, pero sólo podemos asegurar que es falso el antecedente si ya sabemos que es una ley genuina que A es responsable de la ocurrencia de B, que es una condición físicamente necesaria y suficiente para que suceda B, de modo que es imposible que B se produzca espontáneamente.

En suma, si se consideran las dificultades que conlleva la determinación de las condiciones de verdad de los condicionales contrafácticos y subjuntivos, se pone de manifiesto que la definición de relevancia nomológica fuerte no elude los problemas que enfrenta la tentativa de determinar las condiciones necesarias y suficientes para atribuir carácter nomológico o legaliforme a un enunciado. De modo que no es claro cuál es la ventaja que supone abandonar la referencia a enunciados nomológicos y adoptar la relación de responsabilidad nómica —que se funda en la de relevancia nomológica fuerte— en el análisis de la explicación científica.

Pero, además, la satisfacción de esta condición de responsabilidad nómica no es una condición necesaria para garantizar que un factor sea causalmente operativo o explicativamente pertinente. Con el propósito de poner en evidencia esta circunstancia, emplearemos una variante del ejemplo que Gluck y Gimbe⁹³ elaboraron para cuestionar la adecuación de la concepción de la explicación de Railton. Mediante este ejemplo mostraremos que una condición X no es nómicamente responsable de la ocurrencia de un fenómeno Y, siendo X e Y lógicamente independientes y mutuamente consistentes, y tales que satisfacen la condición " $p(Y/X^*) \neq p(Y/\neg X^*)$ " pero no se cumple la condición de que no haya un Z que sea una consecuencia propia de X tal que $p(Y/X) = p(Y/Z)$, aunque X es de todos modos la causa efectiva de Y. De modo que X debería ser una condición nómicamente responsable de la ocurrencia de Y, aunque hay un evento Z tal que se cumple $X \rightarrow Z$ y $p(Y/X) = p(Y/Z)$, y, por lo tanto, no se satisface la definición de relevancia nomológica de Grimes.

Supongamos, nuevamente, que tenemos un gato encerrado en una caja de plástico con piso metálico, y que la caja contiene un dispensador que en ciertas condiciones libera un gas venenoso en su interior. Este dispensador está conectado a un dispositivo A compuesto por un detector de partículas que se activa cuando presionamos un botón de A y por un sistema cuántico en el cual la probabilidad de que se emita una partícula durante un intervalo de tiempo de duración Δt es 0.5. Si el sensor de A detecta una partícula, envía una señal eléctrica hacia un cronómetro C conectado con el dispensador de gas venenoso, que hace que una hora después de recibida la señal se libere el gas dentro de la caja, matando el gato en el momento t' . En cambio, si el sensor de A no detecta ninguna partícula, nada sucede.

Recordemos que también está conectado a C un segundo dispositivo B, de iniciación independiente de A. B está compuesto por otro sistema cuántico que también emite una partícula en un intervalo de duración Δt con una

⁹³ La versión original de este ejemplo se expuso en la sección 6.1. de este capítulo.

probabilidad de 0.5, y está provisto con un detector de partículas que, además, permite determinar el spin de cualquier partícula detectada. Los resultados “partícula spin-up” y “partícula spin-down” son equiprobables. Si el sensor de B no detecta partícula alguna, entonces nada ocurre. Si detecta una partícula spin-up, envía una señal al cronómetro C que, o bien lo desactiva si estaba activado -evitando la liberación del gas venenoso- o bien no hace nada si no estaba activado previamente. En el caso de que el sensor de B detecte una partícula spin-down, envía la misma señal al cronómetro C, pero además envía un pulso eléctrico al piso metálico de la caja, electrocutando el gato. En estas condiciones, la probabilidad de que el gato no muera es 0.5, la probabilidad de que muera electrocutado es 0.25 y la de que muera envenenado por el gas es 0.25.⁹⁴

Imaginemos, una vez más, que en el momento t presionamos el botón del dispositivo A y que unos pocos nanosegundos antes de que transcurriera una hora desde el instante t se presionó el botón del dispositivo B y se detectó una partícula spin-down. Así, B envió una señal que desactivó el cronómetro C que había sido activado previamente por la señal enviada por A, pero además B emitió un pulso eléctrico que electrocutó el gato precisamente en t' . En estas condiciones, puede afirmarse que la circunstancia de que se presionaran sucesivamente A y B –que denominaremos “ $A \wedge B$ ”- es la causa de la muerte del gato –evento que denominaremos “M”-, aunque $A \wedge B$ no es una condición nómicamente responsable de M. En efecto, existe una condición –el presionar A- que es una consecuencia lógica de la condición $A \wedge B$ tal que $p(M/A \wedge B) = p(M/A)$ pues $p(M/A) = 0.5$ y $p(M/A \wedge B) = 0.5$, aunque $p(M/A \wedge B) \neq p(M/\neg(A \wedge B))$, ya que $0.5 \neq 0.65$. De modo que la responsabilidad nómica no es una condición necesaria para que un factor sea causalmente explicativo. Podría objetarse que A es sólo una consecuencia lógica de $A \wedge B$, y que éste no es el concepto al que Grimes se refiere con la expresión “consecuencia propia”. Con todo, podríamos defender este ejemplo señalando que el autor no indica cuál es el sentido que debe atribuirse a esta expresión. Por otra parte, es claro que en este contexto no puede entenderse “consecuencia” en el sentido efecto o término de una relación causal, pues de lo contrario, la propuesta de Grimes se tornaría circular.

Por otra parte, A parece satisfacer las condiciones que Grimes impone para la responsabilidad nómica, ya que $p(M/A) \neq p(M/\neg A)$, pues $0.5 \neq 0.375$, y no hay un evento Z que sea consecuencia de A y tal que $p(M/A) = p(M/Z)$, pero A no es la causa de M. De modo que la responsabilidad nómica tampoco es una condición suficiente para garantizar que una condición es causalmente explicativa.

⁹⁴ Recordemos que, como señalamos en el capítulo anterior, los posibles resultados del experimento pueden resumirse así:

	B detecta una partícula spin-up	B detecta una partícula spin-down	B no detecta partículas
A detecta una partícula	el gato no muere	el gato muere electrocutado	el gato muere envenenado
A no detecta partículas	el gato no muere	el gato muere electrocutado	el gato no muere

Podría argumentarse, no obstante, que es incorrecto afirmar que $A \wedge B$ es la causa efectiva de la muerte del gato, dado que B es la causa por la cual el gato murió electrocutado en lugar de morir envenenado. En tal caso, similarmente a lo que ya señalamos con respecto a A, B parece satisfacer las condiciones que Grimes impone para la responsabilidad nómica, ya que $p(M/B) \neq p(M/\neg B)$, pues $0.50 \neq 0.25$. Sin embargo, el caso que analizamos no es un caso en el cual sólo se presionó B sino un caso en el que se presionaron A y B, y B detectó una partícula spin-down. Y si se adujera que B y $A \wedge B$ son igualmente relevantes en el sentido estadístico con respecto a la electrocución del gato -ya que la probabilidad de que el gato muera electrocutado luego de que se presionara B es 0.25 y la probabilidad de que el gato muera electrocutado luego de que se presionaran sucesivamente A y B es 0.25- entonces se estaría considerando como causalmente explicativos sólo a los factores estadísticamente relevantes. En suma, contra la opinión de quienes pudieran cuestionar la consideración de condiciones nómicamente responsables que consistan en la conjunción de dos factores -en este caso, presionar sucesivamente los botones A y B- podría aducirse que en este ejemplo, ni A ni B por sí solos son la causa del evento a explicar.

Con todo, esta última objeción a nuestro argumento contra la definición de Grimes merece ser reconsiderada a la luz del principio para identificar condiciones nómicamente responsables de la ocurrencia de hechos contrastativos de tipo P. En efecto, podría aducirse que presionar A no puede considerarse como nómicamente responsable de la muerte del gato tal como lo es el presionar sucesivamente A y B. Pues, si sólo se hubiera presionado A, el gato habría sido envenenado, mientras que al presionar sucesivamente A y B, fue electrocutado, y los eventos de morir envenenado y de morir electrocutado son diferentes. Sin embargo, aún en este caso la definición de Grimes es insuficiente para determinar la relevancia causal, como quedará en evidencia al analizar si A, B, y $A \wedge B$ son condiciones nómicamente responsables de la ocurrencia del hecho contrastativo P de que el gato muera electrocutado en lugar de morir envenenado. Consideremos, entonces, si estos eventos satisfacen las condiciones de la definición de Grimes, a saber:

C es una condición nómicamente responsable del hecho-P de que x tiene la propiedad F en lugar de la propiedad G en t si y sólo si:

1. C es una de las condiciones nómicamente responsables por la ocurrencia de que x tenga la propiedad F y no tenga la propiedad G en t, es decir:
 - 1.a. $p(Fx \text{ en } t/C) \neq p(Fx \text{ en } t/\neg C)$ y
 - 1.b. $\neg \forall Z / Z$ es consecuencia de C y $p(Fx \text{ en } t/C) = p(Fx \text{ en } t/Z)$.
 - 1.c. $p(\neg Gx \text{ en } t/C) \neq p(\neg Gx \text{ en } t/\neg C)$ y

1.d $\neg VZ / Z$ es consecuencia de C y $p(\neg Gx \text{ en } t/C) = p(\neg Gx \text{ en } t/Z)$ ⁹⁵

2. $p(Fx \text{ en } t/C) - p(Fx \text{ en } t/\neg C) \neq p(Gx \text{ en } t/C) - p(Gx \text{ en } t/\neg C)$

Si denominamos "F" a la propiedad de morir electrocutado y "G" a la de morir envenenado, entonces, las probabilidades correspondientes serían las que consignamos en el siguiente cuadro:

	C = A ∧ B	C = A	C = B
p(Fx en t/C)	0.25	0.25	0.25
p(Fx en t/¬C)	0.125	0.125	0
p(Gx en t/C)	0.25	0.25	0.25
p(Gx en t/¬C)	0.25	0	0.25
p(¬Fx en t'/C)	0.75	0.75	0.75
p(¬Fx en t'/¬C)	1.25	0.375	0.50
p(¬Gx en t'/C)	0.75	0.75	0.75
p(¬Gx en t'/¬C)	1.25	0.5	0.25
1.a.1 $p(Fx \text{ en } t/C) \neq p(Fx \text{ en } t/\neg C)$	Sí	Sí	Sí
1.b.1. $\neg VZ / C \rightarrow Z$ y $p(Fx \text{ en } t/C) = p(Fx \text{ en } t/Z)$	No	Sí	Sí
1.c.1. $p(\neg Gx \text{ en } t'/C) \neq p(\neg Gx \text{ en } t'/\neg C)$	Sí	Sí	Sí
1.d.1. $\neg VZ / C \rightarrow Z$ y $p(\neg Gx \text{ en } t'/C) = p(\neg Gx \text{ en } t'/Z)$	No	Sí	Sí
1.a.2. $p(Gx \text{ en } t'/C) \neq p(Gx \text{ en } t'/\neg C)$	No	Sí	No
1.b.2. $\neg VZ / C \rightarrow Z$ y $p(Gx \text{ en } t'/C) = p(Gx \text{ en } t'/Z)$	No	Sí	Sí
1.c.2. $p(\neg Fx \text{ en } t'/C) \neq p(\neg Fx \text{ en } t'/\neg C)$	Sí	Sí	Sí
1.d.2. $\neg VZ / C \rightarrow Z$ y $p(\neg Fx \text{ en } t'/C) = p(\neg Fx \text{ en } t'/Z)$	No	Sí	Sí
$p(Fx \text{ en } t/C) - p(Fx \text{ en } t/\neg C)$	0.125	0.125	0.25
$p(Gx \text{ en } t/C) - p(Gx \text{ en } t/\neg C)$	0	0.25	0
2. $p(Fx \text{ en } t/C) - p(Fx \text{ en } t/\neg C) \neq p(Gx \text{ en } t/C) - p(Gx \text{ en } t/\neg C)$	Sí	Sí	Sí

En suma, es evidente que tanto A ∧ B como A y B satisfacen la segunda condición para la responsabilidad nómica con respecto a la ocurrencia del hecho contrastativo P de que el gato murió electrocutado y no envenenado.

⁹⁵ El autor no explicita –como interpretamos aquí– que las subcondiciones a, b, c, y d expresan exactamente lo mismo que la condición 1. Sin

Sin embargo, $A \wedge B$ —que es la causa real— no cumple la subcondición 1.b.1, ya que existe A, que es una consecuencia lógica de $A \wedge B$, tal que $p(Fx \text{ en } t / A \wedge B) = p(Fx \text{ en } t / A)$. Además, $A \wedge B$ tampoco satisface el requisito 1.d.1 por la misma razón., de modo que no es nómicamente responsable del evento en cuestión según la definición de Grimes. Así que la satisfacción de los requisitos para la responsabilidad nómica no constituye una condición necesaria para que una condición sea causalmente relevante. En cambio, A sí satisface todas las condiciones estipuladas por el autor para la responsabilidad nómica, aunque no es la causa real de la muerte del gato por electrocución, de modo que la responsabilidad nómica tampoco constituye una condición suficiente para la relevancia causal.

Podría aducirse que la teoría de Grimes es útil sólo para caracterizar condiciones nómicamente responsables que sean —en algún sentido— atómicas, y por esa razón permite determinar que A es nómicamente relevante con respecto a la electrocución del gato y que B también lo es, aunque no sirve para establecer que la conjunción de ambas condiciones es nómicamente responsable de la electrocución del gato. Sin embargo, una ligera variante de este ejemplo nos persuadirá de lo contrario. En efecto, supongamos, como antes, que se presionaron sucesivamente A y B, pero B no detectó partícula alguna y el gato murió envenenado. En este caso, tanto A como B son, nuevamente, causalmente relevantes para la explicación del envenenamiento del gato. Pero si bien el criterio de Grimes permite calificar a A como condición nómicamente responsable del evento, no sucede lo mismo con B. En efecto, A satisface los requisitos 1 y 2, mientras que B satisface 2 pero no 1.a.2, ya que la probabilidad de que muera envenenado si B fue presionado es igual a la probabilidad de que muera envenenado si B no fue presionado. En suma, aun considerando condiciones atómicas la satisfacción del criterio de responsabilidad nómica no es una condición necesaria para la relevancia causal.

Analicemos, ahora, si las condiciones que Grimes formula para identificar condiciones nómicamente responsables de un hecho contrastativo T son útiles para establecer la relevancia causal. Supongamos que cuando el sensor de A detecta una partícula, envía una señal al cronómetro C que hace que una hora después se descargue un pulso eléctrico sobre piso metálico de la caja, matando el gato en ese preciso instante t_A . Pero el cronómetro C también está conectado al dispositivo B, de iniciación independiente de A, que está provisto con un detector de partículas capaz de determinar el spin de cualquier partícula detectada. Si el sensor de B no detecta partícula alguna, entonces nada ocurre. Si detecta una partícula spin-up, envía una señal al cronómetro C que, o bien lo desactiva si estaba activado —evitando la descarga en t_A — o bien no hace nada si no estaba activado previamente. En el caso de que el sensor de B detecte una partícula spin-down, envía la misma señal al cronómetro C, pero simultáneamente envía un pulso eléctrico al piso metálico de la caja, electrocutando el gato en ese preciso momento t_B anterior a t_A . En suma, los posibles resultados de este experimento son los que resumimos en el cuadro de la página siguiente:

embargo, a la luz de la definición de responsabilidad nómica, creemos que esta interpretación es correcta.

	B detecta una partícula spin-up	B detecta una partícula spin-down	B no detecta partículas
A detecta una partícula	el gato no muere	el gato muere en t_B	el gato muere en t_A
A no detecta partículas	el gato no muere	el gato muere en t_B	el gato no muere

Consideremos el caso en que el botón del dispositivo A fue presionado en el instante t y una partícula fue detectada en el sensor de A. Supongamos que antes de transcurrida una hora del momento t se presiona B y su sensor detecta una partícula spin-down, de modo que B envía una señal que desactiva el cronómetro que había sido activado previamente por A y simultáneamente -digamos, en el instante t_B - envía un pulso eléctrico al piso metálico de la caja y electrocuta el gato en ese momento t_B previo a t_A .

Analicemos, ahora, las causas del hecho contrastativo T de que el gato murió en t_B en lugar de morir en t_A , para determinar si se cumplen las condiciones impuestas por Grimes para la relevancia nomológica, saber:

C es una condición nómicamente responsable del hecho-T de que x tenga la propiedad F de morirse en el momento t_B en lugar de tenerla en t_A si y sólo si:

1. C es una de las condiciones nómicamente responsables por la ocurrencia de que x tenga la propiedad de morirse -F- en el momento t_B y no tenga la propiedad F en t_A , es decir:
 - 1.a. $p(Fx \text{ en } t_B/C) \neq p(Fx \text{ en } t_B/\neg C)$ y
 - 1.b. $\neg VZ / Z$ es consecuencia de C y $p(Fx \text{ en } t_B/C) = p(Fx \text{ en } t_B/Z)$
 - 1.c. $p(\neg Fx \text{ en } t_A/C) \neq p(\neg Fx \text{ en } t_A/\neg C)$ y
 - 1.d. $\neg VZ / Z$ es consecuencia de C y $p(\neg Fx \text{ en } t_A/C) = p(\neg Fx \text{ en } t_A/Z)$

2. $p(Fx \text{ en } t_B/C) - p(Fx \text{ en } t_B/\neg C) \neq p(Fx \text{ en } t_A/C) - p(Fx \text{ en } t_A/\neg C)$

La tabla que consignamos a continuación muestra cuáles son los valores de probabilidad condicional requeridos para determinar si se cumplen los requisitos impuestos por Grimes para la relación de responsabilidad nómica, considerando como condiciones la presión sucesiva de ambos botones, y la presión de cada uno de ellos por separado:

	$C = A \wedge B$	$C = A$	$C = B$
$p(Fx \text{ en } t_B/C)$	0.25	0.25	0.25
$p(Fx \text{ en } t_B/\neg C)$	0.125	0.125	0
$p(Fx \text{ en } t_A/C)$	0.25	0.25	0.25
$p(Fx \text{ en } t_A/\neg C)$	0.25	0	0.25
$p(\neg Fx \text{ en } t_B/C)$	0.75	0.75	0.75
$p(\neg Fx \text{ en } t_B/\neg C)$	1.25	0.375	0.50
$p(\neg Fx \text{ en } t_A/C)$	0.75	0.75	0.75
$p(\neg Fx \text{ en } t_A/\neg C)$	1.25	0.5	0.25
1.a.1. $p(Fx \text{ en } t_B/C) \neq p(Fx \text{ en } t_B/\neg C)$	Sí	Sí	Sí
1.b.1. $\neg VZ / C \rightarrow Z$ y $p(Fx \text{ en } t_B/C) = p(Fx \text{ en } t_B/Z)$	No	Sí	Sí
1.c.1. $p(\neg Fx \text{ en } t_A/C) \neq p(\neg Fx \text{ en } t_A/\neg C)$	Sí	Sí	Sí
1.d.1. $\neg VZ / C \rightarrow Z$ y $p(\neg Fx \text{ en } t_A/C) = p(\neg Fx \text{ en } t_A/Z)$	No	Sí	Sí
1.a.2. $p(Fx \text{ en } t_A/C) \neq p(Fx \text{ en } t_A/\neg C)$	No	Sí	No
1.b.2. $\neg VZ / C \rightarrow Z$ y $p(Fx \text{ en } t_A/C) = p(Fx \text{ en } t_A/Z)$	No	Sí	Sí
1.c.2. $p(\neg Fx \text{ en } t_B/C) \neq p(\neg Fx \text{ en } t_B/\neg C)$	Sí	Sí	Sí
1.d.2. $\neg VZ / C \rightarrow Z$ y $p(\neg Fx \text{ en } t_B/C) = p(\neg Fx \text{ en } t_B/Z)$	No	Sí	Sí
$p(Fx \text{ en } t_B/C) - p(Fx \text{ en } t_B/\neg C)$	0.125	0.125	0.25
$p(Fx \text{ en } t_A/C) - p(Fx \text{ en } t_A/\neg C)$	0	0.25	0
2. $p(Fx \text{ en } t_B/C) - p(Fx \text{ en } t_B/\neg C) \neq p(Fx \text{ en } t_A/C) - p(Fx \text{ en } t_A/\neg C)$	Sí	Sí	Sí

De acuerdo con las probabilidades que figuran en la tabla, es evidente que $A \wedge B$ no satisface la condición para la responsabilidad nómica de la ocurrencia del evento consistente en que el gato murió en el instante t_B , ya que existe otra condición $Z=A$ tal que $C \rightarrow Z$ y $p(Fx \text{ en } t_B/C) = p(Fx \text{ en } t_B/Z)$. De modo que $A \wedge B$ no cumple el requisito 1.b.1. Además, $A \wedge B$ tampoco satisface el requisito 1.d.1 por razones análogas. Así, aunque $A \wedge B$ es la causa de la muerte del gato en el instante t_B , no es una condición nómicamente responsable de ese evento. En suma, la responsabilidad nómica no es una condición necesaria para la relevancia causal. En cambio, la condición A sí satisface los requisitos que Grimes impone para la responsabilidad nómica, aunque no es la causa de que el gato muera en el instante t_B . De modo que la satisfacción de las condiciones para la responsabilidad nómica tampoco constituye una condición suficiente para la relevancia causal.

Podría argumentarse, nuevamente, en defensa de la propuesta de Grimes, que ésta sólo pretende caracterizar condiciones nómicamente responsables que sean atómicas, y por esa razón permite determinar que A es nómicamente relevante con respecto a la muerte del gato en el instante t_B y que B también lo es, aunque no sirve para establecer que la conjunción de ambas condiciones es nómicamente responsable de la muerte del gato. Pero podemos responder esta objeción si consideramos una variante de este ejemplo en la que, como antes, se presionaron sucesivamente A y B, pero que B no detectó partícula alguna, y el gato murió en el instante t_A . En este caso, tanto A como B son, nuevamente, explicativamente relevantes con respecto a la muerte del gato en el instante t_A . Pero si bien el criterio de Grimes permite calificar a A como condición nómicamente responsable del evento, no sucede lo mismo con B. En efecto, A satisface los requisitos 1 y 2, mientras que B satisface 2 pero no 1.a.2, pues la probabilidad de que muera en el instante t_A si B fue presionado es igual a la probabilidad de que muera en el instante t_A si B no fue presionado. En suma, aun considerando condiciones atómicas la satisfacción del criterio de responsabilidad nómica no es una condición necesaria para la relevancia explicativa.

Otra variante de este ejemplo permitirá mostrar la inadecuación de la condición de responsabilidad nómica para hechos-O. Supongamos que la caja está dividida en dos compartimientos de modo tal que no pueda producirse intercambio gaseoso entre ellos, y que en cada uno de los compartimientos hay un gato. Estos compartimientos contienen sendos dispensadores que en ciertas condiciones liberan un gas venenoso en su interior. Uno de ellos está conectado a un dispositivo A compuesto por un detector de partículas que se activa cuando presionamos un botón de A y por un sistema cuántico en el cual la probabilidad de que se emita una partícula durante un intervalo de tiempo de duración Δt es 0,5. Si el sensor de A detecta una partícula, envía una señal eléctrica hacia un cronómetro C conectado con el dispensador de gas venenoso del compartimiento A, que hace que una hora después de recibida la señal se libere el gas dentro de ese compartimiento, matando al gato A en el instante t' . En cambio, si el sensor de A no detecta ninguna partícula, nada sucede.

También está conectado a C un segundo dispositivo B, de iniciación independiente de A. B está compuesto por otro sistema cuántico que también emite una partícula en un intervalo de duración Δt con una probabilidad de 0.5, y está provisto con un detector de partículas que, además, permite determinar el spin de cualquier partícula detectada. Los resultados "partícula spin-up" y "partícula spin-down" son equiprobables. Si el sensor de B no detecta partícula alguna, entonces nada ocurre. Si detecta una partícula spin-up, envía una señal al cronómetro C que, o bien lo desactiva si estaba activado -evitando la liberación del gas venenoso- o bien no hace nada si no estaba activado previamente. En el caso de que el sensor de B detecte una partícula spin-down, envía la misma señal al cronómetro C, pero además envía otra señal que hace que inmediatamente el dispensador de B libere el gas venenoso en el compartimiento B, matando al gato B. En estas condiciones, la probabilidad de que ningún gato no muera es 0.5, la

probabilidad de que muera el gato B es 0.25 y la de que muera el gato A es 0.25. Los posibles resultados del experimento pueden resumirse así:

	B detecta una partícula spin-up	B detecta una partícula spin-down	B no detecta partículas
A detecta una partícula	Ninguno de los gatos muere	Muere el gato B	Muere el gato A
A no detecta partículas	Ninguno de los gatos muere	Muere el gato B	Ninguno de los gatos muere

Supongamos ahora que en el instante t presionamos el botón del dispositivo A y que unos pocos nanosegundos antes de que transcurriera una hora desde el instante t se presionó el botón del dispositivo B y se detectó una partícula spin-down. Entonces, B envió una señal que desactivó el cronómetro C que había sido activado previamente por la señal enviada por A, pero además B envió otra señal que activó inmediatamente el dispensador de gas B, y el gato B murió envenado precisamente en t' . En consecuencia, $A \wedge B$ es la causa efectiva de la muerte del gato B —evento que designaremos " M_B "—, aunque no sería una condición nómicamente responsable de este evento porque no satisface la definición de Grimes. En efecto, si bien se cumple que $p(M_B/A \wedge B) \neq p(M_B/\neg(A \wedge B))$, pues $p(M_B/A \wedge B) = 0.5$ y $p(M_B/\neg(A \wedge B)) = 0.125$, hay un $Z = A$ que es una consecuencia lógica de $A \wedge B$, y tal que $p(M_B/A \wedge B) = p(M_B/A)$, ya que $p(M_B/A) = 0.25$ y $p(M_B/A \wedge B) = 0.25$. Con todo, sí se cumple la condición $p(\neg M_A/A \wedge B) \neq p(\neg M_A/\neg(A \wedge B))$, pues $p(\neg M_A/A \wedge B) = 0.75$ y $p(\neg M_A/\neg(A \wedge B)) = 1.25$. Sin embargo, hay un $Z = A$ que es una consecuencia lógica de $A \wedge B$, y tal que $p(\neg M_A/A \wedge B) = p(\neg M_A/A)$. Así, $A \wedge B$ satisface la primera condición para ser nómicamente responsable de M_B . De modo que la responsabilidad nómica no es una condición necesaria para que un factor sea causalmente relevante con respecto a un hecho contrastativo de tipo O. Pero, además, el evento A sí satisface los requisitos para la responsabilidad nómica de la muerte del gato B, aunque no es la causa de ese evento. En efecto, podemos afirmar que se satisface $p(M_B/A) \neq p(M_B/\neg A)$, ya que $p(M_B/A) = 0.25$ y $p(M_B/\neg A) = 0.125$, y $p(\neg M_A/A) \neq p(\neg M_A/\neg A)$, y no parece haber un Z que sea consecuencia de A tal que $p(M_B/A) = p(M_B/Z)$, ni tampoco $p(\neg M_A/A) = p(\neg M_A/Z)$. Además, se cumple el requisito de que $p(M_B \text{ en } t'/C) - p(M_B \text{ en } t'/\neg C) \neq p(M_A \text{ en } t'/C) - p(M_A \text{ en } t'/\neg C)$, si denominamos " $M_B \text{ en } t'$ " al evento de que el gato B muere en t' y " $M_A \text{ en } t'$ " al evento de que el gato A muere en t' . Pues $p(M_B \text{ en } t'/A) - p(M_B \text{ en } t'/\neg A) = 0.125$, mientras que $p(M_A \text{ en } t'/A) - p(M_A \text{ en } t'/\neg A) = 0.25 - 0 = 0.25$. En consecuencia, la satisfacción de los requisitos para la responsabilidad nómica de hechos contrastativos O tampoco constituye una condición suficiente para que un factor sea causalmente operativo.

En síntesis, creemos que tanto en lo que respecta a los hechos contrastativos P, como a los hechos T y a los hechos O, la noción causalidad no puede ser considerada como un caso particular de la de responsabilidad nómica elaborada por Grimes. Pues, como se pone en evidencia con el análisis de los ejemplos estudiados, la circunstancia de que una condición sea nómicamente responsable de la ocurrencia de un evento dado, no es condición necesaria para que sea la causa de ese evento. Por otra parte, en la medida en que su propuesta no permite dar cuenta de cuáles son las condiciones explicativamente relevantes con respecto a la ocurrencia de un evento dado, la noción de responsabilidad nómica que propone no parece capaz de superar las deficiencias de los modelos de explicación que Grimes cuestiona.

Capítulo 7: Los modelos pragmáticos de explicación

Introducción:

Las dificultades suscitadas en torno a las caracterizaciones puramente sintácticas de la noción de explicación motivaron el surgimiento de posturas que cuestionan la relación entre los razonamientos idealizados propuestos como reconstrucciones adecuadas de las explicaciones científicas y la práctica explicativa real. Así, los filósofos que rechazan el enfoque apriorista o reconstruccionista objetan que los razonamientos idealizados acordes con el modelo de cobertura legal no pueden revelar los rasgos cruciales de la práctica efectiva consistente en proporcionar una explicación exitosa. Autores como Scriven, por caso, objetan el exagerado énfasis de los neo-positivistas en la sistematización en desmedro de la similitud entre el modelo formal y lo representado. Esta crítica, aplicada al caso de la insuficiencia de modelos tales como el de cobertura legal, pone de manifiesto —según el autor— la necesidad de abordar el análisis de la explicación desde un enfoque pragmático¹. Quienes consideran que la noción de explicación es una noción pragmática carente de una estructura formal objetiva clara, sostienen que el carácter intensional o no veritativo-funcional de la noción de explicación no puede ser elucidado con los recursos de la lógica extensional estándar. En algunos casos, los defensores del enfoque pragmático argumentan que la relación de relevancia explicativa de un explanans con respecto a un cierto explanandum deja de verificarse si se sustituye alguno de ellos por otro lógicamente equivalente. En otras ocasiones, quienes cuestionan la concepción apriorista o reconstruccionista proporcionan ejemplos de explicaciones conformes al modelo de cobertura legal pero que no satisfacen algunas de las condiciones formales de invariancia generalmente aceptadas.

Los partidarios del enfoque pragmático consideran que es posible eludir estas dificultades si se reconoce que el concepto de explicación —e, incluso, el de causalidad— es de índole pragmática y no sintáctica o semántica, de modo tal que sólo se puede dar cuenta de su función si se toman en cuenta ciertos parámetros contextuales. Estos parámetros contextuales son, precisamente, aquellos factores que los neo-positivistas desdeñan por considerarlos subjetivos o psicologistas. Scriven, por caso, caracteriza la explicación como un vehículo simbólico que transmite comprensión. Adquirimos comprensión cuando logramos resolver un cierto rango apropiado de problemas sin tener que aprender la solución para cada uno de ellos por separado. La determinación de en qué caso un determinado rango de problemas se considera apropiado, es una cuestión contextual, es decir, sólo puede decidirse tomando en consideración el contexto de la comunicación y la índole de la comunicación, y no los hechos en sí mismos —los hechos relativos a la situación a la que se refiere la comunicación en cada caso—²

¹ Scriven, M., "Causation as Explanation", *Nous*, vol.9, 1975, pp. 3-10

² Scriven, M., "Causation as Explanation", *Nous*, vol.9, 1975, p. 7

El análisis llevado a cabo en este capítulo se concentra en torno a una de las que principales dificultades de la concepción pragmática, a saber, la dificultad de conciliar esta propuesta con el realismo científico. Autores como Scriven sostienen que el concepto de causalidad sólo puede ser comprendido como un caso particular de la noción de explicación. Sin embargo, en el marco del enfoque pragmático, la afirmación de que cierto explanans explica un determinado explanandum no parece referir a una circunstancia objetiva en el sentido de que su adecuación dependa de cómo son, efectivamente, los hechos involucrados en el acontecimiento a explicar. Por esta razón, van Fraassen considera que la capacidad explicativa de una teoría científica no es una virtud de la teoría sino un placer antropocéntrico. En consecuencia, la circunstancia de que un determinado “vehículo simbólico” sea considerado o no como una explicación, no depende de cómo es la realidad sino de cuáles son las convenciones propias de la situación comunicativa en la que se profiere. Por otra parte, dado que en esta tesis analizamos la posibilidad de recurrir a la noción de explicación para lograr una caracterización adecuada del concepto de evidencia inductiva, es de fundamental importancia encontrar una concepción de la explicación compatible con el realismo científico. De lo contrario, la noción de evidencia resultante tendrá poca o ninguna conexión con la confirmación de hipótesis, en el sentido de que no aportará indicios acerca de la probabilidad de que una hipótesis sea verdadera.

El análisis de la concepción pragmática de la explicación que se efectúa en este capítulo está orientado, también, a establecer en qué medida este enfoque es capaz de superar —o, por lo menos, eludir— los problemas que afectan a los modelos nomológico-inferenciales y causales con respecto a la elucidación de la noción de pertinencia explicativa. En particular, se estudia la propuesta de van Fraassen, que formula un modelo pragmático de explicación negándose a incorporar cualquier requisito referido a la relación de relevancia explicativa, con la explícita intención de evitar la introducción de consideraciones modales o contrafácticas. Luego exponemos las críticas que Salmon y Kitcher dirigieron contra este modelo, fundándose en que esa carencia de restricciones con respecto a la relación de relevancia explicativa conduce inevitablemente a su trivialización. Analizamos, a continuación, la posibilidad de efectuar las modificaciones que Salmon y Kitcher recomiendan para el modelo de van Fraassen sin tener que asumir un compromiso con una concepción realista.

Finalmente, examinamos la concepción ilocucionaria de la explicación propuesta por Achinstein, según la cual las explicaciones no pueden caracterizarse independientemente de los actos de explicación de los que son productos. Analizamos, también, la tesis del autor acerca de la imposibilidad de formular un conjunto de instrucciones universales que proporcionen una base suficiente para la evaluación ilocucionaria de las explicaciones científicas.

7.1. El modelo pragmático de van Fraassen.

En "The Pragmatics of Explanation", van Fraassen intenta resolver dos de los que, a su juicio, son los principales problemas que plantea la concepción tradicional de la explicación.³ El primero consiste en dar cuenta de las razones por las cuales podemos rechazar legítimamente un pedido de explicación. El segundo surge como consecuencia de del carácter direccional de la explicación, que da lugar a ciertas asimetrías. Pues es posible formular razonamientos estrechamente vinculados y que satisfacen los requisitos de adecuación impuestos por el modelo estándar, pero que difirieren en cuanto a su valor explicativo. Así, la dificultad reside en dar cuenta de la diferencia entre, por ejemplo, el razonamiento que permite deducir la longitud una sombra a partir de la altura de la torre que la proyecta, la elevación del Sol, y los principios de la óptica, del razonamiento que permite deducir la altura de la torre, a partir de la longitud de la sombra que proyecta, la elevación del sol y los principios de la óptica. Pues, mientras el primer razonamiento parece ser una explicación adecuada, el segundo se considera, en general, inaceptable.

Al discutir un caso semejante a éste⁴, Hempel sostiene que no hay una diferencia real entre los razonamientos en cuestión, y que la sensación de que son diferentes en cuanto a su valor explicativo surge de ciertas ideas antropomórficas de las que debemos liberarnos. Van Fraassen rechaza esta solución y propone un modelo que permite disolver esta clase de dificultades. En este modelo pragmático, una explicación es una respuesta a una pregunta Q de la forma '¿Por qué P_k? donde P_k enuncia el fenómeno explanandum. Toda pregunta de esta forma puede identificarse mediante un tripo ordenado $\langle P_k, X, R \rangle$, donde P_k es el tópic de la pregunta, $X = \{ P_1, \dots, P_k, \dots \}$ es la clase de contraste a la que pertenece el tópic de la pregunta, y R es su relación de relevancia. Una pregunta como ésta se plantea en un contexto que supone un *background* de conocimiento K; además, Q se sustenta sobre ciertas presuposiciones, a saber:

- a) P_k es verdadera.
- b) cada P_j de X es falsa si $j \neq k$.
- c) hay al menos una proposición verdadera A que tiene la relación R con el par ordenado $\langle P_k, X \rangle$

Las condiciones a) y b) constituyen conjuntamente la presuposición central de Q. La pregunta Q se plantea en un contexto determinado si K implica que la presuposición central de Q es verdadera y no implica la falsedad de c). De modo que se puede plantear Q aun cuando no sepamos si hay una respuesta directa o no, siempre que la presuposición central se cumpla.

³ van Fraassen, B., "The Pragmatics of Explanation", *The Scientific Image*, New York: Oxford, 1980.

⁴ Hempel, C.G., "Aspects of Scientific Explanation", *Aspects of Scientific Explanation*, New York: The Free Press, 1965, pp.352-353.

En este modelo, si la pregunta no se plantea en el contexto en cuestión debe ser rechazada en lugar de respondida, lo que puede hacerse proporcionando una pregunta correctiva de la anterior que niegue alguna o algunas de sus presuposiciones. Si la presuposición central se satisface pero no se sabe si se satisface c) puede proporcionarse una pregunta correctiva para el caso de que c) sea falsa. Pero si la pregunta Q se plantea en el contexto en cuestión, corresponde proporcionar una respuesta directa, cuya forma canónica es:

P_k en contraste con el resto de los X porque A.

El enunciado A es el núcleo de la respuesta, dado que la explicación puede abreviarse así: 'porque A'. Además, deben satisfacerse los siguientes requisitos:

- (i) A es verdadera.
- (ii) P_k es verdadera.
- (iii) Ningún miembro de X que no sea P_k es verdadero.
- (iv) A tiene la relación R con $\langle P_k, X \rangle$

Como generalmente una persona que plantea una pregunta puede tener un cuerpo de conocimientos diferentes del que la responde, podríamos decir que hay dos contextos diferentes involucrados. Sin embargo, parece más cercano a la posición de van Fraassen suponer que quien pide la explicación y quien la proporciona operan en un contexto común y comparten el mismo cuerpo de conocimientos determinado, aproximadamente, por el estado de la ciencia en ese momento. De este modo, K puede contener muchas proposiciones que ni el que pregunta ni el que responde conocen, y también puede suceder que quien pregunta tenga creencias incompatibles con las afirmaciones de K. En tal caso, se puede ofrecer una respuesta correctiva.

De acuerdo a la presentación de van Fraassen, el hecho de que el núcleo A de la respuesta a la pregunta Q sea relevante sólo depende de la relación de relevancia R. Si A mantiene la relación R con $\langle P_k, X \rangle$, entonces A es - por definición- el núcleo de una respuesta relevante a Q. Es importante señalar que van Fraassen se refiere reiteradamente a R como una "relación de relevancia", pero no introduce ningún requisito que R deba satisfacer en la presentación formal de su modelo. Y, de acuerdo con el autor, esto permite eludir las dificultades que plantearía el intento de captar algún "elemento inextricablemente modal o contrafáctico"⁵. Sin embargo, la ausencia de restricciones sobre la relación de relevancia permite que cualquier enunciado pueda considerarse como una respuesta a cualquier pregunta, trivializándose, así, la relación de relevancia explicativa. En lo que sigue, analizaremos cómo Salmon y Kitcher

⁵ van Fraassen, B., "The Pragmatics of Explanation", *The Scientific Image*, New York: Oxford, 1980, p. 143.

prueban esta conclusión, en relación con el modelo de van Fraassen, y en las siguientes secciones, mostraremos cómo conducen al mismo problema otros modelos de índole inferencial, pero que toman en cuenta consideraciones pragmáticas, como el de Tuomela.

Supongamos, entonces, que P_k es cualquier proposición verdadera, y que X es un conjunto de proposiciones tal que P_k pertenece a X y que cualquier miembro de X , excepto P_k , es falsa. Sea A otra proposición verdadera cualquiera, y R la relación $\{ \langle A, \langle P_k, X \rangle \rangle \} \cup S$, donde S es cualquier conjunto de pares ordenados $\langle Y, Z \rangle$ tal que Y es una proposición y Z es un par ordenado $\langle V, W \rangle$ donde V es una proposición y W es un conjunto de proposiciones al que pertenece V . En estas condiciones, hay una pregunta $Q = \langle P_k, X, R \rangle$ y A es el núcleo de la respuesta directa a Q . Además, es fácil ver para cualquier conjunto de restricciones adecuadas sobre S -por ejemplo, que S no contiene ningún par ordenado como $\langle Y, Z \rangle$ tal que Y es verdadera y $Z = \langle P_k, K \rangle$ -, A puede ser el núcleo de la única respuesta directa a Q . De modo que para dos proposiciones verdaderas cualesquiera P_k y A habrá una pregunta-por-qué cuyo tópico sea P_k y tal que A es el núcleo de la única respuesta directa a esa pregunta. Entonces, si las explicaciones son respuestas a preguntas-por-qué, se sigue que para cualquier par de proposiciones verdaderas, habrá un contexto en el cual la primera es el núcleo de la única explicación directa de la segunda.⁶

Es preciso señalar, en este punto, que la teoría expuesta por van Fraassen contiene dos elementos: hay una tesis acerca de qué es una respuesta a una pregunta-por-qué, y hay una tesis acerca de cómo evaluar las respuestas a preguntas de este tipo. Esto permite suponer que podríamos usar esta segunda tesis para eludir la trivialización que amenaza a la primera. Van Fraassen indica que evaluamos las respuestas a las preguntas-por-qué sobre la base de tres fundamentos diferentes. Pues podemos preguntarnos si las respuestas son probables a la luz de nuestro background de conocimientos, podemos preguntarnos si las respuestas apoyan el tópico en detrimento de los otros miembros de su clase de contraste, y también podemos preguntarnos si devienen completamente o parcialmente irrelevantes a causa de otras respuestas que puedan proporcionarse. Denominaremos respuestas perfectas a aquellas que satisfagan en mayor medida los tres criterios expuestos.

Veamos, entonces, si estos criterios permiten eludir la trivialización de la relevancia explicativa que afecta al modelo de van Fraassen. Supongamos que P_k es una proposición verdadera, que A es una proposición cualquiera, X es cualquier conjunto de dos o más proposiciones tales que P_k es su único miembro verdadero. Sea K un conjunto de proposiciones que incluye P_k , A y las negaciones de todas las otras proposiciones de X . En estas circunstancias, habrá una pregunta-por-qué cuyo tópico sea P_k , la clase de contraste sea X , y A sea una parte esencial de una respuesta perfecta a esa pregunta. En efecto, de acuerdo con el primer criterio, la respuesta elegida debe ser altamente probable a la luz de nuestro background de conocimientos, así que si la respuesta pertenece a nuestro background de conocimientos, satisfará máximamente este criterio.

⁶ Salmon, W., & Kitcher, P., "Van Fraassen on Explanation", *The Journal of Philosophy*, vol. 84, n° 6, 1987, p.319

De acuerdo con el segundo criterio, una respuesta perfecta debe incrementar la diferencia entre la probabilidad del t3pico y las probabilidades de los otros miembros de la clase de contraste. Pero generalmente, una respuesta por s3 misma, no redistribuye las probabilidades de este modo, sino que en conjunci3n con otra informaci3n adicional permite distribuir las probabilidades. Sin embargo, esa otra informaci3n adicional no puede consistir en nuestro background de conocimientos tomado todo entero, porque en algunos casos tanto el t3pico como las negaciones de los otros miembros de su clase de contraste pertenecen a K, y, en consecuencia, incurrir3amos en una trivializaci3n. Por eso van Fraassen sugiere que se redistribuyan las probabilidades mediante la conjunci3n de la respuesta con cierta parte $K(Q)$ de K, donde $K(Q)$ se determina contextualmente. El autor reconoce expl3citamente que si la conjunci3n de $K(Q)$ y A implican P_k e implican la falsedad de los otros miembros de la clase de contraste, entonces A es en ese contexto la mejor respuesta.⁷

Finalmente, de acuerdo con el tercer criterio A, est3 en desventaja si tiene un rival m3s probable a la luz de nuestro background de conocimientos, o si su rival apoya al t3pico m3s que ella, o si su rival la torna irrelevante con respecto al t3pico. Pero A no puede tener un rival que cumpla estas condiciones si A pertenece a K y si A en conjunci3n con $K(Q)$ implica el t3pico y las negaciones de los otros miembros de la clase de contraste X. En consecuencia, cualquier A que pertenezca a K y que en conjunci3n con $K(Q)$ implique el t3pico P_k , ser3 una respuesta perfecta a la pregunta $\langle P_k, X, R \rangle$, siempre que A sea una respuesta a la pregunta en cuesti3n.⁸

Definamos ahora una relaci3n de relevancia R del siguiente modo: B y $\langle P_k, X \rangle$ mantienen la relaci3n R s3lo en el caso de que P_k sea una consecuencia l3gica de B. Sea Z la disyunci3n de todas las proposiciones de X que no sean P_k , y sea B la proposici3n $A \wedge (A \rightarrow P_k) \wedge \neg Z$. Esta proposici3n tiene la relaci3n R con $\langle P_k, X \rangle$, de modo que se puede considerar el n3cleo de una respuesta directa a una pregunta-por-qu3 $\langle P_k, X, R \rangle$. Adem3s, por lo que supusimos antes, A, P_k y Z pertenecen a K, de modo que B pertenece a K. Entonces, B ser3 una respuesta completamente exitosa de acuerdo con el primer criterio evaluativo impuesto por van Fraassen. Y como $P_k \wedge \neg Z$ es una consecuencia l3gica de B, B favorece m3ximamente a P_k y no necesitamos averiguar c3mo se selecciona $K(Q)$, dado que $P_k \wedge \neg Z$ es una consecuencia l3gica de B sola. Finalmente, a causa de esta implicaci3n, no hay raz3n para temer que B pueda devenir irrelevante por causa de alguna respuesta rival.

De este modo, queda demostrado que B es una respuesta perfecta a $\langle P_k, X, R \rangle$. En consecuencia, para cualquier par de proposiciones verdaderas A, P_k , podemos encontrar una pregunta-por-qu3 cuyo t3pico sea P_k para la cual A es una parte esencial del n3cleo de una respuesta perfecta a esa pregunta. Por lo tanto, el modo en que seg3n van Fraassen tenemos que evaluar las respuestas no evita la trivializaci3n de la relaci3n de relevancia explicativa. En

⁷ van Fraassen, B., "The Pragmatics of Explanation", *The Scientific Image*, New York: Oxford, 1980, p. 147

⁸ Salmon, W.C., & Kitcher, P., "Van Fraassen on Explanation", *The Journal of Philosophy*, vol.84, n3 6, 1987, p.321.

consecuencia, a menos que se impongan restricciones adicionales a la relación de relevancia explicativa, el modelo de van Fraassen conduce a que casi cualquier cosa explique cualquier otra.⁹

Es interesante observar que la ausencia de criterios objetivos que permitan discriminar entre relaciones de relevancia genuinas y espurias, permitiría que se reformularan en términos del modelo de van Fraassen incluso aquellos razonamientos problemáticos que satisfacen los requisitos del modelo de cobertura legal pero que no consideramos explicaciones admisibles. En consecuencia, el modelo de van Fraassen es vulnerable a las mismas objeciones que enfrenta el modelo de Hempel.

En efecto, sea la relación de relevancia R tal que A y el par $\langle P_k, X \rangle$ mantienen la relación R sólo si P_k es una consecuencia lógica de A . Por ejemplo, sea P_k la proposición "Horacio es calvo", y A la proposición que afirma que Horacio es miembro de la Junta Directiva del Colegio de Greenbury y que todos los miembros de esa junta son calvos. Supongamos que la clase de contraste X incluye las proposiciones P_k : "Horacio es calvo" y $\neg P_k$: "Horacio no es calvo". En estas condiciones, A será una respuesta directa a la pregunta $Q = \langle P_k, X, R \rangle$. Más aun, supongamos que S es un conjunto cuyo único elemento es el par ordenado $\langle A', Z \rangle$ tal que, o bien A' no es una proposición verdadera, o bien Z no es precisamente el par $\langle P_k, X \rangle$ sino, por ejemplo, el par $\langle P'_k, X' \rangle$ donde el tópico P'_k es la proposición "Juan es delgado", la clase de contraste X' está integrada por P'_k y su negación $\neg P'_k$, y A' es la proposición que afirma que Juan es alumno del Colegio de Greenbury y que todos los alumnos de ese colegio son delgados. En estas condiciones, A será el núcleo de la única respuesta directa a la pregunta $Q = \langle P_k, X, R \rangle$. Pero esta pregunta artificialmente construida no parece ser una genuina pregunta-por-qué, y A no es una explicación admisible de la calvicie de Horacio, sino un ejemplo de razonamiento no explicativo que satisface los requisitos del modelo de Hempel. Además, de acuerdo con el primer criterio, la respuesta elegida debe ser altamente probable a la luz de nuestro *background* de conocimientos. Así que, si K incluye el tópico P_k y la respuesta A , el ejemplo sobre la calvicie de Horacio entonces satisfará máximamente este criterio. Y, dado que A implica P_k e implican la falsedad de $\neg P_k$, entonces también la conjunción de $K(Q)$ y A implica P_k e implica la falsedad de $\neg P_k$. De modo que A es una respuesta directa que satisface máximamente el segundo criterio. También se satisface el tercer criterio evaluativo, ya que A no puede tener un rival que apoye al tópico más de lo que A lo hace, ni tampoco un rival que torne irrelevante a A con respecto al tópico. Pues, como se supuso en este ejemplo, A pertenece a K y la conjunción de A y $K(Q)$ implica el tópico y la negación de los otros miembros de la clase de contraste. Así, nuestra respuesta a la pregunta por la calvicie de Horacio no sólo califica como una respuesta directa en este modelo, sino como una respuesta directa perfecta, aunque no dudáramos en calificarla como una explicación inadmisibile.

⁹ Salmon, W.C., & Kitcher, P., "Van Fraassen on Explanation", *The Journal of Philosophy*, vol.84, nº 6, 1987, p.322.

En suma, la ausencia de restricciones sobre la relación de relevancia en el modelo pragmático de van Fraassen da lugar un concepto trivial de explicación, de modo que incluso aquellos ejemplos de pseudo-explicaciones que satisfacen el modelo de cobertura legal, también satisfacen los requisitos del modelo pragmático.

Cuando van Fraassen se ocupa de manera explícita de las relaciones de relevancia, hace referencia relaciones tales como la de necesidad física, la de relevancia etiológica, la de cumplir una función, la relevancia estadística y la de relevancia intencional. Sin embargo, es evidente que no cualquier relación es admisible en cualquier contexto como una genuina relación de relevancia explicativa. De modo que debe haber una diferencia entre las relaciones que pueden considerarse en uno u otro contexto como relaciones de relevancia aceptables, y las que no. Si se piensa que hay conjunto de relaciones de relevancia genuinas subyacentes a cualquier pregunta-por-qué para cualquier disciplina científica en cualquier momento, habrá que proporcionar una especificación de tales relaciones. Pero quizá no haya un conjunto invariante de relaciones de relevancia genuinas, quizá este conjunto dependa de cada disciplina científica y de la etapa de desarrollo en que se encuentre. Por ejemplo, en la física aristotélica se consideraba la relevancia teleológica como una relación de relevancia explicativa genuina, pero el advenimiento de la física newtoniana modificó la situación. No obstante, los partidarios de la primera postura podrían argumentar que la relevancia teleológica nunca fue una relación de relevancia genuina y que su status quedó en evidencia con el surgimiento de la física de Newton. Van Fraassen ha reconocido la importancia de establecer cuáles son las relaciones de relevancia genuinas, pero no avanzó en la búsqueda de restricciones que deberían imponerse a la relación de relevancia explicativa para evitar su trivialización.

Es importante destacar que en *The Scientific Image* van Fraassen expone esta concepción de la explicación con el propósito de poner de manifiesto la naturaleza pragmática de las virtudes de las teorías científicas que trascienden la adecuación empírica. Aplicada al caso particular de la capacidad explicativa de las teorías científicas, esta tesis conduce a van Fraassen a rechazar dos supuestos propios del realismo científico: el supuesto de que la capacidad explicativa proporciona un criterio objetivo para comparar teorías empíricamente equivalentes, y el supuesto de que si una teoría tiene gran poder explicativo, entonces es razonable creer que probablemente sea verdadera y que existen ciertas entidades básicamente similares a las postuladas por la teoría.

Salmon y Kitcher proponen eludir la trivialización que afecta la concepción de van Fraassen mediante una modificación que obligaría a admitir el primero de los supuestos mencionados. Sostienen, además, que si van Fraassen realmente cree que las explicaciones científicas no pueden sustentarse en supersticiones o creencias sin fundamento alguno¹⁰, entonces tiene que mostrar que la relevancia no está determinada por factores subjetivos. No obstante, creemos que van Fraassen no puede resignar el carácter contextual de las explicaciones, pues es precisamente este rasgo de su modelo el que permite —a su juicio— dar cuenta de las asimetrías que amenazan el modelo Hempeliano, y

¹⁰ van Fraassen, B., "The Pragmatics of Explanation", *The Scientific Image*, New York: Oxford, 1980, p.129

establecer cuándo puede rechazarse legítimamente una demanda de explicación. En otras palabras, para eludir la trivialización que afecta a su concepción de la explicación, van Fraassen tendría que ofrecer criterios para identificar relaciones de relevancia genuinas, aunque estos criterios puedan variar según el contexto. Pero, en ciertos contextos podría considerarse aceptable incluso una explicación que se funde en supersticiones.

Sin embargo, si van Fraassen incorpora a su modelo de explicación criterios restrictivos para la admisibilidad de las relaciones de relevancia, como recomiendan Salmon y Kitcher, tendría que admitir el primer supuesto realista, el de que la capacidad explicativa proporciona un criterio objetivo para comparar teorías empíricamente equivalentes. En efecto, una vez establecidos estos criterios, será siempre posible formular una proposición que apoye el tópico de una pregunta-por-qué, y que tenga una relación con el par constituido por el tópico y su clase de contraste, que no sea una relación de relevancia genuina sino espuria. Así, una teoría podría ser empíricamente adecuada pero no proporcionar respuestas a preguntas-por-qué fundadas en relaciones de relevancia admisibles.

No obstante, y aunque Salmon y Kitcher no parecen tomarlo en cuenta, es importante enfatizar que las relaciones de relevancia serán admisibles o no según el contexto que se considere. En efecto, van Fraassen sostiene que ningún factor es explicativamente relevante, a menos que sea científicamente relevante, y que entre los factores científicamente relevantes el contexto determina los que son explicativamente relevantes¹¹. Esto permite inferir que la distinción entre teorías empíricamente equivalentes que puede efectuarse de acuerdo con sus respectivas capacidades explicativas será una distinción relativa a cada contexto. En otras palabras, si bien van Fraassen tiene que admitir que la capacidad explicativa es un criterio objetivo para diferenciar teorías empíricamente equivalentes, puede sostener que la determinación de si una teoría tiene mayor capacidad explicativa que su rival puede variar de un contexto a otro. Así, dadas dos teorías rivales empíricamente equivalentes T_1 y T_2 podría suceder que en un cierto contexto T_1 tuviera mayor capacidad explicativa que su rival de acuerdo con los parámetros de admisibilidad para las relaciones de relevancia genuinas propios de ese contexto, mientras que en otro contexto podría ocurrir lo contrario.

Veamos en qué medida la determinación de criterios objetivos pero contextuales de admisibilidad para las relaciones de relevancia nos comprometería con la aceptación del segundo de los supuestos realistas que van Fraassen rechaza. Supongamos que, de acuerdo con los criterios de un contexto C_1 , T_1 tiene mayor capacidad explicativa que su rival empíricamente equivalente T_2 , en tanto que en otro contexto C_2 , T_2 tiene mayor capacidad explicativa que T_1 . Si asumimos que la capacidad explicativa de una teoría proporciona una buena razón para creer que esa teoría es aproximadamente verdadera, entonces deberíamos sostener que en el contexto C_1 puede atribuirse un grado de creencia a T_1 mayor que a su rival. Pero, en el contexto C_2 deberá atribuirse un grado de creencia a T_2 superior al de T_1 . Además, quienes consideran la capacidad explicativa de las teorías como un fundamento de su verosimilitud, sostienen que también proporciona una buena razón para creer en la existencia de entidades

¹¹ van Fraassen, B., "The Pragmatics of Explanation", *The Scientific Image*, New York: Oxford, 1980, p.158

básicamente similares a las postuladas por la teoría. En consecuencia, tendríamos que admitir que en C_1 es razonable creer en la existencia de las entidades postuladas por T_1 pero no en las propias de T_2 , mientras que en C_2 es razonable creer en la existencia de las entidades postuladas por T_2 pero no en las de T_1 .

Esta situación debe distinguirse de aquella en la cual se encontraría quien sostuviera que la equivalencia empírica de T_1 y T_2 impide atribuir mayor credibilidad a una que a la otra, e impide establecer si existen las entidades postuladas por una de ellas o las postuladas por la otra. Pues, en tal circunstancia, y aun en el caso de que la existencia de las entidades postuladas por una de las teorías implicara la inexistencia de las entidades postuladas por la otra, podría sostenerse que, de todos modos, estamos justificados para creer en la existencia de entidades teóricas. Pues podemos creer que existen ciertas entidades teóricas que, o bien son las postuladas por T_1 , o bien las postuladas por T_2 . Esta sería la opinión de quien adscribiera a lo que Kukla denomina "realismo abstracto".¹² Pero un realista tal cree que o bien existen las entidades teóricas postuladas por T_1 —y que esto es cierto en cualquier contexto—, o bien existen las entidades teóricas postuladas por T_2 —cualquiera sea el contexto de que se trate—. Lo que, seguramente, no suscribiría un partidario del realismo abstracto es que las entidades teóricas de T_1 existen en aquellos contextos en los que T_1 tiene mayor capacidad explicativa, mientras que las entidades teóricas de T_2 existen en los contextos en donde es T_2 la que tiene mayor capacidad explicativa.

Pero ¿podría alguna clase de realista admitir que nuestra creencia en la verdad de una teoría o en la existencia de ciertas entidades teóricas es relativa al contexto? ¿Podría un realista sostener que una teoría es aproximadamente verdadera en el contexto de una cierta etapa del desarrollo de una disciplina científica pero no en otra etapa de la misma disciplina, o aun en otra disciplina diferente? ¿Consideraríamos realista a quien creyera que ciertas entidades teóricas existieron en un determinado momento histórico —o en cierto ámbito de investigación— pero que ya no existen? Es evidente que si bien los criterios objetivos de admisibilidad para las relaciones de relevancia admiten ser contextualmente relativizados, no ocurre lo mismo con la verosimilitud de las teorías ni con la existencia de las entidades que éstas postulan. En consecuencia, aunque van Fraassen modificara su modelo pragmático de explicación introduciendo las restricciones necesarias para identificar relaciones de relevancia genuinas, esto no lo forzaría a admitir el segundo supuesto realista. De modo que aun si aceptara el primer supuesto —como parece que debería hacer— su posición no se aproximaría al realismo, como Salmon y Kitcher sostienen.

¹² Kukla, A., *Studies in Scientific Realism*, Oxford University Press, Oxford, 1998, pp. 60-61.

7.2. La concepción ilocucionaria de la explicación propuesta por Achinstein.

Achinstein sostiene que es imprescindible hacer referencia a los actos de explicar para caracterizar el concepto de explicación y para determinar cómo deben evaluarse los productos de los actos de explicación.¹³ Con el propósito de defender esta opinión, el autor desarrolla una teoría ilocucionaria de la explicación que procura elucidar la naturaleza de los actos de explicación y la de sus productos, e intenta establecer en qué casos podemos evaluar las explicaciones como buenas para alcanzar el propósito que persigue el agente al efectuar un acto de explicar. Achinstein coincide con Austin en que explicar es un acto ilocucionario, pues se realiza de manera característica al emitir palabras en ciertos contextos con intenciones apropiadas. Achinstein considera inadecuados los enfoques no ilocucionarios porque sostiene que es posible emitir una oración que expresa una proposición la cual menciona una causa de un suceso a explicar sin que esto necesariamente signifique que se ha ejecutado el acto de explicar ese suceso. Pues, el que esto último ocurra depende, entre otros factores, de las intenciones de la persona que emite esa oración.

De acuerdo con el autor, si se caracterizan las explicaciones sin hacer referencia a los actos de explicar se plantean dos dificultades para identificar una explicación: la de la fuerza ilocucionaria y la del énfasis. El problema de la fuerza ilocucionaria consiste en que lo expresado por la preferencia emitida en un acto de explicar -tanto en el caso de que se considere las explicaciones como oraciones, como proposiciones, o como razonamientos- puede ser la misma preferencia emitida en otro acto ilocucionario como, por ejemplo, un acto de crítica. Así, un médico podría explicar la enfermedad de Juan diciendo "Juan comió carne descompuesta", en tanto que la esposa de Juan podría criticarlo mediante la misma preferencia. Achinstein sostiene que el producto de un acto ilocucionario realizado por un agente A es un producto ilocucionario F, sólo si A realizó F. Así, si al emitir la oración "Juan comió carne descompuesta", el doctor ofreció una explicación de la enfermedad de Juan, pero al emitir esa misma oración la esposa de Juan criticó a Juan. Entonces, la explicación de la enfermedad de Juan que ofreció el médico es idéntica a la crítica contra Juan formulada por su esposa. Pero la crítica que profirió la esposa de Juan es una crítica, en consecuencia, deberíamos inferir que la explicación de la enfermedad de Juan ofrecida por el doctor es una crítica. Sin embargo, esto último sólo puede ser verdadero si el doctor criticó al emitir la oración en cuestión, de modo que debemos suponer que cuando explicaba el doctor criticaba, aunque esto no haya sucedido. Pues es concebible que el médico sólo estuviera ofreciendo una explicación y no estuviera criticando a Juan. En consecuencia, es falso que la explicación de la enfermedad de Juan ofrecida por el doctor es una crítica. Pero las teorías que caracterizan las explicaciones independientemente de los actos de explicación no podrían arribar a esta conclusión, ya que no permiten distinguir las explicaciones de los productos de otros actos ilocucionarios.

¹³ Achinstein, P., *La naturaleza de la explicación*, FCE, México, 1989

El problema del énfasis surge porque aunque una preferencia U tenga el mismo significado que otra preferencia V, afirmar que A explica q al emitir U no es equivalente, según Achinstein, a decir que A explica q al emitir V. Pues, aunque U y V tengan la misma referencia, una diferencia en el énfasis puede hacer que la emisión de V refiera a un factor explicativamente relevante distinto de aquel al que refiere la emisión de U. Por ejemplo, la proposición expresada por la oración "Juan comió *carne descompuesta* el martes" es idéntica a la expresada por la oración "Juan comió carne descompuesta *el martes*". Pero, de acuerdo con Achinstein, cuando el doctor emite la primera oración pone énfasis en la expresión "carne descompuesta" para indicar que cree que este aspecto de la situación es relevante para explicar la enfermedad de Juan. Si la posición de U fuera referencialmente transparente en oraciones tales como "A explicó q al emitir U", entonces podríamos afirmar que la oración 'El doctor Pérez explicó la enfermedad de Juan al emitir "Juan comió *carne descompuesta* el martes"' es idéntica a la oración 'El doctor Pérez explicó la enfermedad de Juan al emitir "Juan comió carne descompuesta *el martes*". Pero esto último significaría que el doctor cree que el día en que Juan comió la carne descompuesta es relevante para explicar su enfermedad, y puede suponerse que el doctor no cree tal cosa si nos atenemos a la oración 'El doctor Pérez explicó la enfermedad de Juan al emitir "Juan comió *carne descompuesta* el martes"'. Así, si bien un cambio de énfasis en U no produce alteraciones en la referencia ni en el significado, cuando las oraciones del tipo de U se introducen en explicaciones el cambio de énfasis sí tiene—según Achinstein— una función semántica. En suma, si bien las proposiciones "Juan comió *carne descompuesta* el martes" y "Juan comió carne descompuesta *el martes*" son idénticas, el énfasis señala diferentes aspectos como explicativamente pertinentes. Sin embargo, las concepciones tradicionales no pueden captar la idea de que los cambios de énfasis en lo que se afirma en una explicación pueden cambiar la identidad de la explicación.

Achinstein caracteriza las explicaciones como pares ordenados cuyo primer miembro es una proposición y su segundo miembro es un acto explicativo. El autor propone la siguiente definición:

"La explicación de q —que es la forma indirecta de una pregunta cuya forma directa expresa Q— que ofreció A denota el par ordenado [x;y] si y sólo si:

- i) x es una proposición.
- ii) y = (el acto del tipo de) explicar q
- iii) $(\forall u)(A \text{ explicó } q \text{ al emitir } u)$
- iv) $(\Delta u)(A \text{ explicó } q \text{ al emitir } u \rightarrow u \text{ expresa } x)$

De este modo, al tomar en cuenta no sólo la proposición expresada sino también el tipo de acto ilocucionario, la expresión del producto de un acto de explicación denotará un par ordenado diferente, por caso, del denotado por la expresión del producto de un acto de crítica, aunque las oraciones proferidas sean idénticas. Por ejemplo, mediante

esta caracterización es posible determinar que la expresión del producto “La explicación de la enfermedad de Juan que ofreció el doctor” denota el par ordenado [La proposición de que Juan comió carne descompuesta; el acto de explicar la enfermedad de Juan], mientras que la expresión del producto “La crítica contra Juan que formuló su esposa” denota el par ordenado [La proposición de que Juan comió carne descompuesta; el acto de criticar a Juan]. Estos pares ordenados son diferentes, por lo tanto, no pueden derivarse ni la identidad entre la explicación de la enfermedad de Juan ofrecida por el doctor y la crítica contra Juan expresada por esposa, ni la conclusión de que la explicación de la enfermedad de Juan emitida por el doctor es una crítica.

Pero Achinstein reconoce que esta propuesta no permite eludir el problema del énfasis. Pues supongamos que el doctor Pérez explicó la enfermedad de Juan al emitir “Juan comió *carne descompuesta* el martes”, y que el doctor Torres lo hizo al proferir “Juan comió carne descompuesta *el martes*”. En tal caso, la explicación que ofreció cada uno de los doctores es el mismo par ordenado, a saber [La proposición de que Juan comió carne descompuesta; el acto de explicar la enfermedad de Juan]. En consecuencia, la explicación de la enfermedad de Juan ofrecida por el doctor Pérez sería idéntica a la explicación de la enfermedad de Juan que ofreció el doctor Torres, lo cual es falso. Por esta razón, Achinstein modifica su definición inicial, agregando tres condiciones de asociación. Estas condiciones establecen que si lo que el agente A emite es -o es transformable en ese contexto en- una proposición P, entonces esta proposición P está asociada al acto de explicar q al emitir U que realiza el agente A si:

- 1) P es lo que el autor denomina una “proposición completa que confiere contenido al concepto expresado por un sustantivo de contenido S con respecto a una pregunta de contenido Q”.
- 2) La verdad de P se afirma en un acto de explicar
- 3) P implica la proposición que expresa U.

Como veremos luego, exigiendo que la respuesta P a la pregunta Q sea una proposición asociada de este modo al acto de explicar, Achinstein considera que evita el problema del énfasis. Tomando en cuenta estas condiciones de asociación, el autor reformula su definición de explicación del siguiente modo:

“La explicación de q que ofreció el agente A denota el par ordenado [x; y]

si y sólo si:

- i) Q es una pregunta de contenido
- ii) x es una proposición completa que confiere contenido con respecto a Q.
- iii) y = el acto de explicar q
- iv) $(\forall a)(\forall u)$ (a es un acto en el cual A explicó q al emitir u y x está asociada con a)

En este trabajo adoptamos una perspectiva crítica con respecto a la concepción ilocucionaria propuesta por Achinstein. En particular, en esta sección se discute la adecuación de este enfoque aplicado al caso particular de la explicación. Se cuestiona, en este punto, la efectividad de los argumentos elaborados por Achinstein con el propósito de mostrar la necesidad de tomar en cuenta las nociones de fuerza ilocucionaria y de énfasis para lograr una caracterización satisfactoria de la noción de explicación. Se objeta, además, su definición de acto de explicar, porque se funda en las nociones de sustantivo de contenido y de proposición que confiere contenido al concepto expresado por un sustantivo de contenido, nociones cuya caracterización juzgo deficiente. En cuanto a la idea de comprensión presupuesta en la definición de acto de explicar, se señala que no sólo se sustenta en estas problemáticas nociones, sino también en ciertas discutibles ideas filosóficas que el autor no esclarece, a saber, la de conocimiento por familiaridad de una proposición y la de seguir una regla.

Con respecto al supuesto problema de la fuerza ilocucionaria, creemos que el argumento de Achinstein parece circular, pues su objetivo es concluir que las explicaciones no pueden caracterizarse independientemente de los actos de explicación. Pero, para arribar a esta conclusión presupone que una explicación es el producto de un acto ilocucionario, pues sólo así puede admitirse que algo es una explicación únicamente si el emisor explicó algo al ejecutar el acto ilocucionario cuyo producto es esa explicación. Es decir, el autor supone que si el agente no tenía la intención de explicar al emitir una oración, entonces el producto de su acto no puede ser una explicación. Pero no proporciona razones independientes de su concepción ilocucionaria que justifiquen que el producto de un acto de crítica no pueda ser considerado también como una explicación. En suma, creemos que Achinstein debería probar que lo proferido en un acto de crítica no puede considerarse como una explicación sin apelar al supuesto de que las explicaciones son el producto de un acto de explicar.

Por otra parte, autores como Cohen señalaron que la noción de fuerza ilocucionaria es ociosa, pues si, por ejemplo, un agente declara a otro que su casa está ardiendo y de ese modo le advierte lo que sucede, esta advertencia podría hacerse explícita con otra preferencia. De modo que "si la advertencia es parte de significado de la última oración, es poco razonable suponer que la advertencia sea, asimismo, bien que inexplicablemente, parte de la primera preferencia".¹⁴ Cohen sostiene que Austin incurre en el error de haber asumido una concepción muy estrecha de la noción de significado, y por eso se ve obligado a ampliarla introduciendo la noción de fuerza ilocucionaria. Por su parte, Fürberg cuestionó la ausencia de una línea divisoria precisa entre significado y fuerza ilocucionaria, generándose así dificultades relativas a la consideración de qué es parte de la fuerza ilocucionaria y qué es parte del significado¹⁵. En suma, la distinción en que se sustenta el argumento de Achinstein requiere, por lo menos, de una elucidación más detallada.

¹⁴ Cohen, J. L., "Do Illocutionary Forces Exist?", *Symposium on J.L. Austin*, Fann, K.T. ed., 1969, p. 426.

¹⁵ Fürberg, M., *Locutionary and Illocutionary Acts: A Main Theme in J.L. Austin's Philosophy*, 1963.

Cabe señalar que frente a la noción de énfasis podrían plantearse dificultades similares, pues es posible objetar que la concepción del achinsteiniana de significado es demasiado estrecha y que por esa razón el autor necesita ampliarla recurriendo al concepto de énfasis. En particular, podríamos afirmar que si se altera el significado de la oración U cuando hay un cambio de énfasis como el que comentamos. Así, es evidente la ausencia de una línea demarcatoria precisa para establecer qué componentes deben incluirse en el significado de una preferencia y cuáles constituyen el énfasis. Por otra parte, la noción de énfasis no ha sido suficientemente esclarecida a la luz de la importancia que cobra en la concepción de Achinstein. En efecto, a ella se le adjudica la función de ser el indicador de cuál es factor explicativamente operativo en cada caso particular. Es decir, si bien el énfasis no determina cuál es el factor que efectivamente explica en el contexto de una explicación, es el índice lingüístico que identifica ese factor. Creemos, en consecuencia, que Achinstein no hace más que dejar planteada y sin resolver la cuestión acerca de cómo se determina si un explanans es efectivamente explicativamente relevante con respecto a un cierto explanandum.

Señalamos ya que Achinstein exige que la proposición P constitutiva de una explicación sea una proposición completa que confiere contenido al concepto expresado por un sustantivo de contenido S con respecto a una pregunta Q. Esto sucede si y sólo si:

- P es una proposición que confiere contenido a un concepto expresado por algún sustantivo de contenido S.
- P se puede expresar por medio de una oración que se obtiene completando el espacio en blanco del esquema de respuesta completa para Q, que incluye el sustantivo de contenido S.
- P no es una presuposición de Q.

Con respecto a la última condición, debe señalarse que Achinstein no define la noción de presuposición de una pregunta, pero parece aceptar la proporcionada por Belnap y Steel,¹⁶ de acuerdo con quienes una pregunta Q presupone una proposición P si y sólo si la verdad de P es una condición lógicamente necesaria para que haya una respuesta correcta a Q. Así, por ejemplo, una pregunta como "¿Por qué Nerón tocó una melodía?" presupone que Nerón tocó una melodía por alguna razón, que Nerón tocó una melodía, que Nerón hizo algo, que alguien hizo algo. Además, toda proposición implicada por una proposición presupuesta por una pregunta Q, es también una presuposición de Q. Finalmente, la presuposición completa de una pregunta Q es la presuposición que implica a todas las presuposiciones de la pregunta Q, y únicamente a ellas. En este ejemplo, la proposición "Nerón tocó una melodía por alguna razón" es la presuposición completa de la pregunta "¿Por qué Nerón tocó una melodía?", pues implica a todas las demás proposiciones que son presuposiciones de esa pregunta.

¹⁶ Belnap, N. & Steel, Th., *The Logic of Questions and Answers*, New Haven, 1976, p.5.

En relación con la segunda condición, Achinstein indica que, para obtener la presuposición completa de una pregunta que se expresa empleando alguna proforma interrogativa como “por qué”, “qué”, “cómo”, etc., es necesario utilizar un término del tipo “por alguna razón”, “de algún modo”, “en algún momento”, etc. que corresponda a su proforma interrogativa. Denominaremos “términos T” -de razón, de tiempo, etc.- a estas expresiones.

A partir de la presuposición completa de una pregunta como “¿Por qué Nerón tocó una melodía?” es posible obtener un esquema de respuesta completa para esa pregunta, tal como “La razón por la cual Nerón tocó una melodía es que...”. Este esquema se consigue extrayendo de la presuposición completa de la pregunta el término T –de razón, en este caso- y añadiendo la expresión “la razón por la cual” al principio y “es...” al final. En el caso de la pregunta “¿Qué fuerza causó la aceleración?”, la presuposición completa es la oración “Alguna fuerza causó la aceleración”, y un esquema de respuesta completa a esa pregunta es “La fuerza que causó la aceleración es....”.

Una vez completado el esquema de respuesta completa a una pregunta del tipo considerado se obtiene, en ciertos casos, una oración completa que confiere contenido a un sustantivo con respecto a esa pregunta. Esto es posible cuando los esquemas de respuestas completas contienen, dentro de sus términos T, ciertos sustantivos a los que Achinstein denomina “sustantivos de contenido”. En estos esquemas de respuesta completa, los espacios en blanco pueden completarse con expresiones que proporcionan el contenido asociado a esos sustantivos. Por ejemplo, “razón” es un sustantivo de contenido, que figura en el término T de razón “por alguna razón”, y la expresión “(es) que estaba feliz” proporciona el contenido de la razón, a diferencia de lo que sucede con la expresión “(es) difícil de comprender”, que no proporciona el contenido de la razón. Por eso, la proposición expresada por la oración (1) “La razón por la cual Nerón tocó una melodía es que estaba feliz” constituye una respuesta a “¿Por qué Nerón tocó una melodía?”, pero no ocurre lo mismo con la expresada por (2) “La razón por la cual Nerón tocó una melodía es difícil de comprender”, pues la primera confiere contenido al sustantivo de contenido del término T de la pregunta, pero la segunda no. En consecuencia, la proposición expresada por “La razón por la cual Nerón tocó una melodía es que estaba feliz” es una proposición completa que confiere contenido con respecto a la pregunta “¿Por qué Nerón tocó una melodía?”. Achinstein denomina “oración que confiere contenido a un sustantivo –en este caso, “razón”- con respecto a una pregunta” a las oraciones semejantes a “La razón por la cual Nerón tocó una melodía es que estaba feliz”. De acuerdo con el autor, la forma de una oración que confiere contenido a un sustantivo es:

(1)

[Artículo]	[Sustantivo de contenido]	[Frase preposicional o frase relativa]	[Forma del verbo “ser”]	[Preposición]	[Frase nominal]
La	razón	por la cual Nerón tocó una melodía	es	que	estaba feliz.

Entre las frases nominales, se admiten las “cláusulas–que” -como “Sé que él es amable”-, las que contienen un gerundio –“nos complació llegando a tiempo”-, las que tienen un verbo en infinitivo -“dar es mejor que recibir”-, las que tienen un pronombre interrogativo –“todos saben el por qué miente”-.¹⁷

Una oración que confiere contenido a un sustantivo tiene una estructura sintáctica análoga a la de la oración (I). Pero no toda oración de esta forma confiere contenido a un sustantivo. Según Achinstein una oración O de la forma (I) confiere contenido a un sustantivo S si y sólo si satisface cuatro condiciones:

- a) S es un sustantivo abstracto cuyo contenido puede darse por medio de la nominalización, pero que no es nombre de ningún objeto físico, ni de ninguna sustancia o propiedad física o disposición, ni de sucesos o procesos físicos, ni de lugares físicos o momentos temporales, y tampoco es nombre de ningún agente – sea físico o de otra naturaleza-.
- b) O es una oración no distributiva de la forma (I), o es equivalente a una oración tal. Una oración es no distributiva si no se da el caso de que contenga una disyunción en su frase nominal que, cuando es distribuida, dé lugar a una oración equivalente en significado. Así, la oración “La razón por la cual Nerón tocó una melodía es que estaba feliz o aburrido”, da lugar a la oración “O bien la razón por la cual Nerón tocó una melodía es que estaba feliz, o bien la razón por la cual Nerón tocó una melodía es que estaba aburrido”, a la que es equivalente en significado, de modo que es distributiva. Esta clase de oraciones debe ser descartada porque no confieren contenido a la razón sino que proporciona posibles contenidos. Esta restricción, se extiende a las demás oraciones compuestas, por ejemplo “La razón por la cual Nerón tocó una melodía es que estaba feliz, si ha de creerse lo afirmado en ese libro”, es distributiva por ser equivalente al condicional “Si ha de creerse lo afirmado en ese libro, entonces la razón por la cual Nerón tocó una melodía es que estaba feliz”. En el caso de las conjunciones distributivas, el autor propone efectuar una excepción y considerarlas como oraciones que confieren contenido si son equivalentes a una conjunción de oraciones que confieren contenido.
- c) La oración O de la forma (I) tiene una oración declarativa equivalente de la forma:
(II)

Esta	es	[Artículo]	[Sustantivo al que se le confiere contenido]	[Frase preposicional o relativa]	[Frase nominal]
Esta	es	la	razón	por la cual Nerón tocó una melodía:	estaba triste

¹⁷ Achinstein, P., *La naturaleza de la explicación*, FCE, México, 1989,(II, 4)

- d) La oración O de la forma (I) es reversible, en el sentido de que la frase que sigue a la forma del verbo "ser" en (I) puede trasladarse al principio de la oración, seguida de una forma del verbo "ser".

Achinstein define la noción de sustantivo de contenido del siguiente modo: S es un sustantivo de contenido si y sólo si existe una oración que confiere contenido a S, es decir, una oración que satisface las cuatro condiciones a)-d) mencionadas.

Sin embargo, las definiciones de Achinstein de oración que confiere contenido al concepto expresado un sustantivo y de sustantivo de contenido plantean una dificultad. En efecto, entre las condiciones que una oración de la forma (I) debe satisfacer para conferir contenido a un sustantivo está la condición a) que exige que el sustantivo en cuestión sea un sustantivo abstracto cuyo contenido puede darse por medio de la nominalización. Así, el sustantivo "razón" es abstracto, y el contenido de la razón se confiere por medio de la frase nominal "que estaba feliz". El autor sostiene que los sustantivos de contenido son "abstractos desde un punto de vista físico y de agente"¹⁸, pero enfatiza que no todos los sustantivos que son abstractos desde este punto de vista son sustantivos de contenido: "deseo" o "causa" lo son, en cambio "número" o "existencia" no. Sin embargo, en lugar de proporcionar una condición suficiente para que un sustantivo abstracto sea un sustantivo de contenido, Achinstein se limita a brindar ejemplos, entre los cuales encuentran: razón, causa, proceso, función, explicación, método, manera, regla, hecho, problema, medio, efecto, excusa, etc. En suma, es claro que la condición a) es sólo necesaria pero no suficiente para que el sustantivo S sea un sustantivo de contenido.

No obstante, el autor sostiene que S es un sustantivo de contenido si y sólo si existe una oración O que satisface las cuatro condiciones para que sea una oración que confiere contenido. Es evidente, entonces, que O podría ser una oración de la forma (I) que cumple estas cuatro condiciones, pero tal que el sustantivo S satisface la condición a) sin ser, no obstante, un sustantivo de contenido. En tal caso, podríamos afirmar que S es un sustantivo de contenido porque existe una oración que cumple las cuatro condiciones requeridas, pero también podríamos sostener que S no es un sustantivo de contenido dado que la satisfacción de la condición a) no es suficiente. Y si se adujera que las otras tres condiciones complementan la condición a) de modo que, en conjunto, constituyen una condición suficiente para que S sea un sustantivo de contenido, podría responderse que el autor no ha mostrado que esas tres condiciones puedan cumplir esta función. Además, no parece que esto pueda demostrarse, ya que las dos últimas condiciones suponen en su propia formulación que S es un sustantivo al que puede conferírsele contenido. Y, en lo que respecta a la segunda condición, no se ve de qué modo la distributividad de la oración O tiene vinculación alguna con el hecho de que S sea o no un sustantivo de contenido.

¹⁸ Achinstein, P., *La naturaleza de la explicación*, FCE, México, 1989, p.45

Además, el autor considera que una proposición completa que confiere contenido al concepto expresado por un sustantivo de contenido captura cualquier énfasis explicativo que use el hablante que explica. Y sostiene que, en general muchos de los sustantivos de contenido –aunque no todos- son selectivos del énfasis, de modo que las palabras con énfasis en una oración de la forma (1) indican que aspecto particular de la situación descrita es explicativamente relevante. En consecuencia, al proporcionar una caracterización ambigua de la noción de sustantivo de contenido, Achinstein deja sin resolver el problema de cómo se determina cuál es el factor realmente operativo en una explicación.

Indicamos anteriormente que, al exigir que la respuesta a Q sea una proposición completa que confiera contenido al concepto expresado por un sustantivo de contenido Achinstein considera que evita el problema del énfasis. Pues si bien proposiciones como (1) “Juan comió *carne descompuesta* el martes” y (2) “Juan comió carne descompuesta el *martes*” son idénticas excepto por el énfasis, no son proposiciones completas que confieren contenido al concepto expresado por el sustantivo de contenido “razón” con respecto a la pregunta ¿Por qué se enfermó Juan?. De modo que estas proposiciones no son las constitutivas de las explicaciones en cuestión. De acuerdo con el autor, las proposiciones constitutivas son (3) “La razón por la que Juan se enfermó es que comió *carne descompuesta* el martes” y (4) “La razón por la que Juan se enfermó es que comió carne descompuesta el *martes*”. Pero, según Achinstein, estas proposiciones no son idénticas, porque si bien un cambio de énfasis no modifica las proposiciones (1) y (2), no ocurre lo mismo con (3) y (4), que son proposiciones completas que confieren contenido al concepto expresado por un sustantivo. Pues, el énfasis en (1) no indica que éste es el aspecto del suceso explicativamente relevante, mientras que el énfasis en (3) sí lo indica, ya que el sustantivo de contenido “razón” captura este énfasis.

Así, tomando en consideración las condiciones de asociación, si el doctor Pérez explicó por qué se enfermó Juan al emitir (3) “La razón por la cual Juan se enfermó es que *comió carne descompuesta* el martes”, entonces esta proposición está asociada con el acto de explicación que realizó el doctor Pérez. Pero si el doctor Pérez explicó por qué se enfermó Juan al emitir (5) “Juan *comió carne descompuesta* el martes”, entonces proposición (3) está también asociada con el acto de explicación que realizó el doctor Pérez, aunque esta proposición no sea la expresada mediante la oración que emitió el doctor, pues su acto de explicación fue tal que afirma la verdad de (3). Como (3) es una proposición completa que confiere contenido al concepto expresado por el sustantivo de contenido “razón” con respecto a la pregunta en cuestión e implica la proposición que expresa (5), entonces está asociada al acto de explicación del doctor Pérez.

Con respecto a segunda la condición de asociación, Achinstein señala que evita que la proposición “La razón por la cual se enfermó Juan es que comió carne descompuesta el *martes*” sea la proposición constitutiva de la explicación que ofreció el doctor Pérez al emitir “Juan comió *carne descompuesta* el martes”. Ya que al emitir esta

última proposición el doctor no afirma la verdad de la anterior, de modo que “La razón por la cual se enfermó Juan es que comió carne descompuesta el *martes*” no es una proposición de la cual se afirme que es verdadera en el acto de explicación del doctor Pérez, y así se evita que la explicación del doctor Pérez sea idéntica a la proposición “La razón por la cual se enfermó Juan es que comió carne descompuesta el *martes*”.

La razón para establecer la tercera condición de asociación es que la proposición “La razón por la cual Juan se enfermó es que comió carne descompuesta” es una proposición completa que confiere contenido al concepto expresado por el sustantivo de contenido “razón”, y que también se afirma como verdadera en el acto en que el doctor Pérez explicó la enfermedad de Juan emitiendo “Juan comió *carne descompuesta* el martes”. Tanto la proposición “La razón por la cual Juan se enfermó es que comió *carne descompuesta* el martes” como la proposición “La razón por la cual Juan se enfermó es que comió carne descompuesta” satisfacen las dos primeras condiciones de asociación. De modo que sin la tercera condición, no habría una única proposición asociada con el acto de explicación del doctor Pérez. En cambio, la tercera condición de asociación excluye la proposición “La razón por la cual Juan se enfermó es que comió carne descompuesta” como una proposición asociada a ese acto de explicación, pues ésta no implica la proposición que expresa la oración con énfasis emitida por el doctor Pérez “Juan comió *carne descompuesta* el martes”

En suma, la estrategia de Achinstein consiste en sustituir proposiciones por proposiciones completas que confieren contenido al concepto expresado por un sustantivo. Así, aunque las proposiciones constitutivas de las explicaciones no difieran en significado pueden diferir en cuanto al énfasis, que—según el autor— es lo que indica cuál es el aspecto explicativamente operativo. No obstante, esta presunta solución al problema del énfasis parece sustentarse en una simple estipulación que podríamos cambiar por otra, según la cual se ampliara la noción de significado de una proposición de modo que incluyera el énfasis. Pero tampoco es claro de qué modo los sustantivos de contenido -y sólo ellos, aunque no todos ellos- capturan el énfasis de una oración, seleccionando así el aspecto que es explicativamente pertinente.

Señalamos ya que este enfoque evita el problema de la fuerza ilocucionaria introduciendo un acto de tipo explicativo como segunda componente del par ordenado en que consiste una explicación. Achinstein caracteriza los actos de explicar del siguiente modo:

Si Q es una pregunta de contenido y U es —o es transformable en— una oración que expresa una proposición completa que confiere contenido con respecto a Q, entonces una persona A explica q -que expresa la forma indirecta de la pregunta Q- al emitir U si y sólo si A emite U con la intención de que su emisión de U haga comprensible q al producir el conocimiento de la proposición expresada por U, la cual es en ese contexto una

respuesta correcta a Q.¹⁹ Además, Q es una pregunta de contenido, si y sólo si (VP)(P es una proposición completa que confiere contenido con respecto a Q).

Es importante destacar que la restricción impuesta sobre las preguntas de contenido admite que las expresiones interrogativas tengan supuestos falsos. Por otra parte, la restricción impuesta sobre U permite que A esté explicando aún al hacer emisiones anómalas. Por ejemplo, A puede estar explicando por qué los números no pueden ser escuchados al emitir la oración “La razón por la que los números no pueden ser escuchados es que hablan silenciosamente”. Sin embargo, no puede explicar esto al emitir “La razón por la que los números no pueden ser escuchados es que glip glop”, puesto que “glip glop” no expresa una proposición. Achinstein considera correcto que sus criterios admitan como explicaciones incluso emisiones que violan reglas sintácticas o semánticas, y sostiene que las restricciones para evitar tales casos deben ser propuestas en la evaluación de las explicaciones. En la siguiente sección, analizaremos el modo cómo el autor sugiere que deben evaluarse las explicaciones, con el propósito de determinar si logra brindar criterios que impidan admitir “La razón por la que los números no pueden ser escuchados es que hablan silenciosamente” como una explicación adecuada.

Recordemos que el autor no ha caracterizado satisfactoriamente el concepto de sustantivo de contenido, ni ha explicado cómo es posible conferir contenido al concepto expresado por estos sustantivos. En consecuencia, sus nociones de oración que confiere contenido a un sustantivo y de pregunta de contenido distan de ser claras, y, por lo tanto, su definición de acto de explicación requiere una elucidación ulterior, en tanto que ésta se sustenta sobre aquellos conceptos. La misma crítica puede esgrimirse contra la noción de comprensión involucrada en la definición de acto de explicación, aunque esta noción plantea problemas adicionales.

En efecto, de acuerdo con Achinstein, un individuo A comprende q en forma que satisface un conjunto adecuado de instrucciones I sólo si:

(VP) (P es una respuesta a Q que satisface el conjunto de instrucciones adecuadas I, A sabe que P es una respuesta correcta a Q, y P es una proposición completa que confiere contenido con respecto a Q).

Achinstein indica que el conocimiento de una proposición implica una familiaridad con la misma, un conocimiento de su contenido. Pero aunque menciona algunas definiciones que otros autores proporcionaron del concepto de conocimiento por familiaridad de una proposición y señala las dificultades que éstas plantean, no ofrece una alternativa capaz de superar tales dificultades, de modo que surge la dificultad de determinar si su caracterización

¹⁹ La expresión “en ese contexto” permite que A explique q aun emitiendo palabras que normalmente no expresan una proposición, pero que sí la expresan en el contexto del acto de explicación. Así, A podría explicar por qué Otelo mató a Desdémona al emitir simplemente “celos incontrolables”.

de la comprensión es suficientemente esclarecedora.²⁰ Con respecto a las instrucciones, el autor señala que son reglas que imponen condiciones a las posibles respuestas a una pregunta, ya que una pregunta podría responderse correctamente de distintas maneras, proporcionando diferente clase de información. Por eso podría decirse que una persona comprende q de una manera pero no de otra, en el sentido de que la comprende de un modo que satisface ciertas instrucciones pero no otras. De acuerdo con Achinstein, la conveniencia de las instrucciones a satisfacer depende de las características contextuales de la situación comunicativa. Por ejemplo, la pregunta “¿Qué causó la muerte de Pérez?”, podría responderse correctamente diciendo “La causa de la muerte de Pérez es que contrajo una enfermedad”, o bien “La causa de la muerte de Pérez es que contrajo una enfermedad ocasionada por una infección bacteriana”, o bien “La causa de la muerte de Pérez es que contrajo la enfermedad del legionario”. El autor señala que las diferencias en las respuestas se deben a que quienes las brindan pueden estar siguiendo diferentes instrucciones, a saber:

- (a) Diga de manera muy general que causó la muerte de Pérez, si fue por ejemplo, una enfermedad, un accidente, un asesinato o un suicidio.
- (b) Siguiendo (a), y si fue una enfermedad, diga qué la ocasiona, por ejemplo, si es bacteriana o viral.
- (c) Siguiendo (a), y si fue una enfermedad, identifíquela con su nombre común.

Pero Achinstein no aborda el problema de cómo puede determinarse que un hablante esté siguiendo efectivamente una instrucción en particular y no otra. Por el contrario, parece considerar esta condición de su definición de comprensión como no problemática, sin tomar en cuenta que las tentativas de solucionar esta dificultad – en términos de disposiciones o de condicionales contrafácticos- no han podido superar las críticas escépticas. Con todo, el autor reconoce no haber demostrado que su definición sea una condición suficiente para la noción de comprensión. Sin embargo, sostiene que, a menos que se presenten contraejemplos, puede considerarse que ésta es una condición no sólo necesaria sino, además, suficiente.

Es importante destacar que, al relativizar la noción de comprensión con respecto a conjuntos de instrucciones o reglas convenientes en ciertos contextos que establecen las condiciones de aceptabilidad para las respuestas a una pregunta, Achinstein relativiza el concepto de acto de explicar. Así, que una preferencia se considere o no un acto de explicar dependerá de que se hayan seguido instrucciones adecuadas para un cierto contexto. Esta concepción de los actos de explicar contextualmente relativizada plantea el problema de si es posible disponer de criterios objetivos para determinar la conveniencia de las instrucciones a satisfacer en cada contexto particular. Si éste no fuera el caso, serían consideraciones de índole subjetiva las que determinarían si se ha ejecutado o no un acto de explicación. Esta

²⁰ Achinstein, P., *La naturaleza de la explicación*, FCE, México, 1989, pp 34-40.

interpretación podría sustentarse en afirmaciones del propio Achinstein, quien reconoce que es arbitrario cualquier criterio de demarcación entre lo que es un acto de explicación y lo que no lo es.²¹ Pero entonces su teoría ilocucionaria de los actos de explicación no sólo no ha logrado establecer las condiciones necesarias y suficientes para los actos de explicar sino que además supone que es imposible hacerlo. Y, por consiguiente, tampoco podría afirmarse que hay una línea demarcatoria precisa que determine que es una explicación y que no lo es, puesto que esta cuestión presupone disponer de una definición satisfactoria de los actos de explicar. Así, aunque Achinstein considera que su enfoque ilocucionario supera las propuestas tradicionales porque permite distinguir las explicaciones de otros productos ilocucionarios, esta carencia de criterios demarcatorios pone de manifiesto que tal superioridad es sólo aparente.

²¹ Achinstein, P., *La naturaleza de la explicación*, FCE, México, 1989, p. 64

7.3. La evaluación ilocucionaria de las explicaciones.

En lo que respecta al modo de evaluar las explicaciones, Achinstein sugiere, en principio, el siguiente criterio no ilocucionario de corrección: si [P; explicar q] es una explicación, entonces es correcta si y sólo si P es verdadera. Sin embargo, el autor sostiene que este criterio de corrección no es suficiente para evaluar las explicaciones, ya que una explicación debe evaluarse considerando si se cumplen ciertos fines, o en que medida se cumplen. Pero Achinstein propone evaluar las explicaciones tomando en cuenta el fin que, a su juicio, persigue un hablante cuando realiza el acto ilocucionario de explicar q, a saber: hacer comprensible q al producir el conocimiento de la respuesta que se ofrece, la cual es una respuesta correcta a Q. La evaluación de las explicaciones desde el punto de vista de su capacidad para lograr este fin es una evaluación ilocucionaria.

Es posible, además, efectuar otro tipo de evaluación relacionada con la anterior, la evaluación de que una explicación de q podría ser una buena explicación para que un hablante la presentara al explicar q no sólo si es capaz de lograr el fin mencionado, sino también si al hablante le parece razonable creer que es capaz de hacerlo aun cuando no lo sea. Achinstein afirma que esta distinción es comparable con la que Hempel establece entre explicaciones verdaderas y bien confirmadas, o con la formulada por Salmon entre homogeneidad y homogeneidad epistémica. Sin embargo, consideramos que esta comparación es errónea, ya que si bien las segundas categorías de las distinciones de Hempel y Salmón hacen referencia a una evaluación epistémicamente relativizada, las dos clases de evaluación ilocucionaria de Achinstein tienen un carácter subjetivo que no presentan las evaluaciones propias de los modelos de Hempel y Salmon.

En efecto, cuando se efectúa una evaluación ilocucionaria de una explicación se considera si esa explicación es capaz —o si es razonable creer que lo es— de lograr el fin de hacer comprensible q de una manera que satisfaga cierto conjunto de instrucciones convenientes I. Achinstein afirma que la idea de seguir instrucciones es, en parte, una idea intencional pues un hablante ha seguido instrucciones I al explicar q sólo si intenta que su respuesta satisfaga I y si en efecto lo hace. Según el autor, las instrucciones a seguir por un hablante al explicar q a un auditorio son convenientes si y sólo si o bien son verdaderos los cuatro tipos de creencia que mencionamos a continuación y con los cuales se compromete el hablante cuando sigue sus instrucciones, o bien le resulta razonable al hablante creer que los son. Es decir:

I es un conjunto de instrucciones convenientes para que un hablante siga al explicar q a un auditorio si y sólo si:

O bien:

C1. el auditorio no comprende q_i

- C2. hay una respuesta correcta a Q que satisface I, cuya mención hará capaz al auditorio de comprender q_i al producir el conocimiento de esa respuesta, la cual es correcta
- C3. el auditorio está interesado en comprender q de una forma que satisfaga I
- C4. la comprensión de q de una forma que satisfaga I, si pudiera lograrse, sería valiosa para el auditorio.

O bien:

Al hablante le resulta razonable creer que C1, C2, C3 y C4 se satisfacen.

Con respecto a la condición C3, el autor señala que las tres clases de factores pertinentes para determinar qué tipo de comprensión está interesado en obtener un auditorio científico son: los criterios metodológicos generales que valora el auditorio, las creencias específicas que el auditorio tiene acerca del mundo relacionadas con la resolución de Q, y la forma específica en que intenta comprender q el auditorio. En relación con la condición C4, Achinstein indica que el tipo de comprensión que es valiosa para un auditorio se determina considerando los criterios metodológicos generales de la ciencia y las creencias específicas acerca del mundo relacionadas con la resolución de Q. Lo primero sin lo segundo daría lugar a instrucciones demasiado poco específicas para evaluar las explicaciones, y lo segundo sin lo primero daría lugar a instrucciones cuyo valor general para la ciencia no estaría definido.

La segunda parte de esta condición de adecuación para las instrucciones es un criterio epistémico. El que las instrucciones sean convenientes epistémicamente depende de qué considera razonable el que explica acerca de esas instrucciones y acerca del auditorio. La primera parte de esta condición de adecuación no es epistémica en este sentido, aunque contiene elementos epistémicos porque hace referencia a la comprensión y a los intereses del auditorio. Si hacemos una evaluación conforme a la parte no epistémica de esta condición, entonces esa evaluación es válida para cualquier hablante que explica porque no se imponen condiciones sobre el estado epistémico del hablante que explica. Por el contrario, si hacemos una evaluación epistémica –acorde con la segunda parte de la condición- la evaluación puede ser válida para un hablante que explica pero no para otro, pues para un hablante puede resultar razonable creer que se cumplen las condiciones 1-4, mientras que para otro hablante esta creencia puede no ser razonable. De acuerdo con Achinstein, juzgar las instrucciones no epistémicamente es juzgarlas como convenientes para un auditorio, aunque la referencia a éste puede estar implícita en el contexto. En cambio, juzgar las instrucciones epistémicamente es determinar si es razonable creer, para el hablante que explica, ciertas cosas con respecto a un auditorio. Cuando evaluamos las instrucciones como buenas o no para seguir en una explicación sin hacer una referencia explícita al hablante que explica o al auditorio, Achinstein considera que la referencia al auditorio está implícita y que también lo está la referencia al que explica si la evaluación es epistémica.

Achinstein sostiene que tanto la primera como la segunda parte de la condición de adecuación para las instrucciones proporcionan un conjunto de condiciones suficientes. Y también cree que constituye un conjunto de condiciones necesarias, porque la evaluación se hace con respecto al propósito de un acto ilocucionario de explicación, que es el de hacer comprensible q al producir el conocimiento de la respuesta correcta a Q . Pues hacer comprensible q significa hacerla comprensible de una forma conveniente, y una forma es conveniente para un auditorio si éste está interesado en comprender q de esa forma y si esta comprensión fuera valiosa para él. Por lo tanto I es un conjunto de instrucciones convenientes para lograr el propósito de un acto de explicar sólo si se satisfacen $C3$ y $C4$, o si es razonable creer para el que explica que se satisfacen.

En suma, podemos afirmar que $[P; \text{explicar } q]$ es una buena explicación para que un hablante la ofrezca al explicar q a un auditorio si y sólo si:

- a) bien (VI) (I satisface los criterios $C1-C4$ de la condición de adecuación para las instrucciones convenientes, y $[P; \text{explicar } q]$ es capaz de hacer comprensible q a un auditorio al producir el conocimiento de P que es una respuesta correcta a Q)
- b) bien al hablante le parece razonable creer que se cumple a).

• Señalamos ya que si $[P; \text{explicar } q]$ es una explicación, entonces es correcta si y sólo si P es verdadera. Indicamos, también, que una condición necesaria -aunque no suficiente- para que $[P; \text{explicar } q]$ sea una buena explicación para que un hablante la ofrezca al explicar q , es que P sea una respuesta correcta Q o que sea razonable para el hablante creer que lo es. De aquí se sigue que $[P; \text{explicar } q]$ es una buena explicación para que un hablante la ofrezca al explicar q , sólo si P es verdadera o si al hablante le resulta razonable creer que lo es. Sin embargo la corrección no es una condición suficiente para que una explicación sea buena, lo que se necesita -según Achinstein- es una corrección adecuada, y esta noción se capta con las condiciones $C1-C4$. Pues, aunque P sea correcta puede suceder que $[P; \text{explicar } q]$ no sea capaz de hacer comprensible q de una forma conveniente. No obstante, el autor admite que las condiciones propuestas son insuficientes para determinar la conveniencia de las instrucciones I , o para establecer si una explicación es una buena explicación, e incluso para decidir si la comprensión de q de una forma que satisfaga I puede ser valiosa para el auditorio.

En este punto, y dada la extrema relatividad epistémica de la propuesta evaluativa de Achinstein, conviene preguntarse si existe algún conjunto de instrucciones científicas universales I_u que sigan los científicos cuando explican, al menos si se dirigen a un auditorio de científicos. Es decir, instrucciones que determinen qué es la comprensión científica. Esto significa, en términos de la propuesta de Achinstein que:

- (P; explicar q) es una buena explicación para que un científico la ofrezca al explicar q a una audiencia científica si y sólo si la explicación satisface I_u .
- Si (P; explicar q) es una explicación, entonces es capaz de hacer comprensible q de una manera científica si y sólo si satisface I_u .

De acuerdo con Achinstein, autores como Hempel, Salmon, y Brody coincidirían en que las instrucciones científicas universales para la evaluación de las explicaciones deberían tener las siguientes características:

- U1. Las instrucciones científicas universales deben permitir distinguir las explicaciones científicas de las que no lo son.
- U2. Las instrucciones científicas universales deben ser una garantía de la verdad, es decir que la respuesta que las satisfaga necesariamente será una respuesta correcta a la pregunta en cuestión.
- U3. Las instrucciones científicas universales deben constituir las condiciones necesarias y suficientes para que una explicación sea una buena explicación para que un científico la ofrezca a una audiencia de científicos.
- U4. Las instrucciones científicas universales no deben incluir supuestos empíricos específicos; pueden exigir que suponga la existencia de leyes, causas o fines en la naturaleza, pero no deben mencionar teorías científicas particulares.
- U5. Las instrucciones científicas universales no deben variar de un período científico a otro.
- U6. Las instrucciones científicas universales deben ser tales que su seguimiento debe justificarse solamente sobre bases a priori, no empíricas. Comprender de una forma que satisfaga esas instrucciones es lo que constituye por definición la comprensión científica.
- U7. Las instrucciones científicas universales no deben contener ninguna referencia a consideraciones pragmáticas o contextuales relativas al hablante que explica o a la audiencia.

Sin embargo, según Achinstein, las instrucciones que los universalistas efectivamente propusieron no satisfacen la condición U1, porque numerosos contraejemplos muestran que no son científicas algunas de las explicaciones que satisfacen las condiciones de modelos como el de cobertura legal o el de relevancia estadística. De modo que quienes sostienen que debe haber un conjunto de instrucciones universales para la evaluación de explicaciones científicas, no consiguen proporcionar las condiciones suficientes de adecuación que estas instrucciones deberían satisfacer. Pero, además, sus instrucciones tampoco pueden ser consideradas solamente como condiciones necesarias, porque hay explicaciones científicas que no las satisfacen —por caso, las explicaciones parciales de Hempel—. Así, Achinstein concluye que hasta ahora nadie logró establecer la distinción entre explicaciones científicas y no

científicas. Más aun, el autor considera que si las instrucciones deben cumplir la condición U3, entonces no podrán satisfacer las condiciones U4-U6, de modo que no podrán ser universales en importantes aspectos.²² Es decir que, para evaluar si una explicación es buena no se pueden usar instrucciones que cumplan la condición U4, porque –según Achinstein– una buena explicación satisface instrucciones que incluyen supuestos empíricos específicos. Estas instrucciones tampoco podrán cumplir la condición U5, porque una buena explicación satisface instrucciones que no son invariantes de un período científico a otro. Y tampoco cumplirán la condición U6, porque seguir esas instrucciones no puede justificarse sobre fundamentos a priori, sino sobre creencias empíricas acerca de la naturaleza y acerca del auditorio.

De acuerdo con Achinstein, si queremos establecer un conjunto de instrucciones científicas adecuadas para evaluar las explicaciones, o bien podemos evitar hacer referencias pragmáticas –como exige U7– y formular instrucciones que violen las condiciones U4-U6, o bien podemos satisfacer estas condiciones e infringir U7 introduciendo una condición contextual como la siguiente: “determine las instrucciones particulares I que la audiencia impuso a las respuestas Q, y responda Q de una forma que satisfaga I”. Pues esta condición da lugar a instrucciones que no exigen que se hagan supuestos empíricos específicos, que no varían de un período a otro, y que se justifican únicamente sobre la base de fundamentos a priori, es decir, satisfacen U4-U6. Pero, si queremos obtener instrucciones útiles, no podemos satisfacer simultáneamente las condiciones U4-U6 y U7. En suma, Achinstein sostiene que ningún conjunto de principios universales en los que se eviten tanto los rasgos pragmáticos como los supuestos empíricos específicos, puede proporcionar una base adecuada para determinar si una explicación es buena para que un científico la ofrezca al explicar q. Pues, para satisfacer las condiciones de adecuación C1-C4, las instrucciones deben hacer referencia a rasgos pragmáticos y a supuestos empíricos específicos acerca del mundo. El autor reconoce que, entre las razones por las cuales un científico sigue las instrucciones que sigue al dar una explicación se pueden incluir creencias metodológicas muy generales acerca de los valores reflejados en la ciencia, como la búsqueda de generalidad, precisión, unificación, simplicidad, alto contenido informativo y confirmación. La creencia en la importancia de estos valores puede encontrarse entre las razones por las que un científico que explica o evalúa explicaciones exige la satisfacción de ciertas instrucciones. Así, los valores metodológicos generales son pertinentes para determinar la forma de comprensión que los científicos están interesados en lograr, y la forma de comprensión que, si pudiera lograrse, sería valiosa para el auditorio. Por esta razón podría pensarse que una explicación es buena si satisface esos valores.

Pero la satisfacción de estos valores metodológicos generales –según Achinstein– no es una condición necesaria ni suficiente para que una instrucción sea conveniente para ser seguida por un científico al explicar q a un auditorio que comparte esos valores. Pues no es suficiente que el auditorio esté interesado en comprender q de una

²² Achinstein, P., *La naturaleza de la explicación*, FCE, México, 1989, p. 150-152

forma que satisfaga I –como exige la condición C3- y que tal comprensión de q de una forma que satisfaga I sea valiosa para el auditorio –como exige la condición C4-. Pues es necesario, además, que el auditorio no comprenda previamente q_i –como requiere la condición C1-, y que haya una respuesta correcta a Q que satisfaga I cuya mención haga capaz al auditorio de comprender q_i al producir el conocimiento de esa respuesta –como requiere la condición C2-. Es decir, no es suficiente con que el auditorio esté interesado en la satisfacción de esos valores y que su satisfacción sea deseable. En suma, Achinstein admite que al efectuar evaluaciones no ilocucionarias -es decir, relativas a la consecución de otros fines que no son el hacer comprensible q al producir el conocimiento de una respuesta correcta a Q- se pueden aplicar estos criterios metodológicos generales. Pero considera que si se evalúa como buena o mala una explicación usando sólo esos criterios, no se infiere de aquí que tengamos una buena o mala explicación para explicar q. Pues, de acuerdo con el autor, hacer abstracción de las cuestiones pragmáticas o contextuales impide determinar si una explicación científica es una buena explicación para explicar q. Ya que, aun cuando las instrucciones no mencionen un hablante que explica ni un auditorio, el uso de esas instrucciones necesita justificarse apelando a un auditorio –y en una evaluación epistémica, también a un hablante que explica-.

No obstante, para defenderse de la acusación de incurrir en el relativismo histórico, Achinstein sostiene que su postura es universalista, pues para evaluar explicaciones establece las siguientes reglas que son aplicables universalmente, que no varían de un contexto científico a otro -aunque puedan variar los hablantes, los auditorios, los supuestos empíricos y los valores metodológicos vigentes-. Las reglas para evaluar explicaciones que este autor propone son:

- i) Determine si el auditorio ya comprende q de la forma que posibilita la explicación en cuestión.
- ii) Determine si el auditorio es tal que la mención de esa explicación lo hará capaz de comprender q.
- iii) Determine si el auditorio está interesado en comprender q de la forma que posibilita esa explicación.
- iv) Considerando los valores metodológicos generales y las creencias empíricas específicas del auditorio, determine si es valioso para ese auditorio comprender q de la forma que esa explicación hace posible.

La teoría ilocucionaria de la explicación propone, entonces, un “universalismo” que toma en cuenta las creencias empíricas del hablante, así como el conocimiento y los intereses del auditorio, al tiempo que niega que la sola satisfacción de los valores metodológicos generales sea una condición necesaria o suficiente para que una explicación sean buena, a diferencia de lo que ocurre con las posiciones realmente universalistas.

No discutiremos la adecuación de estas reglas cuestionando que se sustentan en la ininteligible noción de comprensión que, a su turno, se funda en las problemáticas ideas de conocimiento por familiaridad de una proposición

y de seguir una regla. Pero sí interesa señalar que estas reglas para evaluar explicaciones no permiten superar el relativismo histórico. Así, no sería difícil identificar un auditorio para el cual fuera buena la siguiente explicación: [La razón por la cual no escuchamos las armonías celestiales que provocan las revoluciones planetarias es que no tenemos experiencia del silencio absoluto; el acto de explicar por qué no escuchamos las armonías celestiales de las revoluciones planetarias]. Más aún, estas reglas son tan generales que parece posible encontrar un auditorio apropiado para que cualquier par ordenado que satisfaga las condiciones gramaticales impuestas por Achinstein pudiera considerarse una buena explicación, incluso en el caso del par ordenado [La razón por la cual los números no pueden ser escuchados es que hablan silenciosamente; el acto de explicar por qué los números no pueden ser escuchados].

Recapitulación de la segunda parte.

En esta segunda parte de la tesis se analizan diferentes caracterizaciones del concepto de explicación, y se estudian las dificultades que enfrentan las concepciones pragmáticas, causales y nomológico-inferenciales para elucidar la relación de relevancia explicativa. Se procura poner de manifiesto que si bien los modelos inferenciales no dan cuenta de nuestra idea intuitiva de pertinencia explicativa porque se limitan a una consideración puramente sintáctica de la relación entre explanans y explanandum, las concepciones alternativas tampoco aportan una elucidación satisfactoria de esta noción. Pues los modelos pragmáticos conducen a una trivialización de la relación de relevancia explicativa, mientras que los modelos causales la hacen depender de consideraciones modales o contrafácticas que plantean importantes problemas filosóficos. Se argumenta, además, que las dificultades suscitadas en torno de la relación de relevancia explicativa se derivan —en parte— de la falta de una caracterización adecuada del concepto de ley.

En el quinto capítulo se examina la propuesta de Woodward de complementar el modelo de cobertura legal mediante la adición del requisito de interdependencia funcional y la consideración de factores causales, mostrándose así partidario de una complementación de las tradiciones inferencial y causal. Se discute la afirmación del autor de que la inclusión del requisito de interdependencia funcional permite incrementar el poder explicativo del modelo de cobertura legal de un modo independiente del aporte que implica la introducción de consideraciones causales. Se cuestiona, además, que el requisito de interdependencia funcional permita distinguir entre predicados admisibles en enunciados con poder explicativo y predicados inadmisibles. Considero que esta distinción se funda en consideraciones contrafácticas; y dado que este tipo de consideraciones plantean serias dificultades filosóficas que Woodward no indica cómo resolver, no contribuye a la elucidación de la noción de relevancia explicativa. Argumento, también, que la interpretación que Woodward efectúa de su requisito supone de manera implícita la consideración de factores causales, de modo tal que su pretendida contribución al modelo de cobertura legal no es independiente de la que aportaría el enfoque causal, como el autor sostiene.

A continuación, se discute la concepción de Hempel de las explicaciones estadísticas de explananda singulares como inferencias inductivas. Considero que el autor supone implícitamente que la aleatoriedad no es una característica propia de cierta clase de fenómenos, sino un aspecto relativo a la parcialidad de nuestro conocimiento sobre ellos. Argumento, asimismo, que si se adopta el modelo de Hempel será imposible explicar eventos individuales que no sean altamente probables a la luz del *background* de información disponible. Sostengo, además, que el autor no puede

rechazar el requisito de elevada probabilidad sin abandonar, simultáneamente, su concepción de las explicaciones estadísticas como inferencias inductivas. Cuestiono la utilidad del compromiso determinista implícitamente asumido por Hempel, a la luz de las consecuencias indeseables que se desprenden de su interpretación de las explicaciones estadísticas de explananda singulares como inferencias inductivas y del requisito de que el explanans haga altamente probable el explanandum.

Luego se defiende la hipótesis que la concepción de las explicaciones estadísticas de sucesos particulares como inferencias inductivas y la introducción del requisito que exige que el explanans haga altamente probable al explanandum, dan origen a la ambigüedad de las explicaciones inductivo-estadísticas. Argumento que esta ambigüedad es considerada como un rasgo problemático de las explicaciones inductivo-estadísticas a causa del compromiso determinista asumido implícitamente por Hempel. Se muestra, además, cómo la adopción del requisito de máxima especificidad, propuesto para eliminar esta ambigüedad, conduce a un concepto de explicación estadística epistémicamente relativizado. Concluyo que, si no se adscribe a una posición determinista no hay razón para creer que existe una ambigüedad en las explicaciones inductivo-estadísticas ni, por lo tanto, para considerar necesario que estas explicaciones satisfagan el requisito de máxima especificidad. Finalmente, discuto la concepción de Hempel, pues supone que todo suceso es o bien explicable deductivamente o bien inexplicable.

Se examina, a continuación, la tentativa de Salmon de eludir las dificultades planteadas por el modelo de Hempel, caracterizando las explicaciones no como inferencias sino como un conjunto de factores estadísticamente relevantes con respecto al explanandum. Se señala que este modelo no permite establecer si el explanans es explicativamente relevante con respecto al explanandum de manera puramente a priori, pues la determinación de si el explanans satisface algunos de los requisitos exigidos por Salmon, supone adoptar ciertas presuposiciones materiales. Se cuestiona que este modelo enfrenta el problema de establecer la distinción entre los factores estadísticamente relevantes que son explicativamente pertinentes de los que no lo son. Se concluye que, aunque la relevancia estadística permitiera discriminar conexiones nomológicas genuinas de correlaciones accidentales, sería de todos modos insuficiente para garantizar la pertinencia explicativa del explanans con respecto al explanandum.

Estas consideraciones evidencian la imposibilidad de caracterizar la relación de relevancia explicativa en términos puramente sintácticos, ya sea empleando la relación de deducibilidad, la de probabilidad lógica, o la de relevancia estadística. Tampoco la exigencia de requisitos adicionales como el de interdependencia funcional permiten determinar a priori cuándo el explanans es explicativamente pertinente con respecto al explanandum. Esto se debe a que, según los partidarios del enfoque nomológico-inferencial una debe mostrar que el fenómeno a explicar está nomológicamente asociado a otros que efectivamente tuvieron lugar. Sin embargo, la expectabilidad nómica del explanandum a la luz de cierto explanans no garantiza la pertinencia explicativa de éste último con respecto a aquel. En otras palabras, la existencia de una conexión nomológica entre explanans y explanandum es condición necesaria pero

no suficiente para que el explanans sea explicativamente relevante con respecto al explanandum. Con todo, aunque la expectabilidad nómica fuera una condición suficiente para la pertinencia explicativa, no se simplificaría la tarea de caracterizar esta última relación en términos puramente sintácticos. Pues carecemos de un criterio formal que permitan diferenciar leyes universales o estadísticas genuinas de generalizaciones que sólo expresan conexiones accidentales entre fenómenos.

En el sexto capítulo se analiza en enfoque causal, que procura caracterizar la relación de relevancia explicativa mediante la consideración de las conexiones causales que –supuestamente- vinculan los fenómenos explanantes con el evento a explicar. En primer lugar, se examina el modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística propuesto por Railton, que permite explicar tanto los sucesos altamente probables como los poco probables. De acuerdo con Railton, una explicación probabilística debe dar cuenta del mecanismo estocástico responsable del fenómeno a explicar, pues la mera subsunción del explanandum bajo leyes no proporciona por sí misma una explicación satisfactoria cuando no se citan las causas del fenómeno a explicar sino sólo síntomas nómicamente vinculados con él. Además, con el propósito de eludir la relativización epistémica que afecta al modelo de Hempel, Railton propone un modelo no inductivo de explicación probabilística.

Se discute, en este punto, el ejemplo proporcionado por Gluck y Gimbel, quienes procuran mostrar que el modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística no garantiza la relevancia explicativa de explanans con respecto al explanandum, ya que puede mencionarse en el explanans una causa del evento explanandum que no fue la causa efectivamente operativa en cierto caso en particular. Argumento que el ejemplo elaborado por estos autores no constituye un auténtico contraejemplo del modelo de Railton porque no satisface una de sus condiciones de adecuación. Enfatizo que si no incluyera esta condición, el modelo de Railton se sustentaría sólo en relaciones de relevancia estadística, de modo que sólo calificaría como explicativos a los factores estadísticamente relevantes. Pero Railton da cuenta de la necesidad de considerar como explicativos también aquellos factores causalmente relevantes, aun cuando desde el punto de vista estadístico no se pueda determinar si su intervención tiene alguna incidencia en el explanandum. De todos modos, y aunque reconozco las ventajas que el modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística reporta con respecto al modelo hempeliano, considero que Railton no aborda los problemas filosóficos que plantean las nociones involucradas en su modelo de explicación. Así, el autor no se pronuncia sobre la dificultad de discriminar entre leyes genuinas y generalizaciones accidentales, ni brinda un análisis de la noción de causalidad. En particular, argumento que la cuestión de cómo establecer la relevancia causal se pone de manifiesto precisamente en torno del requisito no satisfecho por el pretendido contraejemplo de Gluck y Gimbel. En efecto, rechazamos la crítica de estos autores argumentando que Railton considera explicativos también los factores causalmente relevantes, aunque desde el punto de vista de estadístico no se pueda apreciar el efecto de su intervención. Sin embargo, Railton no indica

cómo podemos establecer qué factores deben considerarse causalmente relevantes en el caso de que las correlaciones estadísticas no nos permitan determinarlo.

En la sección siguiente se examina el modelo causal de Woodward, que reconociendo la insuficiencia de su requisito de interdependencia funcional, busca no ya complementarlo con la consideración de factores causales, sino remplazar la concepción nomológico-inferencial por un enfoque estrictamente causal. En este modelo sólo se reconoce capacidad explicativa a las generalizaciones capaces de implicar condicionales contrafácticos activos. Por eso, el autor sostiene que las explicaciones deben apoyarse únicamente en generalizaciones que describan relaciones invariantes bajo cierta clase de intervenciones, pues sólo tales generalizaciones implican contrafácticos activos. Se discute la caracterización de la noción de intervención o proceso causal exógeno proporcionada por Woodward, porque depende de consideraciones contingentes, de modo tal que no permite una elucidación adecuada del concepto de contrafáctico activo sobre el cual Woodward sustenta su concepción de la relevancia causal. Se concluye que el autor no brinda una caracterización satisfactoria de las nociones fundamentales de su modelo, como la de causalidad, la de ley natural y la de contrafáctico activo. Además, no prueba que haya leyes que no impliquen condicionales contrafácticos activos y, por lo tanto, que carezcan de capacidad explicativa. Tampoco muestra que haya generalizaciones que no sean leyes, aunque impliquen condicionales contrafácticos activos. Finalmente, argumento que la aplicación de las nociones de intervención e invariancia al análisis de un caso concreto parece requerir la previa estipulación de cuál es el modelo que, entre sus rivales alternativos, describe correctamente la estructura causal real.

A continuación, se considera la tentativa de Salmon de conciliar las tradiciones causal y nomológico-inferencial en el análisis de la explicación científica, procurando superar las falencias de cada una de estas tradiciones mediante dos estrategias: aplicar el principio de la causa común y reinterpretar la relación de subsunción nómica de un modo no inferencial. Salmon considera que no es la relación de deducibilidad sino la relación física entre una regularidad física más comprehensiva y otra menos comprehensiva la que determina la relevancia explicativa. También cuestiona la admisión de leyes no causales en el explanandum, pues en su opinión esto impide dar cuenta del carácter direccional de las explicaciones, que se funda en la asimetría temporal de la relación de causalidad. En este punto, se evalúan los resultados obtenidos por Salmon en su tentativa de resolver las dificultades que la ausencia de una concepción adecuada de la causalidad plantea a todo modelo causal de explicación. Concluyo que, como consecuencia de la incapacidad de la propuesta de Salmon para resolver los problemas del modelo de cobertura legal y del enfoque de explicación por unificación, el autor debilita su pretensión inicial de conciliar los enfoques causal e inferencial e integrarlos en una concepción única.

Se examina, luego, en qué medida inciden en el debilitamiento de la tentativa conciliatoria de Salmon, los problemas que suscita su concepción causal. Según el autor, una relación causal consiste en una red de procesos causales e interacciones causales, y es una parte objetiva de la estructura del mundo, aunque no tiene que ser

concebida como una conexión necesaria o una regularidad estrictamente universal. De acuerdo con Salmon, la comprensión que debe proveer una explicación científica consiste en el conocimiento de los procesos causales, de su capacidad de propagar influencias causales y de la función que las interacciones causales cumplen produciendo cambios y regularidades en el mundo. En este punto, discuto el carácter empírico que Salmon atribuye al criterio de la marca empleado en la primera versión de su teoría para distinguir entre procesos causales genuinos y pseudo-procesos -es decir, entre aquellas regularidades empíricamente contrastables que además son causales de las que no lo son-. Se cuestiona, también, la efectividad del criterio de la marca, y se examinan las críticas de Cartwright y las de Kitcher contra la propuesta de Salmon.

Se analiza, a continuación, una segunda versión de la concepción de Salmon, que consiste en una modificación de la teoría causal de Dowe. Según esta nueva versión, un proceso es causal si transmite una cantidad que se conserva, y una intersección entre dos procesos es una interacción causal si hay un intercambio entre los dos procesos de la cantidad que se conserva. Se examinan las modificaciones que Salmon efectúa en la teoría de Dowe, en particular, la incorporación del concepto de transmisión causal, entendido en términos de su teoría 'at-at' de la propagación de influencias causales. En este punto, cuestiono el empleo de la concepción matemática del movimiento para dar cuenta de la transmisión de influencias causales, pues la adecuación de la teoría aritmética del continuo a la realidad física es una hipótesis inverificable. Argumento que en tanto su caracterización de los procesos causales se sustenta en la concepción matemática del continuo, Salmon no puede justificar el supuesto de que su teoría de la causalidad describa una relación física.

Nos concentramos, luego, en la discusión entre Salmon y Dowe acerca de la necesidad de introducir el concepto de transmisión en la elucidación del vínculo causal, y de la equivalencia de este concepto con la noción de posesión continua. Discuto la efectividad del ejemplo elaborado por Salmon para mostrar que la caracterización de Dowe de los procesos causales en términos de la posesión constante de una magnitud invariante es inadecuada. Cuestiono también la réplica de Salmon a la objeción de Dowe, quien señala que si el pretendido contraejemplo de Salmon fuera aceptable, también afectaría a la propia teoría de Salmon. Argumento que Salmon sólo podría eludir esta crítica si reinterpreta la noción de transmisión de modo tal que presuponga condiciones contrafácticas. Sostengo que la concepción de Salmon sólo podría prescindir de estos supuestos contrafácticos si contara con un criterio para identificar instanciaciones de una propiedad a través del tiempo. Concluyo que esta circunstancia debilita la crítica de Salmon respecto de que la teoría de Dowe presupone una noción no elucidada de identidad de objetos a través del tiempo. En este punto, coincido con la opinión de Hitchcock acerca de la necesidad de reintroducir consideraciones contrafácticas en la teoría de Salmon para determinar cuáles de las cantidades invariantes involucradas en la red de procesos e interacciones causales en la que se ubica el fenómeno a explicar son las explicativamente relevantes. Cuestiono la respuesta de Salmon a esta objeción, que consiste en afirmar la necesidad de integrar relaciones de

relevancia estadística y la consideración de los procesos e interacciones causales. Argumento que el autor no prueba que tal conciliación pueda garantizar una caracterización adecuada de la relación de relevancia explicativa y que, aunque lo hubiera hecho, quedaría todavía por resolver la cuestión de cómo identificar instancias de una propiedad a través del tiempo, y la dificultad de caracterizar de la noción de ley. Pues Salmon atribuye un carácter nomológico a los enunciados que expresan relaciones de relevancia estadística. De modo que debería poder justificar –sin recurrir a consideraciones causales- la distinción entre las afirmaciones de relevancia estadística que expresan leyes genuinas, y las que sólo son generalizaciones estadísticas casuales.

Finalmente, se examina la propuesta de Grimes, que procura elucidar la relación de relevancia explicativa mediante la noción de responsabilidad nómica, noción más amplia que la de causación y que se funda en relaciones de relevancia nomológica fuerte. Cuestiono la caracterización de la noción de responsabilidad nómica ofrecida por Grimes, puesto que supone la posibilidad de determinar en qué caso un suceso ocurre espontáneamente. Argumento que el autor no sólo no proporciona una elucidación de la noción de ocurrencia espontánea, sino que, además, su empleo de esta noción se sustenta sobre consideraciones contrafácticas. Señalo que, considerando las dificultades involucradas en la determinación de las condiciones de verdad de los condicionales contrafácticos, es evidente que la definición de relevancia nomológica fuerte no elude los problemas derivados de la tentativa de caracterizar el concepto de ley. En consecuencia, no es claro qué beneficio reporta, en la caracterización de la noción de explicación, la sustitución de la referencia a enunciados nomológicos por la relación de responsabilidad nómica, fundada en la de relevancia nomológica fuerte. Argumento también que la satisfacción de la condición de responsabilidad nómica no constituye una condición necesaria ni suficiente de adecuación para garantizar la relevancia explicativa de un factor explicativo con respecto a un hecho contrastativo determinado. Y concluyo que la noción de causalidad no puede ser considerada como un caso particular de la de responsabilidad nómica, como pretende Grimes. Pues es posible mostrar que un factor sea nómicamente responsable de la ocurrencia de un hecho contrastativo –de cualquiera de los tres tipos que distingue el autor- no constituye una condición necesaria para que ese factor sea la causa del hecho en cuestión.

Estas consideraciones sustentan la opinión de que los partidarios del enfoque causal no logran caracterizar satisfactoriamente la relación de relevancia explicativa, pues o bien no elucidan la noción de causalidad, o bien procuran hacerlo recurriendo a consideraciones contrafácticas. Sin embargo, ninguna concepción de la explicación que se funde en relaciones causales puede considerarse apropiada si no ofrece una respuesta a los problemas más acuciantes que plantea esta relación. En el caso particular de las teorías de Salmon y Dowe, la tentativa de caracterizar las nociones de proceso e interacción causal sin involucrar consideraciones contrafácticas, da lugar a la introducción de los conceptos de identidad de objetos a través del tiempo y de identidad de instanciaciones de propiedades a través del tiempo, pero los autores no brindan ninguna elucidación de la noción de identidad.

Por su parte, quienes no evitan recurrir a los condicionales contrafácticos para caracterizar la relación causal - como Woodward y Grimes- no abordan siquiera la cuestión de cómo pueden establecerse las condiciones de verdad de estos enunciados. Tampoco se pronuncian respecto de por qué sería preferible, por caso, una ontología de mundos posibles -como la adoptada en varias interpretaciones de los condicionales contrafácticos- en lugar de una ontología causas consistentes en eventos particulares. Pero además, las concepciones de la causalidad que se fundan sobre consideraciones contrafácticas enfrentan serias dificultades para dar cuenta de los casos en los que no se pueden determinar todas las condiciones antecedentes necesarias, y en los casos de sobredeterminación.¹ En efecto, si se procura elucidar la relación causal mediante un enunciado como "si la causa no se hubiera dado, no se habría producido el efecto", se estarían considerando causales vínculos en los cuales no hay una dependencia causal, al tiempo que se no se considerarían causales vínculos en los que sí hay una relación causal. Por ejemplo, supongamos que bombardeamos con partículas de carga positiva un átomo de un elemento transuránico de modo tal que éste pierda un electrón de su última órbita. Imaginemos, además, que aunque no hubiéramos intervenido, de todos modos el átomo hubiera emitido ese electrón espontáneamente. En este caso, el criterio contrafáctico falla porque no permite clasificar como causal nuestra intervención al provocar la colisión, de modo que este criterio es demasiado restrictivo. Supongamos, en cambio, que la emisión del electrón ocurre espontáneamente en el momento en que se hubiera producido si hubiésemos provocado la colisión. En este caso, podríamos afirmar que si no se hubiera producido la colisión, el electrón no habría sido emitido, pues aunque sepamos cuál es la vida media del elemento transuránico con el que trabajamos, no podemos predecir cuándo se producirá una emisión espontánea de un electrón en el átomo en cuestión. En suma, el criterio contrafáctico permite clasificar nuestra intervención como causal aunque, de hecho, no jugó ningún papel en la emisión del electrón, de modo que este criterio es demasiado amplio.

Es importante observar que incluso proporcionando una concepción causal de la explicación no se puede evitar la referencia leyes o conexiones nomológicas, como se pone de manifiesto en el modelo de responsabilidad nómica de Grimes. Sin embargo, los autores no brindan respuestas acerca de cuestiones tales como la de si las leyes son conexiones necesarias o no. En este punto, es interesante observar que la aceptación de la primera alternativa parece comprometernos con una ontología de universales. Pero, en este caso, es difícil comprender cuál es la referencia de los enunciados legaliformes negativos, o de los que expresan leyes idealizadas. Por otra parte, si aceptamos la segunda alternativa, tendremos que mostrar cómo es posible identificar las conexiones necesarias que efectivamente hay en la naturaleza, cómo es posible distinguir entre enunciados acerca de regularidades inductivamente bien confirmadas que describen conexiones nomológicas, de enunciados que se refieren a nexos meramente casuales.

¹ Scriven, M., "Causation as Explanation", *Nous*, vol. 9, 1975, p. 6.

Este problema también se presenta en el caso de las regularidades estadísticas. Sin embargo, los autores que consideramos parecen suponer innecesario justificar su interpretación de los fenómenos que no obedecen a leyes universales como vinculados mediante correlaciones estadísticas, es decir como fenómenos que obedecen los axiomas del cálculo matemático de probabilidades. Sin embargo, los autores no proporcionan criterios que permitan diferenciar leyes estadísticas genuinas de generalizaciones accidentales de forma probabilística. Con todo, lo que generalmente se cuestiona es, únicamente, la aplicación de la interpretación estadística del concepto probabilidad para el caso de los fenómenos particulares o aislados. Así, con el propósito de eludir las objeciones planteadas contra la aplicación de la interpretación estadística a la determinación de la probabilidad de eventos únicos o singulares, Railton y Grimes emplean la interpretación del concepto de probabilidad en términos de propensiones. De acuerdo con esta interpretación, la probabilidad de que se produzca un resultado en particular perteneciente a la clase de los resultados posibles de un experimento aleatorio -o un sistema indeterminístico- es una propiedad física de ese diseño experimental o sistema, que consiste en la disposición probabilística o propensión a producir ese resultado en particular. Por ejemplo, la probabilidad de que el átomo de un elemento transuránico emita un electrón dentro del próximo minuto se considera una propiedad física tal como su masa atómica.

Ahora bien, en el supuesto caso de un dado perfectamente homogéneo es posible que juzguemos correcto atribuirle la propiedad disposicional o propensión probabilística de que resulte un as la sexta parte de las veces que se lo arroja. Sin embargo, no tenemos garantías de que este experimento aleatorio pueda asemejarse al caso del átomo radioactivo, en el sentido de que no podemos demostrar si las frecuencias relativas de sus distintos resultados posibles satisfacen los axiomas del cálculo de probabilidades. Dado que no se dispone aún de un cálculo de propensiones, esta interpretación ontológica de la probabilidad considerada como una propiedad o disposición de entidades efectivamente existentes, parece apoyarse en el supuesto metafísico de que los sistemas físicos no determinísticos son indeterminísticos en el mismo sentido en que lo son experimentos aleatorios como el de arrojar un dado perfectamente homogéneo. Este sentido de la expresión "sistema indeterminístico" sugiere una extensión de la concepción determinista porque se supone que en condiciones iniciales semejantes, se obtendrán similares distribuciones de probabilidad de los resultados posibles. Sin embargo, no tenemos justificación alguna para creer que en los sistemas no determinísticos se obtendrán similares distribuciones de probabilidad de los resultados si las condiciones iniciales son las mismas. No obstante, Humphreys juzga injusta esta objeción, argumentando que es posible emplear criterios operacionales que permitan determinar empíricamente el valor de la propensión de un sistema a arrojar cierto resultado, empleando la ley de los grandes números, junto con técnicas de estimación estadística. Con todo, es importante señalar que von Wright considera que la convergencia asintótica que garantiza la ley de los grandes números sólo se alcanzaría una vez examinados todos los casos posibles, pero luego de ese examen el cálculo de probabilidades carecería de utilidad.

Finalmente, en el séptimo capítulo se aborda el estudio de la concepción pragmática de la explicación, centrándonos principalmente en dos cuestiones. La primera es determinar hasta qué punto esta concepción puede compatibilizarse con el realismo científico, si la circunstancia de que una preferencia se considere una explicación depende de factores contextuales propios de la situación comunicativa en la que se profiere. La segunda cuestión es establecer en qué medida esta concepción logra elucidar la relación de relevancia explicativa superando las dificultades que presentan los enfoques nomológico-inferencial y causal. Así, se examina el modelo pragmático de van Fraassen, que procura resolver dos inconvenientes de la concepción tradicional: el de determinar cuándo podemos rechazar legítimamente un pedido de explicación, y el de dar cuenta de los ejemplos en los cuales la direccionalidad de la explicación origina asimetrías. En este modelo no se exige la satisfacción de requisito alguno para que una relación de relevancia explicativa sea adecuada, porque el autor quiere evitar la introducción de consideraciones modales o contrafácticas. Se analiza aquí la crítica de Salmon y Kitcher acerca de que la ausencia de restricciones sobre la relación de relevancia permite que cualquier enunciado pueda considerarse como una respuesta a cualquier pregunta, trivializándose, así, la relación de pertinencia explicativa. Se argumenta que la falta de criterios objetivos para discriminar entre relaciones de relevancia genuinas y espurias, permite reformular en términos del modelo de van Fraassen incluso aquellos razonamientos problemáticos que satisfacen los requisitos del modelo de cobertura legal pero que no consideramos explicaciones admisibles.

Se evalúa, luego, en qué medida la modificación que Salmon y Kitcher sugieren efectuar en el modelo de van Fraassen obligaría a este autor a aceptar los supuestos propios del realismo científico. Se concluye que, si van Fraassen incorporara a su modelo criterios restrictivos para la admisibilidad de las relaciones de relevancia explicativa, tendría que admitir el primer supuesto realista, el de que la capacidad explicativa proporciona un criterio objetivo para comparar teorías empíricamente equivalentes. Argumento, sin embargo, que si bien es cierto que para eludir la trivialización de su concepción de la explicación van Fraassen tendría que ofrecer criterios para identificar relaciones de relevancia genuinas, estos criterios serán dependientes del contexto. Considero que van Fraassen no puede resignar el carácter contextual de la explicación, ya que este rasgo que permite —a su juicio— dar cuenta de las asimetrías que amenazan el modelo hempeliano, y establecer cuándo puede rechazarse legítimamente una demanda de explicación. Cuestiono la opinión de Salmon y Kitcher de que la introducción de estos criterios de admisibilidad para la relación de pertinencia explicativa también conducirían a la aceptación del segundo supuesto realista, el de que la capacidad explicativa de una teoría es un indicio de su verosimilitud. Argumento que los autores no toman en cuenta que en el modelo de van Fraassen la admisibilidad de las relaciones de relevancia explicativa puede variar según el contexto. De modo que, si bien este autor tiene que admitir que la capacidad explicativa constituye un criterio objetivo para diferenciar teorías empíricamente equivalentes, puede sostener que la determinación de si una teoría tiene mayor

capacidad explicativa que su rival puede variar de un contexto a otro. Concluyo que, aunque los criterios objetivos de admisibilidad para las relaciones de relevancia admitan ser contextualmente relativizados, no ocurre lo mismo con la verosimilitud de las teorías ni con la existencia de las entidades que éstas postulan. Es por eso que aunque van Fraassen modificara su modelo pragmático de explicación introduciendo las restricciones necesarias para identificar relaciones de relevancia genuinas, esto no lo forzaría a admitir el segundo supuesto realista

En la siguiente sección se considera la teoría ilocucionaria de la explicación formulada por Achinstein, que define las explicaciones como pares ordenados cuyo primer miembro es un tipo particular de proposición y su segundo miembro es un acto de explicar. Cuestiono la tesis del autor acerca de que si se caracterizan las explicaciones sin hacer referencia a los actos de explicar, se plantean el problema de distinguir las explicaciones de los productos de otros actos ilocucionarios y el problema de identificar las explicaciones cuando ocurre un cambio de énfasis. Con respecto a la primera dificultad, sostengo que el argumento de Achinstein es circular, y enfatizo que la noción de fuerza ilocucionaria no ha sido suficientemente esclarecida. Sostengo que la noción de énfasis es susceptible a la misma crítica. También discuto la inteligibilidad de la caracterización de la noción de explicación como un par ordenado, cuyo primer miembro es lo que el autor denomina "proposición completa que confiere contenido al concepto expresado por un sustantivo de contenido con respecto a una pregunta de contenido". Considero insatisfactoria la caracterización que Achinstein proporciona tanto de esta última noción como de la de sustantivo de contenido. Cuestiono, asimismo, la legitimidad de la estrategia de Achinstein para resolver el problema del énfasis, que consiste en sustituir proposiciones por proposiciones completas que confieren contenido al concepto expresado por un sustantivo. Argumento, además, que al proporcionar una caracterización ambigua de la noción de sustantivo de contenido, Achinstein deja sin resolver el problema de cómo se determina cuál es el factor realmente operativo en una explicación.

A continuación, se objeta la definición de acto de explicar proporcionada por Achinstein, porque se funda en las nociones de sustantivo de contenido y de proposición que confiere contenido al concepto expresado por un sustantivo de contenido, nociones cuya caracterización juzgo deficiente. En cuanto a la idea de comprensión presupuesta en la definición de acto de explicar, se señala que no sólo se sustenta en estas problemáticas nociones, sino también en ciertas discutibles ideas filosóficas que el autor no esclarece: la de conocimiento por familiaridad de una proposición y la de seguir una regla. Cuestiono esta concepción contextualmente relativizada de los actos de explicar, porque conduce a negar la posibilidad de establecer cuáles son las condiciones necesarias y suficientes para que un acto ilocucionario sea un acto de explicar, de modo que tampoco permite efectuar una demarcación entre productos de actos de explicar que constituyen explicaciones de los que no lo son. Finalmente, discuto la propuesta de Achinstein de evaluar las explicaciones según el propósito perseguido en el acto ilocucionario de explicar del cual son producto. De acuerdo con la evaluación ilocucionaria, este propósito es el de hacer comprensible un cierto explanandum de forma tal de satisfacer determinado conjunto de instrucciones convenientes. Achinstein considera que

ningún conjunto de instrucciones que eviten los rasgos pragmáticos, las consideraciones contextuales y ciertos supuestos empíricos específicos, permite determinar si una explicación es buena. Cuestiono la extrema relatividad epistémica de esta propuesta evaluativa porque, para un par ordenado cualquiera que cumpla las condiciones gramaticales de este modelo, parece posible encontrar un auditorio tal que ese par ordenado sea una buena explicación para brindarla al auditorio en cuestión.

El análisis efectuado en esta segunda parte de la tesis procura poner de manifiesto que el concepto de relevancia explicativa propio de los modelos de explicación científica aquí considerados supone la posibilidad de distinguir entre enunciados nomológicos y generalizaciones accidentales. Pero, si esta distinción se considera absoluta, entonces el supuesto en cuestión parece injustificado, a la luz de las dificultades que enfrentan tanto los enfoques sintacticistas como los causales para definir el concepto de ley. En consecuencia, toda tentativa de caracterizar la relación de relevancia explicativa sustentada en la creencia de que esta distinción es posible, no parece fructífera. Pero si la distinción entre generalizaciones nomológicas genuinas y espurias depende de los rasgos pragmáticos propios de la situación comunicativa, entonces no permitiría elaborar una noción de explicación científica capaz de eludir el relativismo contextual. Un concepto de explicación de esta índole no es útil para el propósito de elucidar la noción objetiva de evidencia confirmadora, a menos que se acepte una concepción contextualmente relativizada de la relación de confirmación.

Parte III: Evidencia y explicación.

Las primeras tentativas de vincular los conceptos de evidencia confirmadora y explicación surgieron como consecuencia de las dificultades lógicas que plantea la definición del concepto de evidencia inductiva que examinamos en la primera parte de esta tesis. De acuerdo con los autores que intentan proporcionar una caracterización puramente sintáctica de esta noción, estas dificultades se derivan del hecho de que ciertos rasgos asociados generalmente a la noción intuitiva de evidencia no deberían tomarse en consideración cuando se busca una elucidación apropiada desde el punto de vista epistemológico¹. Recordemos, por ejemplo, que la interpretación más común del concepto de instancia confirmadora -la que expresa el criterio de Nicod- da lugar a serios inconvenientes, porque hace depender la confirmación de una hipótesis no sólo de su contenido sino también del modo en que está formulada, violando así la condición de equivalencia. Esta condición exige que todo lo que confirme -o disconfirme- una de dos proposiciones lógicamente equivalentes, también debe confirmar -o disconfirmar- la otra. Sin embargo, parece evidente que el cumplimiento de la condición de equivalencia es exigible para la adecuación de cualquier definición de evidencia confirmadora, puesto que independiza la confirmación de una hipótesis del modo de formularla. En efecto, por lo menos en principio, no estaríamos dispuestos a considerar que ciertos datos confirman una hipótesis en alguna de sus formulaciones pero no en todas.

Indicamos ya que algunas de las tentativas de alcanzar una caracterización precisa de la noción de evidencia inductiva se centran en la determinación de las condiciones de adecuación que debería satisfacer la relación de confirmación, sea ésta una relación de índole puramente cualitativa o una cuantitativa. Sin embargo, algunas de estas condiciones -la de consecuencia especial, la de implicación, etc.- resultan particularmente problemáticas, pese a ser intuitivamente plausibles. Pues, la aceptación simultánea de algunos de estos requisitos conduce al paradójico resultado de que cualquier enunciado es una evidencia confirmadora de cualquier hipótesis. Por esta razón se ha sugerido frecuentemente la necesidad de rechazar alguna de estas condiciones de adecuación para evitar la trivialización de la relación de confirmación. En cambio, Brody sugiere conservar estas condiciones pero luego de efectuar ciertas modificaciones en su formulación, pues, en su opinión, las consecuencias paradójicas que se desprenden de su aceptación pueden evitarse si se las reformula recurriendo a la noción de explicación. También Smokler considera posible eludir los resultados indeseables que se derivan de estos requisitos de adecuación, si se desarrollan simultáneamente una teoría de la explicación y una de la noción de evidencia inductiva. Asimismo, Glymour elabora una concepción de la confirmación que -en su opinión- supera tanto a la hipotético-deductivista como a la

¹ Hempel, C., "A Purely Syntactical Definition of Confirmation", *The Journal of Symbolic Logic*, vol. 8, 1943.

bayesiana, y que permite vincular la capacidad explicativa de las teorías científicas con el grado de confirmación que la evidencia les proporciona.

Recordemos que no sólo el análisis del concepto cualitativo de confirmación condujo a vincular las nociones de evidencia y explicación, sino también el estudio del concepto cuantitativo de confirmación, que dio origen a la propuesta de diferentes medidas del grado de confirmación, como las propuestas por Carnap y por los bayesianos. Así, Achinstein cuestiona la definición tradicional de la noción de evidencia confirmadora según la cual un enunciado E es una evidencia de la hipótesis H si y sólo si la probabilidad de H con respecto a E es mayor que la probabilidad a priori de H. Pues, en primer lugar, esta definición no exige que el enunciado que expresa la evidencia E sea verdadero, y, en segundo lugar, porque hay contraejemplos que prueban –según el autor- que un incremento de la probabilidad inicial de H no es condición necesaria ni suficiente para que E sea evidencia confirmadora de H. Los mismos contraejemplos ponen de manifiesto, de acuerdo con Achinstein, la incorrección de una segunda definición de evidencia generalmente aceptada, según la cual E es evidencia de H si y sólo si la probabilidad de H con respecto a E supera algún valor determinado K, por ejemplo, 1/2. Esta nueva caracterización de la noción de evidencia presenta mayores dificultades aún que la anterior, pues permite considerar como evidencia de una hipótesis información que es irrelevante con respecto a la hipótesis en cuestión. Como señalamos en la primera parte de esta tesis, Achinstein también rechaza la propuesta de Salmon de definir la noción de evidencia confirmadora en términos del teorema de Bayes, fundándose en una de las principales dificultades del bayesianismo. Nos referimos al problema del valor que debe atribuirse a la evidencia constituida por aquellos fenómenos cuya ocurrencia es conocida con certeza previamente a la formulación de la teoría de la que se derivan. Finalmente, recordemos que –según Achinstein- no sólo las definiciones de evidencia en términos de probabilidad son inadecuadas, sino que también lo son las definiciones de evidencia en términos de explicación. El autor argumenta que el criterio según el cual un enunciado E es evidencia de una hipótesis H si y sólo si E es verdadero y si el hecho de que H sea verdadera explica correctamente E, no proporciona una condición necesaria ni suficiente para que E sea evidencia de H. Sin embargo, aunque Achinstein no considera adecuadas ni las definiciones de evidencia en términos de probabilidad ni las que se apoyan en la noción de explicación son adecuadas, cree que es posible formular una correcta caracterización de la noción de evidencia si se combinan apropiadamente ambos tipos de definición.

En esta tercera parte de la tesis se estudian las dificultades que plantea la relación entre la confirmación inductiva que una hipótesis puede recibir de la evidencia disponible y la capacidad explicativa de la hipótesis con respecto a esa evidencia. Con este propósito, analizamos las propuestas de Glymour, Brody, Smokler-Tuomela y Achinstein, que intentan proporcionar una elucidación satisfactoria de la noción de evidencia inductiva apelando al concepto de explicación. Se argumenta que estas propuestas no son satisfactorias porque no se sustentan en una concepción apropiada de la relación de relevancia explicativa.

Capítulo 8: Evidencia y explicación en la teoría *bootstrap* de la confirmación.

Introducción:

En este capítulo se examina, en primer lugar, la noción de evidencia propia de la teoría *bootstrap* de la confirmación elaborada por Glymour, en la que la confirmación es una relación triádica, dado que la evidencia se considera relevante para la confirmación de una hipótesis pero sólo con respecto a una teoría. También se analizan las objeciones que Christensen, Earman y Edidin formularon contra esta concepción, mostrando que la estrategia *bootstrap* no permite establecer cuándo disponemos de evidencia genuinamente relevante con respecto a la hipótesis a contrastar.

Si bien Glymour no recurre a la noción de explicación para caracterizar el concepto de evidencia, considero relevante su mención en esta parte de la tesis porque su propuesta permite analizar la idea que da origen a las tentativas de definir la noción de evidencia en función de la de confirmación. La idea a la que me refiero es la de que hay una relación directa entre explicación y evidencia, relación que incluso sustentaría un esquema inferencial habitual en la práctica científica. En efecto, autores como Peirce y Hanson sostienen que si una hipótesis permite explicar la ocurrencia de algún fenómeno inesperado que efectivamente tiene lugar, entonces probablemente la hipótesis sea aproximadamente verdadera. Así, en la segunda sección se discute la crítica de Glymour contra la teoría bayesiana de la confirmación. De acuerdo con este autor, la concepción bayesiana conduce a negar la existencia de una relación directa entre la capacidad explicativa de una hipótesis y el grado de creencia racional que podemos atribuirle sobre la base de la evidencia disponible. Con el propósito de evaluar la crítica de Glymour contra el bayesianismo, se discute la caracterización de la noción de explicación que proporciona el autor. Se cuestiona, en este punto, la pretensión de Glymour de que si una teoría está mejor confirmada que otra -de acuerdo con los criterios propios de su estrategia *bootstrap*- la primera tendrá mayor poder explicativo que su rival. Se examina, finalmente, si la legitimidad de la exigencia de Glymour de que haya una correlación directa entre el grado de creencia racional que puede atribuirse a los enunciados científicos y el poder explicativo de estos enunciados.

8.1. El concepto de evidencia en la teoría *bootstrap* de la confirmación.

Glymour elabora una teoría de la confirmación que procura explicar cómo es posible que la evidencia establecida en términos de un lenguaje restringido pueda servir para testear y confirmar hipótesis enunciadas en términos de un lenguaje más amplio.² Asimismo, el autor se propone mostrar que, dado un complejo teórico, es posible determinar cuál de sus hipótesis en particular puede ser confirmada por una cierta evidencia, rechazando así el holismo radical. Glymour coincide con el empirismo lógico al sostener que la evidencia provee instancias de afirmaciones teóricas, instancias que se deducen de la evidencia usando otros enunciados teóricos. Pero se distancia de la postura empirista al negar la existencia de una clase especial privilegiada de enunciados teóricos -verdades analíticas o definiciones coordinadoras- que conectan evidencia y teoría. En su opinión, cualquier hipótesis de una teoría puede ser empleada para deducir una instancia de una afirmación teórica a partir de cierta evidencia. La confirmación es, entonces, una relación entre un cuerpo de evidencia, una hipótesis y una teoría o una colección de consecuencias de una teoría. La evidencia confirma o disconfirma una hipótesis, pero sólo con respecto a la teoría.

Glymour cuestiona la concepción de Carnap en *Testability and Meaning*, donde el autor afirma que las hipótesis son confirmadas por enunciados observacionales si ellas mismas o sus instancias pueden deducirse a partir de la conjunción de esos enunciados observacionales con ciertas hipótesis especiales. Estas hipótesis -los enunciados de reducción bilaterales- tienen un status privilegiado dentro de la teoría, en el sentido de que se consideran analíticas y, en consecuencia, inmunes a la disconfirmación. Glymour disocia la idea de recurrir verdades analíticas del método confirmatorio propio de empirismo lógico.

De acuerdo con este autor, una hipótesis es confirmada con respecto a una teoría por cierta evidencia si, usando la teoría en cuestión, podemos deducir a partir de esa evidencia una instancia de la hipótesis, y si esta deducción no garantiza que habríamos obtenido una instancia de la hipótesis cualquiera hubiera sido la evidencia. Glymour considera que para determinar la relación de confirmación entre instancias y teorías, su propuesta puede combinarse con una teoría subjetiva de la probabilidad, con una teoría lógica de la probabilidad, o con una teoría cualitativa de confirmación. Pero desarrolla del análisis formal de su concepción de la confirmación como una variante de la concepción cualitativa de confirmación formulada por Hempel.

Con el propósito de mostrar cómo en el testeo de una hipótesis puede emplearse esa misma hipótesis como hipótesis auxiliar para obtener instancias confirmadoras o disconfirmadoras, el autor propone el siguiente ejemplo. Consideremos el caso de una teoría consistente en una sola hipótesis que puede expresarse mediante una ecuación, de modo que una instancia de esta hipótesis será un conjunto de valores para las variables o constantes que la componen, que constituya una solución de esa ecuación. Por ejemplo, la ecuación $PV=kT$, que expresa la hipótesis de

² Glymour, C., *Theory and Evidence*, N. Jersey, Princeton University Press, 1980

que para cualquier muestra de gas, siempre que no se agregue ni se quite gas a la muestra, el producto de la presión por el volumen del gas es proporcional a la temperatura del gas. Supongamos que k es una constante indeterminada, y que tenemos medios para medir valores de las variables P , V y T pero no para medir k . En estas condiciones, Glymour sostiene que la hipótesis puede ser testeada empíricamente obteniendo dos conjuntos de valores para las variables P , V y T . Pues usando el primer conjunto de valores P_1 , V_1 y T_1 junto con la hipótesis que intentamos testear, es posible determinar un valor de k mediante la igualdad $k=PV/T$. Luego, tenemos que emplear el valor de k así obtenido y el segundo conjunto de valores P_2 , V_2 y T_2 para obtener una instancia o un contraejemplo de la hipótesis.

Sin embargo, una teoría contiene generalmente una gran cantidad de hipótesis y un cierto experimento o conjunto de experimentos puede ser incapaz de medir los valores de las diversas variables y constantes que figuran en la teoría. En ocasiones, para determinar un valor de una de estas variables —o constantes— es necesario emplear diferentes hipótesis de la teoría, y esta determinación puede consistir en la computación de los valores de constantes y variables intermedias —o de las combinaciones de estos valores—. Un conjunto determinado de datos a veces permite la determinación de un valor para una cierta variable —o constante— en más de un modo. Si los datos son consistentes con la teoría, entonces estas diferentes computaciones deben coincidir en asignar el mismo valor para la variable —o constante— computada. Pero si los datos son inconsistentes con la teoría, entonces diferentes computaciones de la misma variable —o constante— pueden arrojar distintos resultados. Cuáles de las variables —o constantes— de una teoría pueden ser computadas a partir de un cierto conjunto de datos, depende tanto de los datos iniciales como de la estructura de la teoría. Por ejemplo, supongamos que una teoría consiste en el siguiente conjunto de ecuaciones y sus consecuencias lógicas:

1. $A_1 = E_1$
2. $B_1 = G_1 + G_2 + E_2$
3. $A_2 = E_1 + E_2$
4. $B_2 = G_1 + G_2$
5. $A_3 = G_1 + E_1$
6. $B_3 = G_2 + E_2$

Supongamos que los valores de las diferentes A_i y B_i pueden determinarse experimentalmente, y que efectuamos un experimento para calcular un valor para A_1 , B_1 , A_3 y B_3 . En estas condiciones, podemos emplear la ecuación 1 para computar un valor de E_1 a partir de A_1 . Pero también podemos computar un valor de E_1 empleando la ecuación $E_1 = A_3 - B_1 + B_3$, que es una consecuencia de las ecuaciones 5, 6, y 2, pues:

- (de 5) $A_3 - G_1 = E_1$
 (de 6) $B_3 - G_2 = E_2$
 (de 2) $B_1 - G_1 - G_2 = E_2$

si igualamos los primeros términos de las últimas dos ecuaciones obtenemos

$$B_3 = B_1 - G_1 \text{ de modo que } G_1 = B_1 - B_3$$

y si reemplazamos en la primera ecuación el valor de G_1 resulta

$$A_3 - B_1 + B_3 = E_1$$

Es así como un mismo conjunto de datos puede permitir computar de diferentes modos los valores de ciertas variables —o constantes— de la teoría. En cambio, si sólo disponemos de los valores de A_1 , B_1 y B_2 , no podremos computar los valores de ninguna otra variable, excepto de E_1 .

Pero no siempre puede considerarse que si un experimento permite la computación de los valores de todas las variables —o constantes— que intervienen en una hipótesis, y esos valores satisfacen la hipótesis, esta instancia positiva constituye una evidencia confirmadora de la hipótesis. Así, por caso, supongamos que determinamos experimentalmente un valor para A_1 , y que usamos la hipótesis $A_1 = E_1$ para computar el valor de E_1 . De este modo, habremos obtenido valores para A_1 y E_1 , y estos valores satisfarán la hipótesis 1. Pero sería absurdo pensar que esta instancia provee algún sustento a la hipótesis, pues el valor de E_1 ha sido determinado de un modo tal que cualquiera fuera el valor de A_1 , es imposible no obtener una instancia positiva de la hipótesis. Pero para testear una hipótesis tenemos que hacer algo que —por lo menos en principio— pueda dar lugar a una presunta evidencia en contra de la hipótesis.

Por esta razón, Glymour introduce el requisito (G): para que un conjunto I de valores de variables —o constantes— permita testear una hipótesis h con respecto a una teoría T es condición necesaria que existan formas de computar a partir de I , usando las hipótesis de T , los valores de las variables —o constantes— que figuran en h , y que exista un conjunto J de posibles valores para las mismas variables —o constantes— iniciales tal que la computación a partir de J de los valores de las variables —o constantes— que figuran en h arroje como resultado un contraejemplo de h . Este requisito no exige que todos los valores de J sean posibles simultáneamente. Pero cada uno de los valores de J tiene que poder ser obtenido por el mismo tipo de procedimientos o instrumentos que se emplea para obtener el valor correspondiente que pertenece a I para el mismo tipo de sistema, aunque no necesariamente en el mismo estado en que se encuentra el sistema a partir del cual se obtienen los valores de I . Por ejemplo, medidas de la presión, volumen y temperatura de una muestra de gas usando un manómetro, una regla y un termómetro pueden constituir un test para una hipótesis h . Pues hay un estado de la muestra de gas y un valor T de la temperatura que puede ser medido por el termómetro en ese estado. Además hay un estado —no necesariamente el mismo— del gas y un volumen V que puede ser medido por la regla en dicho estado. Y también hay algún estado —posiblemente diferente de los anteriores— en el cual la presión P puede ser medida por el manómetro. Puesto que P , T y V , si fueran obtenidas simultáneamente, podrían generar un contraejemplo de H , podemos decir que este procedimiento permite testear la ley de los gases.

Supongamos que una hipótesis es expresada mediante una ecuación de la forma $X(Q_1, \dots, Q_n)$ donde X es una forma funcional. Asumamos, además, que usando las hipótesis de una teoría T puede ser computado un valor para cada Q_i de la hipótesis, a partir de un conjunto de valores experimentalmente determinados para ciertas variables E_j . Entonces, para cada Q_i de la hipótesis, una computación de Q_i específica a Q_i como una función de las variables E_j determinadas experimentalmente. Si reemplazamos cada Q_i por la correspondiente función de las variables experimentalmente determinadas, obtenemos una ecuación que sólo contiene variables experimentalmente determinables que denominaremos la "ecuación representativa de la hipótesis" para ese conjunto de computaciones. De acuerdo con Glymour, se puede computar un valor para $Q_i(x)$ a partir de los valores de $E_j(y), \dots, E_j(z)$, empleando las hipótesis de una teoría T , sólo si hay una consecuencia lógica H de la teoría T tal que si S es la conjunción de los valores adecuados para $E_j(y), \dots, E_j(z)$, entonces $S \wedge H$ implica lógicamente un valor de $Q_i(x)$.

Glymour sostiene que, si la ecuación representativa de una hipótesis para un conjunto de computaciones se satisface tautológicamente -es decir, si cada conjunto de posibles valores para las variables que figuran en la ecuación representativa es una solución de la ecuación representativa- entonces esa computación no puede testear la hipótesis ya que no se cumpliría el requisito (G). Además, si la forma funcional X de la hipótesis y las funciones de las variables E_j experimentalmente determinables que especifican cada una de las Q_i , están ambas compuestas por operadores que determinan un único valor para todo posible conjunto de valores de las variables sobre las cuales se aplican, entonces la hipótesis será testeada por un conjunto de computaciones a partir de los datos iniciales si la ecuación representativa de la hipótesis no es una identidad. Así, en el ejemplo anterior, un valor de A_1 no puede confirmar la hipótesis $A_1 = E_1$ con respecto a la teoría constituida por las ecuaciones 1-6. Pues la computación de E_1 a partir de A_1 dará como ecuación representativa de la hipótesis $A_1 = E_1$ la ecuación $A_1 = A_1$ que es una identidad matemática.

En esta concepción de la testeo de teorías, las hipótesis son apoyadas por sus instancias positivas y disconfirmadas por las negativas, pero estas instancias -positivas o negativas- se obtienen por *bootstrapping*. Este es el nombre de la estrategia propuesta por Glymour, que consiste en usar las hipótesis de la misma teoría a la que pertenece la hipótesis a testear, para hacer computaciones a partir de los valores obtenidos experimentalmente, por observación directa o de manera independiente de cualquier consideración teórica. Pero la computación debe ser hecha de tal modo que sea en sea posible en principio obtener una instancia negativa de la hipótesis testeada. De este modo, las hipótesis no son testeadas ni confirmadas de manera absoluta, sino sólo en relación con una teoría. En consecuencia, qué hipótesis pueden testearse dentro de una teoría a partir de cierta evidencia, depende de qué variables -o constantes- de la teoría pueden computarse a partir de otras variables. Pero también depende de que la ecuación representativa de la hipótesis a testear para una computación a partir de un conjunto de datos no sea una identidad matemática. Así, para que un conjunto de valores confirme una hipótesis -expresada mediante una ecuación- con respecto a una teoría -que consiste en un conjunto de ecuaciones- deben cumplirse las siguientes condiciones:

- a) el conjunto de valores debe ser consistente con la teoría.
- b) a partir de valores para las variables iniciales debe ser computable un valor para cada variable en la ecuación representativa de la hipótesis testeada.
- c) la computación debe involucrar sólo ecuaciones de la teoría o sus consecuencias.
- d) la ecuación que representa la hipótesis testeada para el conjunto de computaciones usado no debe ser una identidad matemática.
- e) los valores obtenidos a partir de la computación deben constituir una solución para la ecuación representativa de la hipótesis testeada.

Glymour considera que su estrategia *bootstrap* proporciona un procedimiento de testeo que "localiza la confirmación" pues permite establecer que parte de la evidencia en particular sustenta ciertas hipótesis, pero no a otras, dentro de un complejo teórico. También permite que una misma hipótesis pueda ser testeada de diferentes maneras -es decir, por medio de diferentes hipótesis auxiliares- por diferentes conjuntos de datos empíricos. De acuerdo con esta estrategia, una condición necesaria, aunque no suficiente, para testear una hipótesis con respecto a una teoría mediante un determinado conjunto de datos es que las variables de la hipótesis sean todas ellas determinables dentro de la teoría a partir de ese conjunto de datos. El autor señala, además, que si una hipótesis no puede ser testeada por cierta evidencia con respecto a una teoría, habrá siempre alguna otra teoría con respecto a la cual la evidencia confirma o disconfirma la hipótesis. De modo que la relevancia de la evidencia con respecto a una hipótesis varía con el cambio de teoría. Pero, al analizar si la evidencia es relevante con respecto a una hipótesis, nos interesamos generalmente en el modo cómo la evidencia sustenta la hipótesis con respecto a una teoría definida que contiene a esa hipótesis. En consecuencia, la cuestión que realmente importa, según Glymour, es la de determinar en qué medida está confirmada una teoría con respecto a sí misma. Así, en esta concepción es posible comparar teorías de diferentes maneras, pero considerando siempre en qué medida cada una de ellas está confirmada con respecto a sí misma.

Es importante señalar que, a las condiciones de adecuación a)-e) ya mencionadas, que deben satisfacerse para que una hipótesis resulte confirmada con respecto a cierta teoría, Glymour adiciona otras dos condiciones. En efecto, sea $\langle D, f \rangle$ una estructura para un lenguaje L , es decir, es un par ordenado constituido por un conjunto D , el dominio, y una función f que asigna a cada símbolo de predicado n -ádico del lenguaje L de un subconjunto D^n -es decir, el producto cartesiano n -ésimo del dominio- una constante de individuo que es un miembro del dominio D . Y sea E un enunciado lógicamente consistente y lógicamente equivalente a un enunciado que sería singular si cada descripción definida que figurase en él fuera reemplazada por una constante individual. Entonces deben cumplirse las siguientes condiciones:

f) Condición de satisfacción: E confirma H si H es satisfecha en toda estructura $\langle D, f \rangle$ en la cual E es satisfecha y en la cual para todo $d \in D$ hay un término t , presente en E tal que $f(t)=d$.

g) Condición *bootstrap*: Sean E y H enunciados, y T un conjunto deductivamente cerrado de enunciados. E confirma H con respecto a T si:

i. T es consistente con la conjunción de H y E.

Este requerimiento de consistencia es necesario para reducir la variedad de casos en los cuales dos hipótesis inconsistentes son ambas confirmadas por la misma evidencia con respecto a la misma teoría.

ii. Hay un conjunto de variables $\{P_i\}$ y un conjunto C de computaciones a partir de E de valores para esas variables tales que cada predicado que figura no vacuamente en H está entre las $\{P_i\}$, y toda hipótesis usada en las computaciones en C están en T, y $\{P_i\}$ no está incluida en ningún conjunto de cantidades más grande que pueda ser computado a partir de E usando T.

Este requisito exige que toda variable que figure en la hipótesis pueda ser computada a partir de la evidencia usando la teoría. La exigencia de que el conjunto de variables computadas a partir de E usando T no esté incluido en un conjunto más grande de cantidades cuyos valores también puedan ser computados a partir de E empleando T también es necesaria para reducir la confirmación de hipótesis inconsistentes. En efecto, supongamos que no hay más de n términos diferentes presentes en E, entonces E sola confirma que hay a lo sumo n objetos. Pero E y T juntas pueden implicar que hay más de n objetos, así que si los valores de las variables teóricas fueran computados a partir de E usando T, esos valores en conjunción con E podrían confirmar la existencia de más de n objetos. Esta exigencia se introduce para impedir, en tales casos, la confirmación de la hipótesis de hay a lo sumo n objetos. Sin embargo, Glymour reconoce que, de todos modos pueden presentarse casos relacionados que no satisficieran la condición de consistencia. Por ejemplo, podría haber dos conjuntos de computaciones de todas las variables teóricas de T a partir de E, pero los valores computados de diferente manera podrían contener distintos términos, si se usan diferentes descripciones definidas. Por eso se podrían confirmar hipótesis en conflicto acerca del número de cosas que hay en el mundo, según cuál sea el conjunto de computaciones usado.

iii. E, junto con los valores de $\{P_i\}$ computados a partir de E, confirman H de acuerdo con la condición de satisfacción ya expuesta.

Esta cláusula cumple el mismo propósito que la condición de satisfacción de Hempel.

iv. Hay un enunciado E' que contiene sólo el vocabulario de E, y un conjunto de variables $\{S_i\} \subseteq \{P_i\}$ que incluye todas las variables que figuran no vacuamente en H, tales que las computaciones en C incluyen computaciones de todas las variables de $\{S_i\}$ a partir de E'. Además, ningún conjunto de variables propiamente incluido en $\{S_i\}$ puede ser computado a partir de E' usando las computaciones que hay en C. Y E' es consistente con la conjunción de todas las hipótesis —excepto, posiblemente, H—

usadas en la computación de las variables que hay en $\{Si\}$; y E' y los valores de las variables que hay en $\{Si\}$ así computados confirman $\neg H$ de acuerdo a la condición de satisfacción ya expuesta.

Este requisito procura impedir que las computaciones no garanticen que la hipótesis quede confirmada -o, al menos, no disconfirmada- sea cual fuere la evidencia.

- v. Para dos enunciados cualquiera H' y H^* cuyo vocabulario no-lógico esté incluido en el de H y tal que $\neg H \equiv H \wedge H'$ pero no se verifica $\neg H \equiv H'$ ni tampoco se cumple $\neg H \equiv H^*$, las condiciones i-iv se satisfacen si en ellas se reemplaza H por H' o por H^* .

Esta cláusula es necesaria para asegurar que las computaciones no garantizan parte de lo que la hipótesis afirma y testean sólo el remanente. Sin esta condición, o alguna similar, podríamos obtener el siguiente tipo de resultado: si E confirma H en relación con T y ni E ni H contienen el predicado M , pero T incluye el enunciado $\Lambda x Mx$, entonces E también confirma $H \wedge \Lambda x Mx$ con respecto a T . Pero este resultado parece inaceptable. Así, la exigencia de que el vocabulario no-lógico de H' y de H^* esté incluido en el vocabulario de H es necesaria para evitar la trivialización de la relación de confirmación. Pues, si se permitiera vocabulario adicional, siempre podríamos descomponer cualquier hipótesis en dos conjuntos tales que cada uno de ellos aisladamente no sea equivalente a la hipótesis, pero que su conjunción si fuera lógicamente equivalente a ella, y tal que uno de los conjuntos podría no satisfacer la condición ii.

Si comparamos estas condiciones de adecuación con las propuestas por Hempel al formular su teoría de la confirmación cualitativa por instancias, se pone de manifiesto que la confirmación por *bootstrap* satisface la condición de equivalencia de Hempel. En cambio, no se cumple la condición de consistencia hempeliana, que exige que todas las hipótesis confirmadas por cierta evidencia -con respecto a una teoría dada- sean consistente con otra. Tampoco se satisface la condición de consecuencia, que requiere que toda consecuencia lógica de cualquier conjunto de hipótesis confirmadas por cierta evidencia esté también confirmada por esa evidencia. No obstante, Glymour sostiene que esta condición se puede imponer independientemente, de modo que toda consecuencia lógica de cualquier conjunto de enunciados confirmado de acuerdo con la condición *bootstrap* también se considere confirmado. De todos modos, el mérito más importante de la estrategia *bootstrap* es, según el autor, que "localiza la confirmación" permitiendo ubicar las relaciones estructurales de confirmación entre los miembros de un complejo teórico. Además, Glymour considera que al identificar qué hipótesis de una teoría resulta confirmada por cierta evidencia, esta estrategia proporciona resultados acordes con nuestros juicios acerca de la relevancia de la evidencia, al menos con aquellos juicios que están condicionados por la práctica científica más que por la teoría filosófica. Es precisamente en este rasgo en el que reside, según el autor, la ventaja de su propuesta frente a la del empirismo lógico y la del bayesianismo.

En efecto, frecuentemente los científicos afirman que una determinada observación o experimento permite testear cierta hipótesis dentro de un complejo teórico, pero no otras hipótesis del mismo. Por ejemplo, los astrónomos no consideran que las observaciones de las posiciones de un único planeta permitan testear la tercera ley de Kepler,

aunque estas observaciones pueden servir para testear la primera y la segunda ley de Kepler. Es decir, las observaciones son juzgadas como relevantes con respecto a alguna hipótesis en una teoría pero no relevantes con respecto a otras hipótesis de la misma teoría; y Glymour sostiene que empleando la estrategia *bootstrap* es posible efectuar esta clase de discriminaciones. Pues, dada una teoría, los valores de ciertas variables de la teoría pueden no ser computables a partir de una cierta evidencia, cualquiera sean las hipótesis de la teoría que empleemos para efectuar las computaciones. En ese caso las hipótesis que contienen no vacuamente estas variables no se pueden confirmar con respecto a la teoría en cuestión a partir de esa evidencia. Por otra parte, aunque se pueda computar una variable a partir de cierta evidencia, puede suceder que una u otra hipótesis deba emplearse en toda computación, de tal modo que esa hipótesis en sí misma no puede ser confirmada por la evidencia. Esto puede ejemplificarse recurriendo a un análisis ingenuo de las leyes de Kepler.

La primera y la segunda ley de Kepler especifican rasgos del movimiento de cualquier cuerpo planetario en movimiento alrededor del Sol. En cambio la tercera ley relaciona rasgos de las órbitas de dos planetas cualesquiera, en particular, afirma que la razón entre los períodos de dos planetas cualquiera es igual a la $3/2$ potencia de la razón de sus distancias medias al Sol. Los parámetros que determinan unívocamente la órbita kepleriana en algún momento pueden estimarse a partir de diferentes observaciones de un planeta sobre la esfera celeste. En principio, tres observaciones adecuadas son suficientes para la computación, y una cuarta observación de un único planeta permite testear la primera y la segunda ley. Pero cualquiera sea el número de observaciones realizadas sobre la ubicación de único planeta en la esfera celeste, esas observaciones no permiten testear la tercera ley, pues a partir de las observaciones de un único planeta no podemos computar, usando las leyes de Kepler y sus consecuencias, los parámetros de la órbita de cualquier otro planeta. Con estos datos podríamos computar la razón entre el cuadrado del período y el cubo de la distancia media al sol de cualquier otro planeta pero sólo usando la tercera ley de Kepler. Así, aunque podríamos usar esta razón como una constante en la ecuación representativa de la tercera ley de Kepler para las computaciones requeridas, obtendremos una identidad trivial, de modo que la tercera ley no podría ser testeada.

De acuerdo con Glymour, este es un ejemplo de una de las ventajas que su estrategia *bootstrap* tiene con respecto a la teoría de la confirmación del empirismo lógico. Pues la concepción hipotético deductiva de la confirmación plantea la dificultad de si una hipótesis h es confirmada según sus criterios, también estará confirmada la conjunción de h con cualquier otra hipótesis g , siempre que g sea consistente con h . Es por eso que esta concepción no puede resolver el problema de determinar apropiadamente cuándo cierta evidencia es relevante con respecto a una hipótesis. En cambio, según el autor, la estrategia *bootstrap* puede dar cuenta de esta dificultad en una gran variedad de casos. Retomando el ejemplo anterior, supongamos que la hipótesis g contiene una variable que no figura en la teoría T , con respecto a la cual la evidencia e confirma a la hipótesis h . Y supongamos que, además, esa variable tampoco figura en la hipótesis h ni en la evidencia e . Entonces, no hay modo de determinar a partir de e un valor para esa variable, así

que la evidencia e no permite testear cualquier hipótesis con respecto a T que contenga esencialmente esa variable; en particular, e no permite testear la conjunción de h y g con respecto a T. Frecuentemente, los casos en los que la evidencia es irrelevante con respecto a la conjunción de dos enunciados, aunque sí es relevante con respecto a uno de esos enunciados, son casos en los que el otro enunciado involucra este tipo de variables. Pero la estrategia *bootstrap* permite también dar cuenta de otros casos problemáticos. En efecto, como se pone de manifiesto en el ejemplo de las leyes de Kepler, en ocasiones no puede testearse una hipótesis mediante cierta evidencia aunque esa hipótesis sólo contenga variables que también figuran en la teoría con respecto a la cual se efectúa el test.

Otra ventaja de esta concepción, de acuerdo con Glymour, es que permite explicar por qué los científicos prefieren las teorías que carecen de "variables redundantes" - variables cuyo rango es un conjunto de entidades inobservables-. El autor considera justificada esta preferencia, aunque frecuentemente se afirma que carece de fundamento epistémico, y que sólo es un prejuicio vinculado con la infructuosa concepción verificacionista del significado. No obstante, Glymour cree que su concepción de la confirmación proporciona razones epistémicas que sustentan esta preferencia y que esas razones son independientes de los principios verificacionistas. Pues, en muchos casos, las teorías consideradas objetables por contener variables redundantes o teóricas incluyen presuposiciones centrales que no se pueden testear a partir de la evidencia precisamente porque no es posible computar, a partir de esa evidencia, valores para las variables teóricas. Este tipo de objeciones se plantean cuando hay una caracterización razonablemente bien delimitada de los clases de evidencia disponible para una teoría, y la estructura de la teoría no permite la determinación de ciertas variables teóricas a partir de esa clase de datos. Pero Glymour opina que este tipo de críticas no tiene que ver principalmente con qué es o no es observable, sino con que no es posible testear determinadas teorías mediante cierta evidencia.

Con todo, la ventaja decisiva que el autor atribuye a la estrategia *bootstrap* es la de que elude el holismo radical al que conducen concepciones epistemológicas como la de Kuhn. El autor considera que es contradecir la historia de la ciencia y el sentido común sostener que hay paradigmas en competencia que se aceptan o rechazan como un todo, y que esta decisión no puede fundarse en los criterios ordinarios de evidencia y de sustento empírico. Similarmente, Glymour rechaza posturas como la Quine que, al criticar lo que denomina el "segundo dogma del empirismo", afirma "(...) nuestros enunciados acerca del mundo externo enfrentan el tribunal de la experiencia sensible no individualmente sino sólo como un cuerpo corporativo."³ Más aún, en sus últimos trabajos también el propio Hempel recomienda desistir de la tentativa de proponer teorías filosóficas acerca de cómo la evidencia puede ser relevante o no con respecto a hipótesis particulares dentro de una teoría científica. Hempel sostiene que las teorías tienen que ser juzgadas por criterios holísticos tales como la consistencia con la totalidad de la evidencia, la simplicidad, etc.

³ Quine, W. O., "Two Dogmas of Empiricism", *From a Logical Point of View*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1953.

Aunque el holismo es una concepción ampliamente aceptada, Glymour sostiene que gran parte de lo afirmado en su formulación parece desafiar el sentido común y los hechos históricos. Según el autor, la ciencia y el sentido común concuerdan en que aún aquellas creencias que constituyen una teoría y que fueron introducidas y desarrolladas conjuntamente, no necesariamente se las debe aceptar o rechazar como un todo. Dentro de una teoría, la evidencia puede ser relevante con respecto a alguna parte de la teoría pero no con respecto a otras partes. Por eso, cuando los científicos rechazan teorías previamente aceptadas, frecuentemente sólo rechazan ciertas partes de esas teorías, y conservan las otras partes. Por ejemplo, Kepler rechaza muchos de los detalles de la astronomía copernicana, al tiempo que retiene la rotación diurna de la tierra, los movimientos de los planetas según órbitas cerradas concéntricas alrededor del sol, etc.

Glymour considera que los partidarios del empirismo lógico y quienes defienden un holismo radical incurren en el mismo error, el de suponer que si no hay verdades analíticas privilegiadas que conecten el lenguaje en que se expresa la evidencia con el lenguaje de la teoría, entonces la evidencia no puede confirmar hipótesis teóricas mediante la generación de instancias. El autor sostiene que este supuesto es incorrecto. Pues, si la evidencia determina instancias de los enunciados teóricos, entonces es ciertamente necesaria una conexión entre el vocabulario de los enunciados evidenciales y el vocabulario de los enunciados teóricos. Pero estas conexiones no necesariamente deben ser verdades analíticas. En la concepción *bootstrap* las hipótesis se testean mediante instancias suyas obtenidas a partir de la evidencia. Pero la conexión entre el vocabulario de la hipótesis a testear y el vocabulario de la evidencia no la establece una clase especial de hipótesis analíticas, sino que puede ser provista por una hipótesis cualquiera, incluso por la misma hipótesis a testear. No obstante, es necesario asegurarse de que la hipótesis usada para conectar vocabularios no es empleada de tal modo que garantiza que la hipótesis a testear será positivamente instanciada, cualquiera sea la evidencia. Así, las hipótesis no se testean por sí mismas, sino sólo en relación con sus compañeras dentro de la teoría, en consecuencia, la confirmación es una relación triádica, no diádica.

Con todo, Glymour reconoce que su propuesta es holista, ya que una gran parte de una teoría pueden estar involucradas en la confirmación por instancias de cualquiera de sus hipótesis. En esto consiste, según el autor, el componente correcto de la concepción holista. Lo que Glymour rechaza es un holismo más radical, según el cual todas las hipótesis de una teoría son igualmente confirmadas o disconfirmadas con respecto a la teoría por cierta evidencia. Para establecer qué hipótesis de una teoría pueden ser testeadas empleando qué evidencia, es necesario conocer la estructura de la hipótesis, de la teoría y de la evidencia.

Finalmente, mencionaremos otro beneficio que -según el autor- se obtiene al emplear la estrategia *bootstrap* de confirmación. Si bien Glymour reconoce que es una cuestión difusa la de qué hace a una teoría mejor que otra, y admite que no existe una única escala que pueda medir esto con precisión, cree que de su concepción de la confirmación se derivan algunos criterios de comparación teórica, a saber:

1. Es mejor que las hipótesis de una teoría estén confirmadas que disconfirmadas; si una teoría contiene hipótesis disconfirmadas por cierta evidencia en tanto que otra teoría no las tiene, entonces tenemos una razón para preferir la última teoría.

2. Una teoría puede contener hipótesis no testeables mediante la estrategia bootstrap mientras que su competidora no las tiene; o una misma teoría podría contener más hipótesis no testeables que otra. Un caso especial sería el de dos teorías que tuvieran en común una hipótesis que puede testearse por la misma evidencia con respecto a una de las teorías pero no con respecto a la otra teoría. Esto es lo que sucede, según el autor, en el caso de las concepciones astronómicas ptolemaica y copernicana.⁴

3. La evidencia puede ser más variada para una teoría que para otra. Una teoría podría, por ejemplo, contener un par de hipótesis A y B tales que todo test de B tiene que usar A -o alguna hipótesis que implique A- y todo test de A tiene que usar B -o alguna hipótesis que implique B- mientras que la teoría competidora no tiene hipótesis tan interdependientes.

4. Alguna parte de la evidencia -o toda- podría tener el siguiente rasgo: permite testear una hipótesis de una teoría repetidamente, en tanto que en la otra teoría provee unos pocos tests para un gran número de hipótesis. Dicho de manera informal, cierta evidencia puede ser explicada de un modo uniforme en una teoría pero tiene que ser explicada de diferentes modos en la otra. En tal caso, tenemos razones para preferir la primera.⁵

5. No todas las hipótesis de una teoría tienen la misma importancia. Es mejor que cierta evidencia permita testear un conjunto de hipótesis suficiente para implicar la totalidad de la teoría, a que permita testear sólo un conjunto lógicamente más débil. Pues si es posible establecer el conjunto de hipótesis lógicamente suficiente para deducir la totalidad de la teoría, de aquí se seguirá el resto de la teoría. Por otra parte, si una gran parte de la evidencia sólo permite testear hipótesis que son periféricas en una teoría, pero hace posible testear hipótesis que son centrales en una teoría competidora, esta es una razón para preferir la segunda teoría.

No obstante, el autor reconoce que, en cierta medida, estos criterios se superponen, que pueden entrar en conflicto mutuo, y que no puede establecer un orden de prioridad entre ellos. Más aún, el sentido de la expresión "más hipótesis" que emplea en el segundo criterio queda sin elucidar. Sin embargo, Glymour los considera razonables y cree que, en este sentido, su concepción es más ventajosa que el holismo radical, ya que estos criterios no podrían sostenerse si se acepta el holismo. Pues estos criterios suponen que podemos determinar si la evidencia disponible es relevante con respecto a ciertas partes u otras de nuestras teorías. Además, si se considera que el significado de las hipótesis es completamente dependiente del contexto teórico, el segundo criterio se tornará ininteligible.

⁴ Más adelante, proporcionaremos razones para disentir con esta opinión de Glymour acerca de las teorías ptolemaica y la copernicana.

⁵ En la sección siguiente se cuestiona la concepción de relación entre la explicación y el sustento evidencial que Glymour ofrece.

Por su parte, Edidin cuestionó la estrategia bootstrap mediante un ejemplo en el que una hipótesis de una teoría no puede ser confirmada empleando otras hipótesis de la teoría, aunque se satisfacen las condiciones impuestas por Glymour. En el ejemplo, la hipótesis a testear está expresada por la igualdad $A = B$, las otras hipótesis de la teoría son $B = C$ y $B = D$. Los valores de C y D pueden medirse experimentalmente, mientras que los valores de A y B no pueden determinarse de ese modo. Este ejemplo satisface los requisitos de la estrategia *bootstrap* de confirmación, ya que empleando como hipótesis auxiliar $A = C$, si se miden valores idénticos para C y D se obtiene una instancia positiva de la hipótesis, en tanto que si se miden valores diferentes de C y D, obtendremos una instancia disconfirmadora. Sin embargo, la afirmación de que $A = B$ puede ser testeada y confirmada o no de este modo contradice nuestras intuiciones, pues la posibilidad de obtener un contraejemplo de la hipótesis a testear sólo podría resultar de una evidencia inconsistente con la conjunción de las hipótesis auxiliares empleadas en el testeo.

También Christensen⁶ formuló contraejemplos con el propósito de mostrar que la estrategia *bootstrap* enfrenta dificultades similares a las que plantea el método hipotético- deductivo para establecer adecuadamente en qué caso la evidencia es relevante con respecto a cierta hipótesis. En efecto, consideremos una teoría que cuyas hipótesis pueden expresarse del siguiente modo: (1) $\Lambda x(Rx \rightarrow Bx)$ y (2) $\Lambda x(Rx \rightarrow Fx)$. Supongamos que la evidencia está constituida por los enunciados Ra y Fa . De la conjunción de las hipótesis (1) y (2) se deduce $\Lambda x(Rx \rightarrow (Fx \leftrightarrow Bx))$ que puede usarse como hipótesis auxiliar para el testeo de la hipótesis (1). Entonces, la evidencia disponible confirma la hipótesis (1) de acuerdo con los criterios de Glymour, dado que también podríamos haber obtenido el caso disconfirmatorio si la evidencia hubiera sido Ra y $\neg Fa$. Sin embargo, podríamos interpretar esta teoría asignando el siguiente significado a los predicados: Rx : x es un cuervo, Bx : x es negro, Fx : x tiene plumas. En este caso, la evidencia que proporciona la observación de un individuo que es un cuervo y tiene plumas, tendría que considerarse confirmadora de la hipótesis "Todos los cuervos son negros". Dado que la característica de tener plumas no nos permite concluir nada acerca del color de un ave, este ejemplo muestra que la estrategia de Glymour no permite discriminar entre la evidencia genuina y la espuria, no resuelve el problema de determinar qué casos la evidencia es relevante con respecto a cierta hipótesis.

Edidin⁷ y Earman⁸ atribuyen este defecto de la concepción de Glymour al hecho de que admite el empleo de hipótesis que carecen de un sustento independiente del complejo teórico al que pertenecen. Estos autores concluyen que es necesario dar cuenta de cómo llegan a ser plausibles las hipótesis que luego serán empleadas como auxiliares en la contrastación. No obstante, Edidin considera que cualquier concepción que trate de dar cuenta de tal plausibilidad, que no sea holista y que tome en consideración el *background* de conocimiento disponible, será circular.

⁶ Christensen, D., "Glymour on Evidential Relevance", *Philosophy of Science*, 50, 1983, pp. 471-481.

⁷ Edidin, A., "Discussion: from Relative Confirmation to Real Confirmation" *Philosophy of Science*, 55, 1988, pp. 265-271.

⁸ Earman, J., *Bayes or Bust?*, MA: MIT Press, 1992, pp. 73-77.

Por su parte, Earman sostiene que si se complementara la estrategia de Glymour con una explicación de la plausibilidad de las hipótesis auxiliares, entonces la estrategia *bootstrap* colapsaría en el bayesianismo, en la medida en que deberá suponerse que el *background* de conocimiento disponible proporciona cierto grado de probabilidad a priori a las hipótesis auxiliares. En suma, la pretensión de Glymour acerca de la superioridad de la estrategia *bootstrap* con respecto al método hipotético-deductivo y al bayesianismo no parece estar justificada.

8.2. Capacidad explicativa y confirmación en la teoría *bootstrap*.

Aunque las críticas contra la estrategia *bootstrap* analizadas en la sección anterior permiten concluir que esta estrategia no supera las dificultades propias del método hipotético-deductivo ni las del bayesianismo, Glymour considera que su propuesta aventaja la bayesiana. En efecto, Glymour cuestiona la teoría bayesiana de la confirmación porque -en su opinión- esta concepción tiene que negar la existencia de una relación directa entre el poder explicativo de los enunciados científicos y el grado de creencia racional que podemos asignarles. Esto se debe a que el bayesianismo impide atribuir a las teorías un grado de creencia racional que supere al de sus consecuencias observacionales. Pero si una teoría nunca está mejor establecida que sus consecuencias observacionales, entonces es necesario justificar la necesidad de formular teorías en lugar de recurrir sólo a sus consecuencias observacionales. Una manera de justificar este proceder es advertir que las teorías explican, mientras que sus consecuencias observacionales no lo hacen.⁹

Glymour objeta la concepción bayesiana argumentando que ella impide vincular el poder explicativo de una teoría y la confirmación que aportaría la evidencia empleada en la formulación de esa teoría. Esto se debe a que la evidencia que se intenta explicar mediante esa teoría no aumenta el grado de confirmación de la teoría explicativa. Ya que si una hipótesis es diseñada para explicar cierta evidencia, entonces esa evidencia es conocida previamente a la formulación de la hipótesis. En tal caso, según Glymour, la regla bayesiana de condicionalización conduce a negar que la evidencia incremente la probabilidad a priori de la teoría explicativa.¹⁰

Esta observación de Glymour se contrapone a la opinión generalmente aceptada de que la evidencia conocida previamente a la elaboración de una teoría puede llegar a confirmarla. Pero la evidencia empleada en la formulación de una teoría -la evidencia que se intenta explicar mediante esa teoría- no confirma la teoría en cuestión porque, de acuerdo con el autor, sólo aquellas observaciones con respecto a las cuales no está excluida la posibilidad de que arrojen resultados incompatibles con la teoría, podrían llegar a confirmar -tanto como a disconfirmar- la hipótesis. Pues si la teoría se formula para explicar hechos previamente conocidos, entonces habrá un ajuste perfecto entre ambos y así la evidencia no podrá refutar la hipótesis.

Glymour sostiene que, contrariamente a lo que ocurre en la concepción bayesiana, la vinculación entre el poder explicativo y el grado de confirmación de las teorías puede establecerse si se emplea su estrategia *bootstrap* para testear las hipótesis de una teoría.¹¹ Recordemos, nuevamente que la idea central de la estrategia *bootstrap* es que las hipótesis integrantes de una teoría pueden someterse a contrastación deduciendo instancias de esas hipótesis

⁹ Glymour, C., *Theory and Evidence*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1980, p. 84.

¹⁰ En efecto, como señalamos en el cuarto capítulo, si la evidencia ya es conocida su probabilidad será $p(e)=1$, de modo que la probabilidad de la evidencia con respecto a la teoría será $p(e/h)=1$. Entonces, la probabilidad de la teoría con respecto a la evidencia será igual a la probabilidad a priori de la teoría $p(h/e)=p(h)$.

con ayuda de otras hipótesis de la misma teoría, de tal modo que no suceda que la teoría en cuestión pueda ser mantenida cualquiera sea la evidencia que se produzca.

Si bien no desarrolla un modelo general para las explicaciones científicas, Glymour afirma que la explicación de una generalización consiste en una reducción de esa generalización a una verdad lógica o matemática. El autor aplica sus tesis para comparar la teoría copernicana con la ptolemaica y concluye que su estrategia *bootstrap* permite establecer que la primera se hallaba -en realidad- mejor confirmada que la segunda y, consecuentemente, que poseía mayor poder explicativo, circunstancia que no podría ser establecida a partir de la doctrina bayesiana. En esta sección se cuestiona la definición de explicación proporcionada por Glymour y se argumenta que si su estrategia permite mostrar la superioridad de la teoría copernicana, los bayesianos podrían obtener el mismo resultado. La importancia del ejemplo astronómico invocado por Glymour radica en que, según el autor, ni desde la perspectiva hipotético-deductivista ni desde la de propuestas epistemológicas posteriores, como la concepción holista de Hanson o de Kuhn, se ha podido dar cuenta de manera adecuada de la superioridad de la teoría copernicana. Frecuentemente se sostiene que la evidencia obtenida a partir de la astronomía de posición no brinda fundamento suficiente para preferir alguna de estas teorías en lugar de la otra. En otras ocasiones, se brindan razones un tanto vagas, como la de que la teoría copernicana era más armoniosa, más sencilla, que proporcionaba explicaciones más naturales, o que presentaba una unidad sistemática de la que carecía la teoría de Ptolomeo.

De acuerdo con Glymour, sólo la estrategia *bootstrap* pone de manifiesto que -por ejemplo- hay propiedades de los cuerpos del sistema solar que ambas teorías presuponen, pero que no se pueden establecer en la teoría ptolemaica aunque sí se pueden derivar de la copernicana. La estrategia *bootstrap* evidencia, además, que hay ciertas características observables de los movimientos planetarios que permiten testear hipótesis meramente incidentales en el sistema de Ptolomeo, en tanto que confirman las hipótesis centrales del sistema copernicano. Por ejemplo, ambas teorías presuponen un orden y ciertas distancias entre los planetas. Pero a partir de las observaciones disponibles, la teoría de Ptolomeo no proporciona un medio para testear hipótesis referidas al orden en que se ubican Venus y Mercurio. En cambio, en la teoría copernicana, el hecho de que la elongación máxima de Venus es mayor que la correspondiente a Mercurio determina que la órbita de Mercurio está contenida dentro de la de Venus.

La estrategia *bootstrap* muestra, también, que hay hipótesis comunes a ambas teorías que no se pueden testear en la teoría ptolemaica pero sí pueden ser testeadas, y aun confirmadas, en la copernicana. Y lo que Glymour enfatiza es que estas hipótesis son testeables de acuerdo con la estrategia *bootstrap*. Por ejemplo, ambas teorías sostienen que cuanto mayor es el período requerido para una revolución de longitud de un planeta superior, más distante está el planeta. Pero sólo los procedimientos copernicanos para determinar distancias planetarias permiten testear esta hipótesis. En cambio, en la teoría ptolemaica esta regularidad ni siquiera puede testearse, ni está

¹¹ Glymour, C., *Theory and Evidence*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1980, pp. 199 - 376

contenida en una regularidad más amplia. Por el contrario, en la teoría copernicana hay una generalización más comprensiva que puede testarse, partir de la cual puede derivarse como caso particular esta generalización más limitada, y es la hipótesis de que cuanto mayor es el período orbital de un planeta, mayor es su distancia al Sol.

Consideremos uno de los ejemplos mencionado por Glymour, el de la regularidad de que las elongaciones máximas de los planetas inferiores no alcanzan los 90° , de modo que estos planetas nunca se apartan demasiado del Sol. Según el autor, en la teoría ptolemaica esta regularidad se empleaba sólo para asignar valores a ciertos parámetros relativos al movimiento de estos planetas. Sin embargo, si esta regularidad no se cumpliera esos parámetros tendrían diferentes valores, pero ninguna otra cosa cambiaría. Por ejemplo, Ptolomeo estableció que los centros de los epiciclos de los planetas inferiores debían permanecer siempre alineados con el Sol y la Tierra, y con la medida de las elongaciones máximas calculó la razón entre los radios de sus epiciclos y deferentes. En cambio, con la estrategia *bootstrap*, mediante esta regularidad se confirman en el sistema copernicano cada una de las siguientes hipótesis con respecto a las otras:

1. Todos los planetas, incluida la Tierra, giran en torno al Sol en órbitas circulares y coplanares que no se intersecan.
2. Los planetas inferiores giran en órbitas que están dentro de la órbita terrestre, estando Mercurio más próximo al Sol que Venus.
3. Cuanto mayor es el período orbital de un planeta, mayor es su distancia al Sol.
4. El período orbital de la Tierra es igual a un año solar.
5. El período sinódico de un planeta inferior es el período que transcurre entre el inicio de una etapa regresiva y el inicio de la etapa regresiva inmediatamente siguiente. Por lo tanto, es el período entre dos ocasiones sucesivas en que la Tierra es alcanzada por un planeta inferior.

Un caso particular de la regularidad en cuestión es el hecho de que las elongaciones máximas de Venus y Mercurio son, aproximadamente de 46° y 29° respectivamente. Con estos valores, empleando la hipótesis 1, se infiere que las órbitas de ambos planetas están contenidas dentro de la órbita terrestre, y que la distancia de Venus al Sol es mayor que la de Mercurio, que es lo que afirma la hipótesis 2. Además, la medida de los ángulos de elongación máxima permite determinar que la distancia de Venus al Sol medida en unidades de radio terrestre es de 0.72, y que la correspondiente a Mercurio es de 0.39. A su turno, este resultado hace posible testear la hipótesis 3, ya que los períodos orbitales de los planetas inferiores pueden calcularse a partir de sus períodos sinódicos y del período de la órbita terrestre, empleando las hipótesis 4 y 5. En efecto, se puede determinar observacionalmente que Venus pasa por 5 ciclos de anomalía en un período de 8 años solares. En consecuencia, Venus debe alcanzar la Tierra 5 veces a lo

largo de 8 años solares, de modo que su período orbital tiene que ser aproximadamente de $8/13$ veces un año solar, es decir, 224 días. Similarmente, puede determinarse que el período orbital de Mercurio es de aproximadamente 88 días.

En suma, el período orbital de Venus es mayor que el de Mercurio, y como la distancia de Venus al Sol es mayor que la correspondiente a Mercurio, obtenemos así un caso particular de la hipótesis 3, que permite testear esta hipótesis de acuerdo con la estrategia *bootstrap*. Porque si, contrariamente a lo que sucede, el período orbital de Venus fuese menor que el de Mercurio, entonces el mismo procedimiento para determinar distancias y períodos orbitales habría producido un contraejemplo de esa hipótesis. Así, las hipótesis copernicanas relativas al orden, las distancias y las elongaciones máximas de los planetas se sustentan recíprocamente con respecto a la evidencia. En cambio, según Glymour, en la teoría ptolemaica esta misma característica de Venus -por caso- sólo permite fijar los parámetros para ese planeta, pero no hay un cuerpo común de hipótesis que se puedan testear mediante este rasgo del movimiento de los planetas inferiores.

No analizaremos aquí la pretensión del autor de que la estrategia *bootstrap* muestra que la evidencia disponible proporciona mayor sustento para la teoría copernicana que para la ptolemaica. Sólo señalaremos que Glymour no brinda argumentos que justifiquen la opinión de que la concepción bayesiana no permitiría llegar a la misma conclusión. Es importante indicar, en este sentido, que los criterios bayesianos para evaluar la aceptabilidad de una teoría en función de la evidencia podrían incluso aplicarse a los resultados obtenidos luego de emplear la estrategia *bootstrap*. Pues los criterios bayesianos nos indican cómo la aceptación de cierta evidencia afectaría nuestro grado de creencia racional en alguna hipótesis. Y la circunstancia de que la regla bayesiana de condicionalización tome en consideración el background de conocimiento disponible permite incluir otras hipótesis en la evaluación de cómo cierta evidencia modifica nuestra creencia en una hipótesis. De modo que, a diferencia de la estrategia *bootstrap*, la teoría bayesiana no proporciona indicaciones respecto de cómo se testean las hipótesis, sino que sólo aporta criterios para evaluar los resultados del testeo. Más aun, el propio Glymour señala que la idea central de su estrategia puede combinarse con una teoría subjetiva o con una teoría lógica de la probabilidad, o con una teoría cualitativa de confirmación por instancias.¹² En consecuencia, si un test *bootstrap* permitiera establecer la superioridad de la teoría copernicana sobre la ptolemaica entonces, complementando la aplicación de esta estrategia con los criterios bayesianos, tendríamos que obtener el mismo resultado.

Sin embargo, Glymour cree que si se aplica la concepción bayesiana será imposible mostrar que la evidencia disponible confirmaba la teoría copernicana o la ptolemaica. Pues esa evidencia era conocida antes de la formulación de estas teorías, que fueron elaboradas precisamente para explicar tal evidencia. Entonces, según la primera objeción que señalamos, la probabilidad de cualquiera de estas teorías con respecto a la evidencia no puede superar la

probabilidad a priori de ninguna de ellas. Pero además, de acuerdo con la segunda objeción, dado que las teorías en cuestión fueron formuladas precisamente para explicar la evidencia, ésta no podría estar en conflicto con ellas, de modo que tampoco permite confirmarlas.

Sin embargo, considero discutibles ambos argumentos. Con respecto al primero, se ha señalado en el cuarto capítulo de esta tesis que si se interpreta la regla de condicionalización como Glymour lo hace, ninguna evidencia -ni la obtenida previamente a la formulación de una teoría ni la registrada con posterioridad- podría confirmar ninguna teoría. Pues aunque la teoría se formule antes de que se obtenga la evidencia, en el momento en que se aplica el Teorema de Bayes para calcular el apoyo que la evidencia aporta a la teoría, los términos $p(e)$ y $p(e/T)$ asumirán el valor 1 ya que en ese momento la evidencia será conocida. Recordemos que, según los bayesianos, esta crítica se sustenta en una errónea aplicación del Teorema de Bayes en la que se relativizan incorrectamente todas las probabilidades con respecto a la totalidad del conocimiento actualmente disponible. Los bayesianos sostienen que las probabilidades deben relativizarse con respecto al conjunto de información disponible menos la evidencia cuyo impacto en la probabilidad de la hipótesis se está evaluando. Mediante esta restricción, se consigue que la evaluación del sustento empírico que la evidencia proporciona a la teoría sea una medida del grado en que el aporte de esta evidencia modificaría el grado de creencia inicial en la teoría—es decir, el grado de creencia correspondiente al momento en el cual no se disponía de esta evidencia-.

Los defensores de la concepción bayesiana cuestionan también el segundo argumento, indicando que se funda sobre la confusión entre un diseño experimental y alguno de sus posibles resultados -o en la identificación de una variable con alguno de sus posibles valores-.¹³ Pues si se distingue entre un experimento y sus posibles resultados, entonces aun en el caso de que la teoría fuera formulada con el propósito de explicar uno de los resultados particulares de un experimento, se puede apreciar que el experimento podría haber dado lugar a otro resultado inconsistente con el que se toma como evidencia. De todos modos, para que una teoría esté sustentada por la evidencia de acuerdo con los criterios bayesianos, su probabilidad condicional con respecto a la evidencia tiene que superar su probabilidad a priori. Y no hay razón alguna para creer que sólo porque la teoría fue elaborada para explicar la evidencia entonces su probabilidad con respecto a esa evidencia no será mayor que su probabilidad a priori.

Pero lo que interesa aquí es determinar si efectivamente la propuesta de Glymour es más adecuada que la bayesiana en cuanto a la posibilidad de dar cuenta de la relación entre confirmación y explicación. Examinemos, entonces, el ejemplo con que el autor procura argumentar en defensa de esta pretendida superioridad de su estrategia de confirmación con respecto a la bayesiana. Glymour considera que hay un vínculo muy estrecho entre los tests bootstrap de las hipótesis copernicanas y las explicaciones copernicanas de las regularidades observadas del

¹² Glymour, C., *Theory and Evidence*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1980, p. 127.

¹³ Howson, C. & Urbach, P., *Scientific Reasoning*, Open Court, Illinois, 1993, pp. 408 - 411

movimiento de los planetas. Pero para comprender esta relación es necesario aclarar que, en la concepción de la explicación científica que adopta Glymour, la noción de necesidad cumple un papel decisivo. En efecto, el autor considera que si podemos mostrar que alguna cuestión fáctica a explicar es una tautología disfrazada, una verdad matemática bajo ropajes contingentes, entonces mostramos que ésta es necesaria, y la demostración de su necesidad nos libera de la obligación de proporcionar una explicación ulterior. Y, si bien en tanto filósofos podemos preguntarnos y tratar de explicar por qué las verdades lógicas o matemáticas tienen que ser verdades, esta no es una cuestión científica. Así, como ya señalamos, explicar una regularidad consiste—según el autor, en reducirla a una verdad lógica o matemática. En efecto, supongamos que tenemos un enunciado verdadero aparentemente contingente T, que hace referencia a las propiedades A, B y C. De acuerdo con Glymour, una manera de explicar T consiste en introducir identidades teóricas de modo tal que A se identifique con A', B con B' y C con C', donde A', B' y C' pueden ser combinaciones de nuevas cantidades. Entonces, la sustitución de A por A', B por B' y C por C' en T transforma T en una verdad lógica o matemática T'. En tal caso, se ha mostrado que T es una consecuencia necesaria de verdades necesarias, de modo que es necesaria en sí misma.

Consideremos nuevamente la regularidad que afirma que las elongaciones máximas de los planetas inferiores están limitadas, de modo que nunca pueden alcanzar los 90°. De acuerdo con Glymour, Copérnico tenía una explicación de esta regularidad, mientras que Ptolomeo no. Pues la regularidad en cuestión puede reducirse a la siguiente verdad matemática:

Si por un punto T exterior a una circunferencia se traza una recta que pasa por el centro S de la circunferencia y otra que sea tangente a la circunferencia en un punto P de la misma, entonces el ángulo determinado por estas rectas será siempre menor que un ángulo recto.

De acuerdo con Glymour, las hipótesis necesarias para transformar la regularidad en cuestión en esta verdad matemática son básicamente aquellas que son testeadas una con respecto a las otras por la misma regularidad dentro de la teoría copernicana. Un ejemplo de tales hipótesis es la de que los planetas inferiores se mueven en órbitas circulares alrededor del Sol, órbitas contenidas completamente dentro de la órbita terrestre. De este modo se ponen de manifiesto, según el autor, las razones estructurales que vinculan los tests *bootstrap* con explicaciones. En el caso que estamos considerando, la teoría copernicana explica la regularidad referida a las elongaciones de los planetas inferiores, mientras que la ptolemaica sólo implica los casos particulares conocidos de esta regularidad, pero no puede explicar la regularidad misma.

En suma, Glymour considera que una explicación de una generalización consiste en una reducción de esa generalización a una verdad lógica o matemática. Pero esto no parece proporcionar una condición suficiente de

adecuación para una explicación, como queda en evidencia al considerar algunos de los ejemplos típicos esgrimido contra la suficiencia del modelo de cobertura legal. Pues, por caso, la explicación de la altura de una torre que tiene como explanans enunciados referidos a la longitud de la sombra que proyecta a determinada hora del día y al ángulo de elevación del Sol en ese momento, no es considerada aceptable. Sin embargo, la generalización de que las torres ubicadas en determinada latitud y que proyectan sombras de cierta longitud en un determinado día y hora del año, tienen una cierta altura, puede reducirse a una verdad trigonométrica. Entonces, según el criterio de Glymour, deberíamos considerarla una explicación adecuada, y esto torna cuestionable su criterio.

Por otra parte, también es discutible la opinión de Glymour de que tiene que haber una relación directa entre el grado de creencia racional atribuible a una teoría y su capacidad explicativa. Esta afirmación puede significar o bien que si una hipótesis merece un elevado grado de creencia racional, entonces tiene gran poder explicativo, o bien que si una hipótesis tiene capacidad explicativa, entonces debemos asignarle un elevado grado de creencia racional, o ambas cosas. Sin embargo, la afirmación de una hipótesis que tenga capacidad explicativa merece un elevado grado de creencia racional es inaceptable, como queda de manifiesto a la luz de argumentos como el proporcionado por Achinstein —que, al igual que Glymour, es un crítico de la concepción bayesiana. Achinstein señala que, por ejemplo, la hipótesis de que le ofrecieron un millón de dólares por escribir un artículo puede considerarse como una buena explicación de por qué lo escribió y, sin embargo, esto no hace probable ni racionalmente creíble la hipótesis en cuestión.

Pero tampoco parece justificada la afirmación de que una hipótesis que tiene un elevado grado de creencia racional tiene que tener gran poder explicativo. Así, autores como Finocchiaro indican que pese a su enorme éxito empírico —y, por lo tanto, al elevado grado de creencia racional que se le atribuyó— la teoría newtoniana de la gravitación no era explicativa. Pues esta teoría se sustenta sobre la noción de acción a distancia, que se consideraba ininteligible, y una explicación adecuada debe hacer inteligibles los fenómenos a los que se aplica. Más aun, el propio Newton sostenía que su teoría proporcionaba o bien una explicación incompleta en la medida en que daba cuenta de todos los fenómenos menos de la gravedad misma, o bien que no proporcionaba una explicación en absoluto sino que consistía simplemente en un sistema de generalizaciones inductivas.¹⁴

Finalmente, recordemos que según Glymour, la superioridad de su estrategia *bootstrap* con respecto a otras propuestas epistemológicas reside en que permite mostrar que hay una relación directa entre confirmación y capacidad explicativa. El autor considera que ha logrado mostrar esto probando que la teoría copernicana no sólo estaba mejor confirmada según los criterios *bootstrap* sino que, precisamente por eso, tenía más capacidad explicativa que la ptolemaica. Sin embargo, y tomando en cuenta su concepción de la explicación según la cual explicar una regularidad

¹⁴ Finocchiaro, M., "Scientific Discoveries as Growth of Understanding: the Case of Newton's Gravitation", *Scientific Discovery, Logic and Rationality*, Nickles, T., ed. Reidel, Dordrecht, Holland, 1980.

es reducirla a una verdad matemática o lógica, es importante observar que también en la teoría de Ptolomeo se podía reducir la regularidad en cuestión a una verdad matemática. Es evidente, entonces, que Glymour no sólo exige una reducción tal, sino que además requiere que en la reducción no se incluyan hipótesis aisladas, hipótesis que no puedan confirmarse o disconfirmarse empíricamente con respecto a la teoría a la que pertenecen. Por eso descalifica el procedimiento que permitiría la reducción de la teoría de Ptolomeo a una verdad matemática, pues esta reducción requiere el empleo de hipótesis que podrían considerarse ad-hoc o aisladas. Por ejemplo, en lo que respecta a la generalización referida a las elongaciones máximas de los planetas inferiores, Glymour considera mejor confirmada la teoría copernicana porque en ella se puede confirmar esta generalización mediante la evidencia empleando otras hipótesis de la teoría. En cambio, la teoría ptolemaica no está tan bien confirmada —en su opinión— pues incluye una hipótesis relevante que está aislada. Nos referimos a la hipótesis de que el centro de los epiciclos de los planetas inferiores se mantiene siempre alineado con el Sol y la Tierra.

No obstante, esta evaluación de los méritos relativos de las teorías copernicana y ptolemaica parece injustificada al menos por dos razones. En primer lugar, el hecho de que las elongaciones máximas de los planetas inferiores no superen cierto valor no confirma ni refuta la teoría ptolemaica P previamente a que ésta sea complementada con la información relativa a la alineación de los centros de los epiciclos de estos planetas. Una vez que la teoría ha sido así complementada, obteniéndose P' , la información en cuestión confirma P' aunque contribuyó a su elaboración, aunque sea un enunciado aislado desde la perspectiva de la estrategia *bootstrap*, y aunque su adición a la formulación original de la teoría parezca un recurso ad-hoc. Pues esta información es compatible sólo con uno de los resultados posibles de la observación de los planetas, y en principio el mismo experimento consistente en observar las posiciones relativas de los planetas interiores y el Sol podría haber arrojado otro resultado —por ejemplo, que las elongaciones máximas de los planetas inferiores no estuvieran limitadas.

En segundo lugar, tampoco parece correcto afirmar que la teoría copernicana tiene mayor capacidad explicativa que la ptolemaica sólo porque permite dar cuenta de los mismos fenómenos que ésta última pero sin apelar a hipótesis aisladas. En efecto, si aceptáramos este criterio puramente sintáctico de que la ausencia de hipótesis aisladas en una teoría es condición suficiente para atribuirle capacidad explicativa, tendríamos que admitir, por ejemplo, que la teoría expresada por la fórmula $\Lambda x Mx \wedge \Lambda x (O_1x \rightarrow Nx) \wedge \Lambda x (Nx \leftrightarrow Px) \wedge \Lambda x (Px \leftrightarrow O_2x)$ no es explicativa porque algunas de sus consecuencias están aisladas, es decir no son testeables con respecto a la teoría. Pues, por ejemplo, $\Lambda x (Nx \leftrightarrow Px)$ no es testeable porque es lógicamente equivalente a $\Lambda x (Px \rightarrow Nx) \wedge \Lambda x (Nx \rightarrow Px)$. Y el primer conyunto de esta fórmula no es testeable con respecto a la teoría, ya que es posible deducir Pa a partir de O_2a y también $\neg Pa$ a partir de $\neg O_2a$, pero ninguna observación permite inferir Pa y $\neg Na$ a partir de la teoría. En cambio, la teoría expresada por la fórmula $\Lambda x (O_1x \rightarrow (O_3x \leftrightarrow Nx)) \wedge \Lambda x (Nx \leftrightarrow Px) \wedge \Lambda x (Px \leftrightarrow O_2x)$ tendría que ser considerada explicativa porque es testeable y confirmable con respecto al conjunto de sus propias

consecuencias, de acuerdo con la concepción de Glymour. Sin embargo, este criterio sintáctico no parece proporcionar garantía suficiente de la capacidad explicativa de una teoría, pues la fórmula anterior puede considerarse como la expresión simbólica del siguiente enunciado:

Un planeta es inferior si y sólo si su trayectoria se mantiene entre la Tierra y Sol. Además, para que su trayectoria se mantenga entre la Tierra y el Sol es condición necesaria y suficiente que el centro de su epiciclo esté siempre alineado con el Sol y la Tierra. Y, para que esto último suceda es condición necesaria y suficiente que sus elongaciones máximas sean limitadas.

Este enunciado, sin embargo, expresa parte de la teoría ptolemaica referida al movimiento de Venus y Mercurio. De modo que si aceptamos que la ausencia de hipótesis aisladas en una teoría es condición suficiente para que esa teoría sea explicativa, entonces deberíamos admitir que la teoría ptolemaica proporciona una explicación adecuada del movimiento de los planetas inferiores. Pero es evidente que Glymour rechazaría esta conclusión, así que no debería sostener que la supuesta superioridad de la teoría copernicana sobre la ptolemaica tiene un fundamento puramente sintáctico.

Además, si postuláramos la existencia de un sistema de fuerzas que provocara que el centro de los epiciclos de los planetas inferiores permaneciera alineado con el Sol y la Tierra, obtendríamos -en principio- una buena explicación de por qué las elongaciones máximas de estos planetas están limitadas. En este sentido, no sólo la teoría ptolemaica sino también la copernicana carecieron de poder explicativo ya que no brindaban razones mecánicas -o de algún otro tipo- que explicaran porqué el movimiento de los planetas era tal como el que esas teorías describían.

En suma, la afirmación de Glymour de que debe existir una correlación directa entre la medida en que está confirmada una teoría y su capacidad explicativa, no parece poder probarse ni siquiera empleando su propia concepción *bootstrap* de la confirmación. De todos modos, tampoco es evidente que deba verificarse una relación tal como la que el autor pretende entre confirmación y explicación. En consecuencia, la crítica de Glymour contra la concepción bayesiana parece injustificada, así como su afirmación de que su propuesta aventaja a la bayesiana en la medida en que permite mostrar la existencia de una correlación directa entre confirmación y explicación. Esta conclusión es previsible, por lo menos si se acepta la crítica de Earman acerca de que la estrategia *bootstrap* colapsaría en el bayesianismo si se la modificara de modo tal que permitiera establecer adecuadamente en qué caso la evidencia es relevante con respecto a cierta hipótesis.

Capítulo 9: Evidencia inductiva, propiedades esenciales y explicaciones causales.

Introducción:

En este capítulo se examina la tentativa de Brody de resolver el problema de la transitividad de la relación de confirmación, que consiste en abandonar las definiciones puramente sintácticas del concepto de evidencia y caracterizar este concepto en términos de la noción de explicación. La nueva definición de evidencia confirmadora que resulta de esta propuesta satisface las condiciones de consecuencia especial y de consecuencia conversa –aunque reformuladas- sin violar el requisito de no universalidad.

En relación con la noción de explicación, se analizan las condiciones que Brody sugiere adicionar a las propias del modelo nomológico deductivo con el propósito de obtener un conjunto de condiciones suficientes de adecuación para las explicaciones de sucesos particulares y de regularidades. Se evalúa, asimismo, en qué medida los modelos de explicación resultantes permiten superar las deficiencias del modelo de Hempel, tomando en consideración que aquellos se sustentan sobre las nociones de causalidad y de propiedad esencial.

A continuación, se discute la conveniencia de efectuar la reformulación de las definiciones de las condiciones de consecuencia especial y consecuencia conversa que Brody sugiere, tomando en consideración las dificultades suscitadas en torno del concepto de explicación en el que se sustentan estas nuevas definiciones.

9.1. La solución de Brody al problema de la transitividad de la confirmación.

Señalamos en la primera parte de este trabajo que, entre las dificultades que enfrenta la concepción puramente sintáctica de evidencia, se presenta la de que la aceptación simultánea de ciertas condiciones de adecuación conducen a la trivialización de la relación de confirmación. Así, por mencionar un caso que no se examinó en la primera parte de esta tesis, la satisfacción conjunta de las condiciones de consecuencia especial y consecuencia converso conduce al paradójico resultado de que cualquier enunciado es una evidencia confirmadora de cualquier otro. Por esta razón, pese a la intuitiva plausibilidad de estas condiciones de adecuación, algunos autores sostienen que debemos rechazar una o ambas condiciones para evitar la trivialización de la relación de confirmación.

En efecto, de acuerdo con la condición de consecuencia especial, si un enunciado es una evidencia confirmadora de una hipótesis, entonces también será evidencia confirmadora de cualquier consecuencia lógica de esa hipótesis. Por su parte, la condición de consecuencia converso establece que, si un enunciado es una evidencia confirmadora de una hipótesis, entonces también será una evidencia confirmadora de cualquier hipótesis que implique a aquella. Supongamos, ahora, que un enunciado E es evidencia confirmadora de una hipótesis H_1 , y sea H_2 es una hipótesis cualquiera. Entonces, como $H_1 \wedge H_2$ implica H_1 , el enunciado E será una evidencia confirmadora de $H_1 \wedge H_2$, de acuerdo con la condición de consecuencia converso. Pero como $H_1 \wedge H_2$ también implica H_2 , entonces por la condición de consecuencia especial, E será una evidencia confirmadora de H_2 , que es una hipótesis cualquiera.

Con el propósito de evitar la trivialización de la relación de confirmación, Carnap rechaza ambas condiciones, y justifica su proceder mediante dos argumentos. En el primero de ellos, cierta evidencia confirma una hipótesis H y otra hipótesis K pero no confirma la disyunción de ambas, y como esa disyunción es una consecuencia lógica tanto de H como de K, el autor infiere que la condición de consecuencia especial no debería adoptarse. Supongamos, por caso, que la evidencia previa disponible es la de que 10 jugadores de ajedrez participarán en un torneo, algunos de los cuales son hombres –M-, otros son mujeres –W-, algunos son norteamericanos y otros no, algunos son profesionales y otros amateurs. La distribución de los participantes puede esquematizarse así:

	Norteamericanos	Extranjeros
Amateurs	M, W, W	M, M
Profesionales	M, M	W, W, W

La evidencia inicial también incluye la información de que sólo uno de ellos ganará, y que cada uno tiene la misma chance de ganar que cualquier otro. Si ahora suponemos que H es la hipótesis de que ganará una mujer y K afirma que un hombre será el vencedor, entonces el grado de confirmación de cada una de estas hipótesis con

respecto a la evidencia previa es 0.5. Si luego nos proporcionan la información adicional de que un jugador profesional ha ganado el torneo, entonces el grado de confirmación de cada una de las hipótesis con respecto a esta nueva evidencia es 0.6, de modo que esta evidencia confirma tanto la hipótesis H como la hipótesis K. Sin embargo, el grado de confirmación de la disyunción de H y K con respecto a la evidencia inicial era 0.7, mientras que el grado de confirmación de esta disyunción con respecto a la nueva evidencia es 0.6. Así que la nueva evidencia disconfirma la disyunción de H y K, aunque confirma H y también K, y aunque $H \vee K$ es una consecuencia lógica de H y también de K.

Con un ejemplo similar, Carnap argumenta que debemos rechazar la condición de consecuencia conversas, pues muestra que una cierta evidencia que confirma las hipótesis H y K disconfirma la conjunción de ambas, aunque esta conjunción implica tanto a H como a K. En efecto, supongamos que la evidencia previa disponible es la misma que antes y que H afirma que un norteamericano ganará, en tanto que K afirma que un amateur será el vencedor. En estas condiciones, el grado de confirmación de H y de K con respecto a la evidencia inicial es 0.5, y el de la conjunción de ambas hipótesis con respecto a esa misma evidencia es 0.3. Supongamos, ahora, que se nos proporciona la información adicional de que ganó un hombre, entonces el grado de confirmación de H y de K con respecto a esta nueva evidencia es 0.6, de modo que esta evidencia confirma cada una de las hipótesis por separado. Sin embargo, el grado de confirmación de la conjunción de $H \wedge K$ con respecto a esta nueva evidencia es 0.2, así que esta evidencia disconfirma la conjunción en cuestión.

Una manera de neutralizar la fuerza de los argumentos de Carnap es cuestionar que suponen que el equivalente cuantitativo de la noción cualitativa de evidencia confirmadora es la de que la evidencia confirma una hipótesis cuando aumenta su grado de confirmación con respecto al grado de confirmación que la evidencia inicial le proporciona a la hipótesis. Podría, en cambio, considerarse que el equivalente cuantitativo de la noción cualitativa de evidencia confirmadora es la de que la evidencia confirma una hipótesis si el grado de confirmación de la hipótesis con respecto a esa evidencia es mayor que un cierto valor R -digamos, por ejemplo, mayor que $\frac{1}{2}$ -. La adopción de esta propuesta permitiría superar la crítica contra la condición de consecuencia especial que surge del argumento de Carnap. Pues, si A implica B y el grado de confirmación de A con respecto a E es superior al valor R, es imposible que el grado de confirmación de B con respecto a la misma evidencia sea menor o igual a ese valor.

Sin embargo, adoptar esta propuesta no permite eludir la crítica de Carnap contra la condición de consecuencia conversas. Pues si suponemos que el valor adoptado para R es $\frac{1}{2}$, entonces las hipótesis H y K quedarán confirmadas tanto con respecto a la evidencia inicial como con respecto a la nueva evidencia. Pero la conjunción de ambas quedará disconfirmada con respecto a la evidencia inicial y también con respecto a la evidencia agregada posteriormente. Más aún, aunque se incremente el valor de R, siempre podrá encontrarse un ejemplo en el cual las hipótesis tengan grados de confirmación que conduzcan a la misma conclusión que el argumento de Carnap.

En suma, si consideramos que el equivalente cuantitativo apropiado para la noción cualitativa de evidencia confirmadora, es la de que la evidencia confirma una hipótesis si el grado de confirmación de la hipótesis con respecto a esa evidencia es mayor que un cierto valor R , podríamos quedarnos con la condición de consecuencia especial y rechazar sólo la de consecuencia converso. Pero ésta no es la solución apropiada, según Brody. El autor sostiene que habría buenas razones para conservar las condiciones de adecuación cuestionadas -o, al menos, algunas similares a ellas-, pues hay muchas inferencias científicas perfectamente aceptables que sólo pueden considerarse aceptables si la noción de evidencia cualitativa empleada satisface estas condiciones. Así, por ejemplo, la evidencia que confirma la ley de Boyle, si la función de confirmación empleada satisface la condición de consecuencia converso, también constituye una evidencia de la ley de Boyle-Charles. En consecuencia, si esta función de confirmación satisface la condición de consecuencia especial, la evidencia en cuestión es también evidencia indirecta de la ley de Charles. Es decir que la aceptabilidad de las inferencias en las que se concluye que la evidencia de una ley constituye una evidencia indirecta de otras leyes, depende de que la función de confirmación satisfaga estas condiciones.

Además, la aceptación de estas dos condiciones permitiría eludir la objeción que Scheffler dirigió contra la concepción hempeliana de la relación de confirmación. Scheffler cuestionó que esta concepción no daba cuenta del modo cómo los enunciados teóricos son confirmados por la evidencia empírica.¹ Brody atribuye esta dificultad a la circunstancia de que la noción de evidencia propuesta por Hempel no satisface la condición de consecuencia converso. En su opinión, cuando la evidencia empírica confirma directamente las leyes observacionales y esas leyes son implicadas por alguna teoría, entonces, en virtud de que la función de confirmación cualitativa satisface la condición de consecuencia converso, la evidencia empírica también confirma la teoría. Similarmente, cuando se aplica a una nueva área una teoría científica bien confirmada en otro campo, se está empleando una función de confirmación cualitativa que satisface la condición de consecuencia especial. En efecto, en estos casos se asume que la evidencia empírica que confirma la teoría en una cierta área, confirma también las consecuencias lógicas de la teoría aunque se refieran a fenómenos de otro campo de investigación.

Brody señala que ambos argumentos podrían objetarse si se rechaza la idea de que la relación entre la teoría y los enunciados observacionales particulares está mediatizada por las generalizaciones empíricas. En efecto, si se sostiene que los datos empíricos confirman directamente las teorías, entonces la condición de consecuencia converso es innecesaria para explicar la confirmación de teorías. Y si se cree que las teorías se aplican directamente a los casos particulares, entonces es innecesaria la condición de consecuencia especial para dar cuenta de por qué consideramos bien confirmadas las consecuencias lógicas de una teoría bien confirmada. Con todo, Brody considera que, aunque las predicciones aplicables a un nuevo campo se deriven directamente de la teoría, la garantía de tales predicciones sólo

¹ Scheffler, I., *The Anatomy of Inquiry*, New York, Knopf, 1963, p.258

puede estar fundada en la evidencia que confirma la teoría. De modo que, igualmente, se presupone que la relación de confirmación satisface la condición de consecuencia especial.

Por otra parte, quienes creen que los datos empíricos confirman directamente las teorías, según Brody, necesitarían recurrir a dos funciones de confirmación diferentes para explicar cómo sucede esto. Por ejemplo, una función F_1 según la cual una cierta evidencia o bien confirma directamente, o bien disconfirma o bien es irrelevante con respecto a una hipótesis observacional, y otra función F_2 según la cual una cierta evidencia o bien confirma, o bien disconfirma o bien es irrelevante con respecto a una hipótesis. Pero esta segunda función debería cumplir los siguientes requisitos:

- (1) Si E confirma H de acuerdo con la función F_1 , entonces E confirma H de acuerdo con la función de confirmación F_2 . Y lo mismo ocurre en el caso en que la evidencia disconfirma la hipótesis o es irrelevante con respecto a ella.
- (2) Si existe una hipótesis H tal que E confirma H según la función F_1 , entonces E confirma G según la función F_2 , para cualquier G que implique lógicamente a H. Y lo mismo ocurre en el caso en que la evidencia disconfirma la hipótesis o es irrelevante con respecto a ella.

Así, del supuesto de que quienes consideran que los datos empíricos confirman directamente las teorías necesitan recurrir a dos funciones de confirmación, Brody concluye que aun en este caso —como es evidente por el requisito (2)— no queda eliminada la condición de consecuencia conversas. Pues en aquellos casos en los que E confirma G según la función F_2 , porque hay un par de hipótesis H y G tales que G implica lógicamente H y además E confirma H según la función F_1 , lo que esperamos es que E confirme directamente G —cualquiera sea la función de confirmación cualitativa que admita la confirmación directa de enunciados teóricos—.

Brody rechaza, también, el argumento de que es necesario abandonar una o ambas condiciones de adecuación, pues considera que este argumento de Carnap supone que la confirmación cualitativa tiene un equivalente cuantitativo. Este supuesto está constituido por dos afirmaciones:

- (1) Si cierta evidencia confirma cualitativamente una hipótesis, entonces debe incrementar su grado de confirmación.
- (2) Si cierta evidencia aumenta el grado de confirmación de una hipótesis, entonces la confirma cualitativamente.

De acuerdo con Brody, podíamos aceptar la afirmación (1), aunque si ya se dispone de numerosas instancias confirmadoras de H, una nueva podría no incrementar su grado de confirmación. Pero lo que el autor considera

realmente erróneo es aceptar (2), pues esto equivale a adoptar injustificadamente como función de confirmación cualitativa una versión “descuanticada” de la función de confirmación cuantitativa. Brody sostiene que la función de confirmación cualitativa sólo nos dice si ciertos eventos son instancias de una hipótesis general. En suma, si se acepta la postura de Brody, no hay razón para suponer que una función adecuada de confirmación cualitativa necesariamente tiene un equivalente cuantitativo. En este modo, el autor considera que los argumentos de Carnap sólo muestran que ni la condición de consecuencia especial ni la de consecuencia conversas se satisfacen para la confirmación cuantitativa, pero no prueban que no se satisfacen para la confirmación cualitativa.

Brody sostiene que las conclusiones paradójicas a las que conduce la aceptación de las condiciones en cuestión podrían ser evitadas apelando al concepto de explicación. Y propone una modificación de estas condiciones que se funda en la consideración de que cuando aceptamos una hipótesis sobre la base de cierta evidencia inductiva, la hipótesis se considera como la mejor explicación de dicha evidencia y se la acepta precisamente por esta razón. Esta posición tiene estrecha vinculación con la concepción retroductivista de Pierce y Hanson, aunque Brody sostiene que su propuesta está inspirada en la idea de Harman de introducir la noción de explicación en la teoría de la confirmación cualitativa². Recordemos que en un razonamiento retroductivo se concluye que tenemos evidencia que sustenta la verdad de una hipótesis H , a partir de las premisas “si H fuera verdadera, sería una buena – o la mejor- explicación de la ocurrencia del suceso S ” y “ S efectivamente tuvo lugar”.

Sin embargo, Brody no exige que la hipótesis sea la mejor explicación de la evidencia –como ocurre en el caso de las inferencias por la mejor explicación empleadas para la aceptación de hipótesis- sino sólo que sea una explicación de la misma. La razón es que cuando aceptamos una hipótesis debemos justificar nuestra preferencia por esa hipótesis en particular en lugar de cualquiera de las otras hipótesis posibles que también permitieran explicar la evidencia. Pero en el caso de la definición de una función de confirmación esto es innecesario, pues generalmente la evidencia no confirma cualitativamente una única hipótesis. Así, Brody reformula las dos condiciones en cuestión en términos de la noción de explicación, del siguiente modo:

Condición de consecuencia conversas: Si un enunciado E es una evidencia confirmadora de una hipótesis H_1 y H_2 explica H_1 , entonces E es una evidencia confirmadora de H_2 .

Condición de consecuencia especial: Si un enunciado E es una evidencia confirmadora de una hipótesis H_1 y H_1 explica H_2 , entonces E es una evidencia confirmadora de H_2 .

² Harman, G., “The inference to the Best Explanation”, *Philosophical Review*, LXXIV, 10, 1965, pp55-95

De acuerdo con el autor, estas reformulaciones de las condiciones de consecuencia especial y consecuencia conversa permiten su adopción simultánea sin conducir a una trivialización del concepto de evidencia, de modo tal que puede exigirse que la noción de evidencia satisfaga, además, la condición de no universalidad. Por otra parte, su reformulación del requisito de consecuencia conversa da cuenta de aquellas inferencias en las que la evidencia confirmadora de cierta generalización empírica se considera confirmadora de una hipótesis teórica que implica la generalización. De este modo, Brody propone abandonar las definiciones de evidencia confirmadora puramente sintácticas y definir el concepto de evidencia en términos de una noción de explicación que no consiste meramente en una relación sintáctica entre explanans y explanandum.³

En efecto, es claro que Brody no puede adoptar sin más la concepción hempeliana de explicación, pues si así lo hiciera las condiciones de adecuación para la noción de evidencia confirmadora que ha redefinido podrían reformularse, aproximadamente, del siguiente modo:

Condición de consecuencia conversa: Si un enunciado E es una evidencia confirmadora de una hipótesis H_1 y H_2 implica H_1 , entonces E es una evidencia confirmadora de H_2 .

Condición de consecuencia especial: Si un enunciado E es una evidencia confirmadora de una hipótesis H_1 y H_1 implica H_2 , entonces E es una evidencia confirmadora de H_2 .

En suma, si Brody aceptara la concepción hempeliana de la explicación, las nuevas definiciones de las condiciones de consecuencia especial y consecuencia conversa serían idénticas a las originales y, en consecuencia, no podría eludir la trivialización de la relación de confirmación. Así, para justificar la necesidad de complementar el modelo nomológico deductivo con otras condiciones adicionales, Brody señala que este modelo no da cuenta de ciertas asimetrías que, intuitivamente, podemos captar en ciertos argumentos que satisfacen los requisitos de ese modelo pero no tienen igual capacidad explicativa. También insiste en la dificultad que presenta el modelo nomológico deductivo para descartar las auto-explicaciones que satisfacen sus condiciones de adecuación.

Además, Brody señala que su propuesta da cuenta de por qué la evidencia que confirma H o que confirma K no siempre constituye una evidencia de la conjunción de ambas, puesto que esta conjunción generalmente no explica ni H ni K . Similarmente, la evidencia que confirma la disyunción de H y K no siempre constituye una evidencia de H ni de K puesto que esta disyunción generalmente no explica ni H ni K . Sin embargo, como se muestra en la siguiente sección, el autor no logra proporcionar un conjunto de condiciones suficientes de adecuación para las explicaciones.

³ Brody, B.A., "Confirmation and Explanation", *The Journal of Philosophy*, vol. LXV, 10, 1968, pp.282-299

Además, Brody afirma explícitamente que la reformulación de la condición de consecuencia conversas que propone incluye también los casos de explicaciones no deductivas. Pero si en la definición de esta condición se interpreta la noción de explicación como una relación inductiva, la condición de consecuencia conversas resultará equivalente a un principio de transitividad para la inducción que es inaceptable.⁴ En efecto, la evidencia " $Ra \wedge Ba$ " confirma la hipótesis " $\Lambda x(Rx \rightarrow Bx)$ ", y si interpretamos que un enunciado explica otro cuando éste último es una evidencia confirmadora -en el sentido del criterio de Nicod- del primero, entonces podemos afirmar que el enunciado " $\neg Ra \wedge \neg Ba$ " explica la hipótesis " $\Lambda x(Rx \rightarrow Bx)$ ". De este modo, la adopción de la condición de consecuencia conversas reformulada nos permitiría sostener que la evidencia " $Ra \wedge Ba$ " confirma el enunciado " $\neg Ra \wedge \neg Ba$ ", resultado que parece inaceptable. De modo que la tentativa de Brody de superar las dificultades que plantea la relación de confirmación vinculando el concepto de evidencia inductiva con el de explicación resulta infructuosa.

⁴ Niiniluoto, I. & Tuomela, R., *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1973

9.2. El modelo causal y el modelo de la propiedad esencial elaborados por Brody.

Brody procura eludir las dificultades del modelo nomológico deductivo mediante la combinación de los requisitos de este modelo con otras dos condiciones inspiradas en la gnoseología aristotélica. Estas condiciones involucran las nociones de causa y de propiedad esencial, y dan origen a sendos modelos de explicación. El autor considera que las objeciones epistemológicas y metodológicas que habitualmente se plantean contra la introducción de estas nociones en la metodología de la ciencia se sustentan en una errónea comprensión de las mismas. En consecuencia, aunque se sustenta en la concepción aristotélica de causa eficiente y de causa formal, Brody juzga su propuesta invulnerable a esas críticas. De acuerdo con el modelo causal de Brody, una explicación es un argumento que satisface, además de los requisitos del modelo nomológico deductivo, la siguiente condición de adecuación:

Condición causal: las premisas del argumento explicativo deben contener una descripción del suceso que es la causa del suceso descrito en la conclusión. Similarmente, en el caso de la explicación de regularidades, cada suceso que sea un caso de la regularidad a explicar debe estar causado por un suceso que sea una instancia de una -y la misma- ley mencionada en el explanans.⁵

La introducción de consideraciones causales permite, según el autor, dar cuenta de la diferente capacidad explicativa que intuitivamente estamos dispuestos a atribuir a cada uno de los siguientes razonamientos:

(1)

Si la temperatura de un gas es constante, la presión varía en forma inversamente proporcional al volumen.

En el instante t_1 el volumen de gas contenido en un recipiente R era v_1 y la presión era p_1 .

La temperatura del gas contenido en R no varió durante el intervalo de tiempo t_1 - t_2 .

La presión del gas contenido en R en el instante t_2 es $2p_1$.

El volumen de gas contenido en R en el instante t_2 es $1/2v_1$

(2)

Si la temperatura de un gas es constante, la presión varía en forma inversamente proporcional al volumen.

En el instante t_1 el volumen de gas contenido en un recipiente R era v_1 y la presión era p_1 .

La temperatura del gas contenido en R no varió durante el intervalo de tiempo t_1 - t_2 .

El volumen de gas contenido en R en el instante t_2 es $1/2v_1$.

La presión del gas contenido en R en el instante t_2 es $2p_1$

⁵Brody, B, "Towards an Aristotelean Theory of Scientific Explanation", *Philosophy of Science*, 39,1972, p.23

(3)

Si la temperatura de un gas es constante, la presión varía en forma inversamente proporcional al volumen.

En el instante t_1 el volumen de gas contenido en un recipiente R era v_1 y la presión era p_1 .

La temperatura del gas contenido en R no varió durante el intervalo de tiempo t_1 - t_2 .

En t_2 se comprime el recipiente que contiene el gas hasta que el volumen de gas es $1/2v_1$

La presión del gas contenido en R en el instante t_2 es $2p_1$

Aunque estos tres razonamientos satisfacen los requisitos del modelo de cobertura legal, Brody señala que no podemos considerar el primero como una auténtica explicación. Además, de una evaluación intuitiva de los otros dos razonamientos resultaría que el tercero es una mejor explicación que el segundo, pero el modelo de Hempel no permite dar cuenta del resultado de esta evaluación. Sin embargo, sí pueden justificarse nuestras intuiciones si recurrimos a la noción de causa, tal como hace Aristóteles para diferenciar entre la capacidad explicativa del argumento que concluye la cercanía de los planetas a partir del hecho de que no titilan, y la del argumento que concluye que los planetas no titilan a partir de la premisa de que están próximos a la Tierra. Según Aristóteles, dado que la proximidad de los planetas es la causa de que no titilen, este segundo argumento es explicativo, pero el primero no lo es pues el hecho de que los planetas no titilen no es la causa de su cercanía. Similarmente, la disminución del volumen es la causa del aumento de la presión del gas dentro del recipiente, pero la recíproca no es cierta. Por este motivo, el razonamiento (3) puede considerarse explicativo mientras que no puede sostenerse lo mismo del (1).

Brody señala que esta asimetría no puede defenderse si se sostiene una concepción humeana de la causalidad, si se identifica la relación causal con la de conjunción constante. Tampoco es útil recurrir a los conceptos de predicado cualitativo puro, o de generalización de alcance potencialmente infinito, o de enunciado que sustenta contrafácticos para justificar esta asimetría. Pues, tanto el enunciado "Ningún objeto cercano a la Tierra titila" como el enunciado "Todo objeto que no titila está próximo a la Tierra" satisfarían estos criterios, de modo que no podría dejar de considerarse legaliforme a ninguno de los dos. Sin embargo, el autor sostiene que esto no constituye una objeción contra su modelo causal, sino un indicio más de que la concepción del empirismo lógico acerca de la naturaleza de las leyes y de la causalidad es insostenible.

No obstante, Brody reconoce que la condición causal que formuló —junto con las condiciones propias del modelo de Hempel— no constituye una condición necesaria de adecuación. Así, una explicación del fenómeno de que el sodio y el bromo se combinan siempre según la proporción uno a uno, que contenga en el explanans una referencia a la estructura atómica de estos elementos no satisfaría esta condición causal. Pues, de acuerdo con el autor, la causa de que tales elementos se combinen según esa proporción no es la estructura atómica de los mismos. Aunque la referencia a la estructura atómica es una parte esencial de cualquier explicación causal de la combinación en cuestión,

según Brody, la causa podría identificarse con el evento que aproximó ambos elementos bajo las condiciones apropiadas, o con el fenómeno consistente en que los átomos de estos elementos adquieren, en ciertas circunstancias, determinadas propiedades eléctricas y mecánico-cuánticas.

No obstante, creemos que este ejemplo parece confundir dos explicaciones diferentes, que requieren de la mención de dos causas distintas. En efecto, es posible diferenciar entre la explicación del fenómeno de que se el sodio y el bromo se combinan entre sí —en lugar de no combinarse—, del fenómeno de que se combinan precisamente en la proporción constante en la que lo hacen —en lugar de combinarse según otra proporción constante cualquiera—. En el caso de la primera explicación, la causa que podría mencionarse es cualquiera de las que sugiere Brody, como la de que los elementos fueron aproximados en ciertas condiciones apropiadas. Pero el fenómeno de que la combinación entre estos elementos se efectúe siempre según una determinada proporción constante sí tiene como causa la estructura atómica de los elementos, por menos, desde la perspectiva de la química actual. Sin embargo, como luego veremos, el autor desestimaría la crítica de que su ejemplo confunde dos explicaciones, y argumentaría que el fenómeno de la combinación del sodio y el bromo es el mismo que el de la combinación de estos elementos en la proporción constante uno a uno.

De todos modos, Brody considera que el ejemplo en cuestión es una buena explicación, aunque no satisface la condición causal que él sugiere. Para dar cuenta de este tipo de explicaciones, el autor se inspira en la sugerencia aristotélica de que un razonamiento proporciona conocimiento científico si las premisas aluden a propiedades esenciales de las entidades involucradas en el evento a explicar. De acuerdo con el modelo de Brody que recurre a propiedades esenciales, una explicación es un razonamiento que satisface, además de las condiciones de adecuación del modelo nomológico deductivo, el requisito que enunciamos a continuación:

Condición de la propiedad esencial: las premisas del razonamiento explicativo deben contener una afirmación que atribuya a una cierta clase de objetos una propiedad que de manera esencial tiene esa clase de objetos —aun cuando esa afirmación no diga que la tienen esencialmente— y al menos un objeto incluido en el suceso descrito en la conclusión es un miembro de esa clase de objetos. Similarmente, en el caso de la explicación de regularidades, cada evento que sea un caso de la regularidad a explicar debe involucrar una entidad que pertenece a una clase —y la misma— tal que algún enunciado del explanans atribuye a esa clase una cierta propiedad esencial que comparten todos sus miembros.⁶

El agregado de estas condiciones adicionales al modelo de cobertura legal permiten, según Brody, superar una de las dificultades que enfrenta ese modelo: el de las auto-explicaciones. Además, la solución que proporciona la

propuesta de Brody no tiene el carácter *ad-hoc* que presentan las soluciones sintácticas que se han formulado para resolver este problema. En efecto, argumentos que satisfacen el modelo de cobertura legal como los siguientes:

ΛxPx	$\Lambda x(Px \wedge Qa)$
<u>Qa</u>	<u>$Qa \vee \neg Qa$</u>
Qa	Qa

no mencionan la causa del suceso Qa ni una propiedad esencial a la clase de los objetos de la cual es miembro a . De modo que la concepción de Brody no puede aceptar como adecuadas estas auto-explicaciones.

Con todo, aunque el autor no parece advertirlo, el segundo argumento tampoco sería una explicación adecuada según el modelo nomológico-deductivo, en tanto que la segunda premisa no tiene contenido empírico.⁷ Similarmente, Hempel descalificaría el primer argumento, aduciendo que la ley explanante no figura esencialmente en el explanans, puesto que el explanandum se deduce de la segunda premisa sin necesidad emplear la primera. En suma, aunque aceptáramos la pretensión de Brody acerca de la posibilidad de evitar el problema de las auto-explicaciones si se adoptan las condiciones que él sugiere, es claro que los ejemplos propuestos por el autor no permiten apreciar que su modelo supere en este aspecto al de cobertura legal.

De todos modos, es importante destacar que el autor considera que la satisfacción de estas condiciones es una cuestión empírica. En efecto, Brody supone que los números atómicos de los elementos químicos son propiedades esenciales de éstos, y que nuestro conocimiento de este hecho es empírico. También considera empírico el conocimiento de que la disminución del volumen de una masa gaseosa a temperatura constante es causa de un incremento inversamente proporcional en la presión. En efecto, el autor rechaza la crítica de Duhem contra la idea de que las teorías explican los fenómenos observables. Duhem argumenta que si las teorías científicas pudieran hacerlo, entonces describirían la estructura o mecanismo físico subyacente a tales fenómenos y, en consecuencia, serían hipótesis metafísicas, empíricamente inverificables.

Brody, por el contrario, sostiene que —por caso— el número atómico de un elemento dado es una propiedad esencial del mismo, a diferencia de su peso atómico o su punto de fusión, y considera que esta afirmación puede ser defendida empíricamente. Pues para justificar —aunque parcialmente— esta afirmación hay que mostrar que no hay casos de ese elemento que no tengan ese mismo número atómico, a diferencia de lo que ocurre con las otras

⁶Brody, B., "Towards an Aristotelean Theory of Scientific Explanation", *Philosophy of Science*, 39, 1971, p. 26

⁷ En realidad, la segunda premisa del segundo razonamiento es innecesaria, pues la conclusión puede deducirse de la primera premisa por instanciación universal y eliminación de la conjunción. Pero si se omite la premisa en cuestión, el segundo razonamiento sería de todos modos vulnerable a la crítica que se formula contra el primero, pues la primera premisa del segundo razonamiento $\Lambda x(Px \wedge Qa)$ es equivalente a la conjunción de las dos premisas del primer razonamiento $\Lambda xPx \wedge Qa$.

propiedades mencionadas; y recíprocamente, que los objetos que comparten esa propiedad se comportan similarmente en importantes aspectos, mientras que los objetos que no poseen esta propiedad no lo hacen. En sustento de su posición, el autor enfatiza que también Aristóteles defendió la idea de que nuestro conocimiento de las propiedades esenciales a las entidades, así como el de las relaciones causales, se origina en la reflexión acerca de lo que observamos y no en algún tipo de especulación metafísica.

Sin embargo, es importante recordar que cuando Brody afirma que podemos conocer empíricamente que un evento de tipo E_1 causa un evento de tipo E_2 , no está afirmando solamente que hay una conjunción constante entre estas dos clases de eventos. De modo que no puede argumentar que sabemos de la existencia de esa relación causal fundándose sólo en que observamos una gran variedad de casos en los cuales un evento de tipo E_2 se produce cada vez que ocurre un evento de tipo E_1 . Similarmente, cuando el autor sostiene que P_1 es una propiedad esencial de los objetos de tipo O_1 , no está afirmando solamente que todos los objetos de tipo O_1 tienen en común la propiedad P_1 . En consecuencia, no puede argumentar que sabemos que P_1 es una propiedad esencial de los objetos de tipo O_1 , fundándose en que observamos una gran variedad de casos de objetos de tipo O_1 tienen en común la propiedad P_1 . Así, por un lado, Brody considera que sus modelos de inspiración aristotélica requieren de una noción más fuerte de causalidad y de propiedad esencial que las propias del empirismo lógico. Pero, por otro lado, el autor reclama el carácter empírico del conocimiento de las relaciones causales y de las propiedades esenciales sin elaborar una teoría de cómo puede ser empírico el conocimiento de las nociones en cuestión interpretadas del modo requerido por su modelo, por lo menos en su artículo de 1971.

No obstante, Brody considera que tenemos conocimiento de las causas de los fenómenos y de las propiedades esenciales de las entidades y, a fortiori, que podemos tenerlo, aunque reconoce que no podemos explicar cómo es posible que lo tengamos. La prueba de que tenemos conocimiento de las relaciones causales entre los fenómenos y de las propiedades esenciales de los objetos es —según el autor— que podemos diferenciar entre la simetría de las afirmaciones (1) y (2), por un lado y la asimetría de las afirmaciones (3) y (4), por el otro:

- (1) Si la temperatura de un gas es constante, entonces un incremento de la presión está invariablemente acompañado por una disminución inversamente proporcional del volumen.
- (2) Si la temperatura de un gas es constante, entonces una disminución del volumen está invariablemente acompañada por un incremento inversamente proporcional de la presión.
- (3) Si la temperatura de un gas es constante, entonces un incremento de la presión no causa una disminución inversamente proporcional del volumen.
- (4) Si la temperatura de un gas es constante, entonces una disminución del volumen causa un incremento inversamente proporcional de la presión.

De acuerdo con el autor, la circunstancia de que reconozcamos estas asimetrías prueba que conocemos que un suceso es causa de otro, y este conocimiento no es simplemente un conocimiento acerca de la concomitancia de tales sucesos. Del mismo modo, Brody considera obvio que tenemos conocimiento de qué propiedad es esencial a un objeto porque podemos apreciar la diferencia entre la simetría de las afirmaciones (1') y (2') y la asimetría de las afirmaciones (3') y (4'):

- (1') el sodio tiene la propiedad de combinarse con el bromo según una proporción uno a uno.
- (2') el sodio tiene la propiedad de tener número atómico 11.
- (3') la propiedad de combinarse con el bromo en una proporción uno a uno no es una propiedad esencial de sodio.
- (4') la propiedad de tener número atómico 11 es una propiedad esencial del sodio.

Dado que -según Brody- podemos tener conocimiento de las relaciones causales y las propiedades esenciales de los objetos -aunque no sabemos cómo-, podemos saber acerca de la verdad de afirmaciones como (3), (4), (3') y (4'), así que no habría razones para rechazar los modelos que propuso. De todos modos, el autor reconoce que las condiciones que formuló no son condiciones necesarias de adecuación para las explicaciones. Pues, en primer lugar, queda por considerar la existencia de explicaciones que involucren las nociones aristotélicas de causa material y final, y no sólo las nociones de causa eficiente y formal. Y, en segundo lugar, porque no ha mostrado que las explicaciones estadísticas satisfagan estas condiciones. Sin embargo, posteriormente parece considerar que los eventos que requieren una explicación estadística son eventos inexplicables dentro de los límites de su modelo. Esto se debe a que con respecto a estos eventos sólo tenemos dos alternativas: o bien considerar que no tienen causa, o bien sostener que explicarlos no consiste en mencionar una causa sino una estructura de relaciones de dependencia estadística.

En efecto, en "The Pragmatics of Explanation" van Fraassen acusa a Brody de no distinguir entre la explicación de por qué un átomo de uranio se desintegró y la explicación de por qué se desintegró precisamente en el momento en que lo hizo.⁸ Brody responde esta crítica señalando que no debe efectuarse esa distinción porque ambos eventos a explicar son el mismo, de acuerdo con su teoría de la identidad de eventos. Según esta concepción -que se sustenta en el principio de identidad de los indiscernibles, y en las doctrinas esencialistas de Aristóteles- las condiciones de identidad para eventos son exactamente las mismas que las condiciones de identidad para cualquier otro tipo de entidad.⁹ Brody sostiene que dos objetos a y b son idénticos sólo si, para cualquier momento t_i considerado, a y b tienen las mismas propiedades en ese momento t_i . Pero esto no significa que para que el objeto b en t_2 sea idéntico al objeto a en t_1 , b deba tener en ese momento t_2 todas las propiedades que el objeto a tenía en

⁸ van Fraassen, "The Pragmatics of Explanation", *American Philosophical Quarterly*, 14, 1977, p. 147

⁹ Brody, B.A., *Identity and Essence*, New Jersey, Princeton University Press, 1980, pp. 65-70.

t_1 .¹⁰ Sin embargo, si el objeto b en t_2 es idéntico al objeto a en un momento anterior t_1 entonces tiene que haber conservado algunas de las propiedades que el objeto a tenía en t_1 . Más precisamente, b tiene que haber conservado todas las propiedades esenciales del objeto a , puesto que a no puede perder esas propiedades sin dejar de existir.¹¹ Así, dado que el evento de la desintegración del átomo de uranio y el de su desintegración en un cierto momento son el mismo evento, lo que se requiere no es una causa que explique la desintegración—según Brody— sino la mención de una estructura estadística que describa las probabilidades del resultado que efectivamente tuvo lugar dentro del sistema en cuestión. De acuerdo con Brody, lo que se requiere para explicar por qué se desintegró el átomo de uranio es una explicación acorde con el modelo de relevancia estadística de Salmon. Pero si no consideramos que una explicación como ésta explica también por qué la desintegración tuvo lugar precisamente en el momento que lo hizo, entonces—según el autor—, tendremos que admitir que este evento no tiene causa. Cualquiera sea nuestra opinión acerca de cuál alternativa elegir, Brody sostiene que esto no desmerece su propuesta.

Con todo, la circunstancia de que las condiciones sugeridas por Brody no son condiciones necesarias de adecuación de las explicaciones no es el único aspecto problemático de su propuesta. En efecto, la convicción de que nuestro conocimiento de las relaciones causales y de las propiedades esenciales es empírico y la afirmación simultánea de que no podemos dar cuenta de cómo tenemos tal conocimiento, no parecen compatibles. Pues, cuando sostiene que este conocimiento es empírico no puede estar refiriéndose a su origen, sino a su justificación. De lo contrario, el autor estaría afirmando que podemos percibir relaciones causales que no consisten en la mera conjunción constante y propiedades esenciales que no son solamente propiedades comunes a todos los objetos de cierta clase. Pero no es evidente que podamos percibir ninguna de las dos cosas, y el autor tampoco proporciona una elucidación de las nociones de causalidad y propiedad esencial que nos permitan concederle que esta clase de conocimiento se origina en nuestras percepciones. Por otra parte, en tanto que reconoce que no podemos explicar cómo es que tenemos tal conocimiento, Brody concede que no podemos justificar nuestras creencias acerca de las relaciones causales y las propiedades esenciales. Pero una creencia que no podemos justificar no puede considerarse como auténtico conocimiento.

En un trabajo posterior, Brody argumenta que la estructura atómica de un elemento es una propiedad esencial suya, fundándose en que si la estructura cambiara, el elemento ya no sería el mismo. En cambio, el autor considera que podemos imaginar que el peso atómico de un elemento sea diferente del que de hecho tiene ese elemento, sin que por eso el elemento químico en cuestión dejara de ser ese elemento. Similarmente, Brody afirma que la causa de que los elementos químicos se combinen según la proporción constante en que lo hacen, no es la estructura atómica de los

¹⁰ Brody, B.A., *Identity and Essence*, New Jersey, Princeton University Press, 1980, p.22.

¹¹ Brody, B.A., *Identity and Essence*, New Jersey, Princeton University Press, 1980, p. 83.

mismos, ya que la estructura atómica estaba presente en los elementos antes de su combinación.¹² Esto significa que el autor presupone que si no se hubiera producido algún otro fenómeno —independientemente de la estructura atómica de los elementos— la combinación de los elementos según la proporción uno a uno, no habría tenido lugar. Es evidente, entonces, que Brody se apoya en consideraciones modales y contrafácticas para interpretar las nociones de propiedad esencial y de causa como determinantes de la existencia y de la identidad de las entidades.

En trabajo al que nos referimos, si bien el autor no proporciona una elucidación de la relación de causalidad, sí formula una caracterización de la noción de propiedad esencial. De acuerdo con Brody, “a tiene la propiedad P” significa “a tiene la propiedad P, a siempre tuvo la propiedad P, no hay un pasado posible en el cual a existe pero carece de P, y además no hay ningún momento temporal t_i en el cual a haya tenido P en t_i y con respecto al cual hay un futuro posible t_{i+1} en que a existe pero carece de P”.¹³ De este modo, cuando explicamos la ocurrencia de un evento mencionando que cierta entidad involucrada en ese evento tiene esencialmente determinada propiedad, el explanans incluye la mención de un hecho que no requiere explicación. Porque la posesión de esa propiedad esencial por parte del objeto en cuestión no necesita ser explicada, dado que el objeto sólo puede existir si tiene esa propiedad, pues no puede carecer de ella. Así, Brody argumenta en defensa de la contundencia de las explicaciones que apelan a propiedades esenciales. Razones similares podrían aducirse con respecto a las explicaciones causales, ya que si se adopta una concepción de la causalidad en la que el vínculo causal sea considerado necesario, la mención de la causa del fenómeno explanandum en el explanans disipa cualquier duda acerca de la relevancia explicativa de éste con respecto a aquél.

En este punto, es interesante señalar que este modelo causal parece superar al de las propiedades esenciales, al menos en lo que concierne al problema de establecer la pertinencia explicativa del explanans con respecto al explanandum. En efecto, Achinstein cuestiona el modelo de propiedades esenciales con el siguiente contraejemplo, en el que se muestra que la satisfacción las condiciones de este modelo no garantiza que el explanans sea explicativamente operativo con respecto al explanandum:

Juan ingirió una libra de arsénico.

El arsénico tiene número atómico 33.

Todo aquel que ingiere una libra de una sustancia cuyo número atómico es 33 muere en un plazo de 24 horas a partir del momento de la ingesta.

Juan murió dentro de un lapso de 24 horas a partir del momento en que ingirió una libra de arsénico.

¹² Brody, B.A., *Identity and Essence*, New Jersey, Princeton University Press, 1980, p. 135.

¹³ Brody, B.A., *Identity and Essence*, New Jersey, Princeton University Press 1980, pp. 115 y ss.

Este razonamiento satisface las condiciones del modelo de Brody, sin embargo puede suponerse que Juan murió dentro de las 24 horas posteriores a la ingesta de una libra de arsénico pero como consecuencia de un accidente automovilístico no relacionado con esa ingesta¹⁴. En consecuencia, la satisfacción de las condiciones del modelo de la propiedad esencial no sólo no es necesaria —como reconoce el propio Brody— sino que tampoco es suficiente para considerar que un cierto razonamiento es una auténtica explicación.

No obstante, el rasgo más problemático los modelos de Brody es, a mi juicio, la introducción de consideraciones modales en la definición de propiedad esencial —y en la de causa— junto con la afirmación de que el conocimiento de que una propiedad es esencial a una entidad —y que cierta relación es efectivamente causal— es de naturaleza empírica. Sin embargo, como ya señalamos, el autor no puede argumentar que sabemos que P es una propiedad esencial de los objetos de tipo O, fundándose en que observamos una gran variedad de casos de objetos de tipo O tienen en común la propiedad P. Por otra parte, desde la perspectiva aristotélica adoptada por Brody, si P es una propiedad esencial de la entidad O_i, entonces esta entidad existe sólo si posee esta propiedad y deja de existir cuando la pierde. Sin embargo, el autor sostiene que la confirmación o disconfirmación de los enunciados que atribuyen una propiedad esencial a una entidad, no resulta de las observaciones de las condiciones en las cuales esa entidad existe o deja de existir.

Brody sostiene que los enunciados acerca de propiedades esenciales son hipótesis empíricas que se confirman —o disafirman— de un modo indirecto, porque la confirmación —o disconfirmación— de estas hipótesis se funda en nuestra evaluación de su capacidad explicativa. De acuerdo con el autor, si la hipótesis de que P es una propiedad esencial de una entidad O_i interviene como enunciado explanante en numerosas explicaciones de tipo nomológico-deductivas que tienen como explananda la atribución de otras propiedades a O_i, pero no tenemos ninguna explicación de por qué O_i tiene la propiedad P, entonces es razonable creer que P es una propiedad esencial de O_i. Pues, en primer lugar, la atribución de la propiedad P a la entidad O_i no requiere explicación si P es una propiedad esencial de O_i. De modo que —según Brody— aceptar esta hipótesis nos libera del problema de encontrar una explicación al hecho de que O_i tenga la propiedad P. En segundo lugar, porque formular explicaciones que incluyan en su explanans la atribución de una propiedad esencial a una entidad nos permite obtener —de acuerdo con el autor— explicaciones más sólidas de por qué esa entidad tiene las otras propiedades que tiene.¹⁵ En suma, al evaluar la hipótesis de que P es una propiedad esencial de O_i, debemos tomar en cuenta la capacidad explicativa de la afirmación de que O_i tiene la propiedad P y la incapacidad de explicar por qué O_i tiene la propiedad P. En consecuencia, la

¹⁴ Achinstein, P., *La naturaleza de la explicación*, FCE, México, pp.207-209

¹⁵ Brody, B.A., *Identity and Essence*, New Jersey, Princeton University Press 1980, pp. 151-153.

circunstancia de que podamos encontrar una explicación causal para el hecho de que O_i tiene la propiedad P debilita seriamente nuestra confianza en hipótesis de que P es una propiedad esencial de O_i .

En este punto, es lícito preguntarse cómo podría Brody evitar la acusación de incurrir en una circularidad. En efecto, supongamos que proporcionamos una explicación del hecho de que el objeto A tenga una propiedad R mencionando en el explanans la hipótesis de que R^* es una propiedad esencial de A . Para que esta explicación sea adecuada, la hipótesis en cuestión debe estar bien confirmada. Ahora bien, esta hipótesis sólo puede considerarse bien confirmada si no tenemos una explicación causal del hecho de que R^* sea una propiedad de A , y si esta hipótesis permite explicar una gran cantidad de fenómenos, tales como el de que A tiene la propiedad R . Sin embargo, lo que estábamos tratando de establecer es, precisamente, si la hipótesis de que R^* sea una propiedad esencial de A explica correctamente por qué A tiene la propiedad R . En suma, considero que esta propuesta no permite determinar la adecuación de las explicaciones si no se presupone que la hipótesis referida a propiedades esenciales es verdadera. Ya que sin este supuesto tendremos que determinar si esta hipótesis está confirmada, y eso requiere que la hipótesis permita elaborar explicaciones adecuadas como las que estamos tratando de evaluar.

Supongamos que para el momento T_1 se ha detectado la existencia del litio pero no la del sodio, y que consideramos que la propiedad de tener número atómico 3 es una propiedad esencial de este elemento, pues esta hipótesis interviene en una gran cantidad de explicaciones acerca de las diferentes propiedades de litio. Esta hipótesis permite explicar, por ejemplo, por qué se lo considera un metal alcalino, por qué se combina con los elementos con los que lo hace y según cierta proporción constante en cada caso, por qué tiene bajo punto de fusión, por qué sus átomos establecen enlaces iónicos con los átomos de los elementos halógenos, por qué sólo se encuentran en la naturaleza combinados con otros elementos, por qué es un poderoso agente reductor, etc. Además, no disponemos de una explicación causal de por qué el litio tiene número atómico 3. Ahora bien, consideremos la posibilidad de que en un momento ulterior T_2 no se detecta la existencia de ningún elemento cuyo número atómico sea 3, pero sí se encuentra un elemento químico que comparte con litio todas las propiedades mencionadas, aunque su número atómico es 11. Sin embargo, consideramos razonable la hipótesis de que tener número atómico 11 es una propiedad esencial de este nuevo elemento porque esa hipótesis también puede ser empleada como explanans en una gran cantidad de explicaciones acerca de las propiedades del nuevo elemento -precisamente, en las explicaciones de las propiedades que este elemento comparte con el litio-. Además, no se dispone de una explicación causal de por qué ese elemento tiene número atómico 11. En estas circunstancias podríamos pensar que el elemento detectado en T_2 no es el mismo que el encontrado en T_1 , denominar "sodio" en lugar de litio al nuevo elemento, y seguir sosteniendo que tener número atómico 3 es una propiedad esencial del litio y tener número atómico 11 es una propiedad esencial del sodio. En este caso, las explicaciones de por qué el litio tiene cada una de las propiedades que comparte con sodio y las explicaciones de por qué el sodio tiene cada una de las propiedades que comparte con el litio, pueden seguir

considerándose correctas. Pero también podríamos rechazar estas explicaciones, argumentando que no es una propiedad esencial del litio tener número atómico 3, ni tampoco es una propiedad esencial del sodio tener número atómico 11. Dado que los elementos detectados en T_1 y T_2 comparten gran cantidad de propiedades, podríamos pensar que son idénticos, pues sólo cambió una propiedad accidental —el elemento encontrado en T_1 tiene número atómico 3 y el encontrado en T_2 tiene número atómico 11—. Así, la adecuación de las explicaciones en cuestión dependerá de nuestra decisión acerca de la identidad de los elementos químicos considerados, decisión que parece tener un fundamento puramente convencional.

Esta dificultad también se presenta en la determinación de la relevancia de la evidencia con respecto a una hipótesis. Supongamos que sometemos al calor varias muestras de una sustancia S y que en todos los casos encontramos que las muestras de esa sustancia se funden a una temperatura relativamente baja. En esta circunstancia podríamos sostener que este resultado es evidencia de la hipótesis de que la sustancia S se funde a una temperatura relativamente baja. Si consideramos que el número atómico de un elemento químico es una propiedad esencial suya entonces, aceptaremos que el hecho de que el litio tenga número atómico 3 permite explicar por qué tiene bajo punto de fusión. En este caso, podemos sostener que el resultado de someter al calor las diversas muestras de la sustancia S también es evidencia de que esa sustancia tiene número atómico 3 y, en consecuencia que la sustancia S es litio. Pero consideraciones similares permitiría concluir que el resultado de someter al calor varias muestras de la sustancia S también es evidencia de que esa sustancia tiene número atómico 11, y entonces, que la sustancia S es sodio. Sin embargo, no pueden aceptarse ambas conclusiones pues se supuso que el número atómico era una propiedad esencial de los elementos químicos, y sabemos que el litio y el sodio tienen diferente número atómico, de modo que no son el mismo elemento. En consecuencia, el resultado de someter al calor varias muestras de la sustancia S no puede ser evidencia tanto de que la sustancia es litio como de que es sodio. Pero también podríamos considerar que el hecho de que sodio y litio tengan diferente número atómico en dos momentos diferentes T_1 y T_2 sólo significa que ésta no es una propiedad esencial de los elementos químicos, y que ambos elementos son, en realidad, el mismo. Entonces, los resultados de someter al calor varias muestras de la sustancia S no serían evidencia ni de la hipótesis de que S tiene número atómico 3 ni de que tiene número atómico 11.

Si aplicamos este argumento para el caso de las otras propiedades que comparten el litio y el sodio, podemos concluir que ningún experimento efectuado con las muestras de la sustancia S permitirá decidir si S es litio o es sodio, por lo menos si se considera que el número atómico es una propiedad esencial de los elementos químicos. Pero si se sostiene que ésta no es una propiedad esencial, entonces ningún experimento efectuado con las muestras de la sustancia S constituirá una evidencia de que S sea litio ni de que sea sodio. Así, si no hubiera diferencias empíricamente detectables entre ambos elementos, y sólo se diferenciaron por una propiedad teórica, entonces si consideramos que ésta es esencial, la evidencia empírica no permitirá establecer ante cuál de los dos elementos

estamos; pero si no consideramos que sea una propiedad esencial, ningún reporte empírico constituirá evidencia ni de que estamos ante uno de ellos ni de que estamos ante el otro. De modo que la información empírica parece tener escaso valor en el caso de que una entidad tenga como propiedad esencial una propiedad teórica. Así, la pretensión de Brody de que su propuesta permite superar la objeción de Scheffler contra la concepción Hempeliana de la relación de confirmación, parece injustificada. Pues, por lo menos en el caso de las propiedades esenciales, tampoco la propuesta de Brody da cuenta de cómo las hipótesis teóricas son confirmadas por la evidencia empírica. En suma, las redefiniciones de las condiciones de consecuencia especial y consecuencia converso que sugiere el autor no parecen adecuadas, pues se sustentan en una concepción de la explicación que resulta insatisfactoria.

Capítulo 10: Confirmación enumerativa, abductiva y explicación.

Introducción:

En este capítulo se analiza, en primer lugar, la tentativa de Harman de justificar las inferencias inductivas apelando a la noción de explicación, y se examinan los argumentos que el autor elabora con el propósito de mostrar que toda inferencia no deductiva es reductible a una inferencia abductiva o inferencia según la mejor explicación.

A continuación, se considera la propuesta de Smokler que procura eludir las consecuencias paradójicas derivadas de la aceptación conjunta de algunas de las condiciones de adecuación para la noción de evidencia confirmadora. El autor establece una distinción entre dos conceptos diferentes de evidencia, cada uno de los cuales satisface un conjunto diferente de condiciones de adecuación. De acuerdo con el autor, el problema de la paradoja de transitividad surge como consecuencia de la errónea identificación de estas dos nociones de evidencia confirmadora. Pues, cada uno de los conjuntos de condiciones de adecuación correspondientes a estas nociones incluye una condición que, si se la considera conjuntamente con el otro conjunto de condiciones, da por resultado un conjunto incompatible de condiciones de adecuación. Examinamos aquí la afirmación de Smokler acerca de que esta errónea identificación entre dos conceptos diferentes de evidencia motivó la controversia en torno de la definición de una función de confirmación que sostuvieron Carnap y Popper.

Se analiza, luego, la vinculación que Tuomela y Niiniluoto establecen entre estos dos conceptos de evidencia que distingue Smokler y dos tipos de explicación que satisfacen el modelo elaborado por Tuomela: la explicación fenomenológica, que emplea hipótesis observacionales, y la explicación teórica o interpretativa, que involucra enunciados teóricos. Se considera, a continuación, el modelo de explicación propuesto por Tuomela, quien procura conciliar las tradiciones inferencial, causal y pragmática en el análisis de la explicación científica. Tuomela considera que tiene sentido la búsqueda de criterios lógicos de aceptabilidad para las explicaciones, pero sostiene que la noción de explicación —ya sea deductiva, causal o inductiva— es irreductiblemente pragmática.

Finalmente, se procura determinar en qué medida la correlación que Tuomela y Niiniluoto intentan establecer entre estas nociones de explicación y las de evidencia confirmadora contribuye a la obtención de un concepto adecuado de evidencia.

10.1. Inducción y explicación en la concepción de Harman.

En "Conflicting Conceptions of Confirmation",¹ Smokler afirma que Harman es el autor de la primera propuesta de elaborar una teoría de la confirmación inductiva empleando la noción de explicación. En efecto, Harman sostiene que la inducción enumerativa no debe considerarse como una forma de inferencia inductiva que esté garantizada por sí misma. En su opinión, cuando consideramos justificada alguna inferencia enumerativa, este razonamiento es sólo un caso particular de inferencia abductiva o inferencia según la mejor explicación. Más aun, el autor considera que los razonamientos inductivos por enumeración que juzgamos correctos deberían describirse como casos particulares de inferencia abductiva.² Recordemos que, en esta clase de razonamientos, se infiere la verdad de una hipótesis a partir de la premisa de que si esa hipótesis fuera verdadera, sería la mejor explicación de cierta evidencia.

En suma, Harman no sólo sostiene que aunque ciertos casos de inferencias científicas se consideren como enumerativas, de todos modos tendría que reconocerse otra clase de inferencias no deductivas —las abductivas—, sino que además cree que bastaría con describir como inferencias abductivas todas las inferencias no deductivas que consideramos correctas. De este modo, las inferencias enumerativas serían superfluas no sólo porque —según Harman— son descriptibles como abductivas sino, fundamentalmente, porque si tienen alguna garantía de corrección, es la que aporta su verdadera índole de inferencias abductivas.

Según el autor, estamos justificados para concluir que todos los casos de A son casos de B a partir de la premisa de que todos los casos observados de A son casos de B, sólo si —a la luz de la evidencia disponible— la hipótesis de que todos los casos de A son casos de B es una hipótesis más simple, más plausible, etc. que —por ejemplo— la hipótesis de que alguien presentó una muestra no homogénea o no representativa para hacernos creer que todos los casos de A son casos de B. Las inferencias que a partir de la premisa de que todos los casos observados de A son casos de B, concluyen que el siguiente caso de A que se observe será un caso de B, pueden ser tratadas —de acuerdo con Harman— del mismo modo. Pues en este caso debemos comparar la hipótesis de que el próximo A observado será diferente de los precedentes con la hipótesis de que será similar a ellos. Si esta última hipótesis es mejor que la primera a la luz de la evidencia disponible, entonces la inferencia está justificada.

Sin embargo, la posición de Harman es cuestionable, ya que puede argumentarse que la única justificación disponible para un razonamiento abductivo es de índole enumerativa. Pues, para justificar la premisa de que una cierta hipótesis explica la evidencia disponible mejor que sus rivales, tenemos que apoyarnos en una inferencia inductiva por enumeración. Esta inferencia tiene que garantizar que la hipótesis en cuestión es mejor que cualquiera las hipótesis

¹ Smokler, H., "Conflicting Conceptions of Confirmation", *Journal of Philosophy*, 65, 1968, pp.300

² Harman, G., "The Inference to the Best Explanation", *Philosophical Review*, 74, 1, 1965

rivales posibles, a partir de la premisa de que dicha hipótesis es mejor que las hipótesis rivales hasta ahora formuladas o conocidas.

Más aun, si se considera —como parece hacerlo Harman— que una hipótesis explica mejor la evidencia disponible que sus rivales porque es más plausible, más simple, etc. que ellas, nos enfrentamos con el problema de cómo determinar la plausibilidad o la simplicidad comparativa de las hipótesis. Pues, aunque estas nociones generan grandes dificultades filosóficas, el autor parece dar por supuesto que hay criterios unánimes para establecer la plausibilidad -o la simplicidad- de las hipótesis, y no brinda una elucidación de estas nociones. Pero, de todos modos, aunque se contara con un concepto adecuado de plausibilidad -o de simplicidad- nuevamente tendríamos que apoyarnos en una inferencia inductiva por enumeración para poder concluir que cierta hipótesis es más plausible -o más simple- que cualquiera de sus posibles rivales, a partir de la premisa de que es más plausible—o más simple- que las hipótesis rivales hasta ahora formuladas.

No obstante, Harman proporciona otro argumento adicional para apoyar su convicción de que las inferencias enumerativas no pueden considerarse como justificadas a menos que puedan reformularse como casos particulares de inferencias abductivas. Este nuevo argumento procura mostrar que si queremos comprender cómo obtenemos conocimiento a partir de inferencias no deductivas, entonces conviene describir las inferencias enumerativas como casos de inferencia según la mejor explicación. Aquí, el autor emplea la expresión “obtenemos conocimiento” en el sentido de que disponemos de una creencia verdadera y justificada, es decir, fundada en una inferencia que proporciona alguna garantía de corrección.

Harman sostiene que describir las inferencias no deductivas como inferencias enumerativas enmascara el hecho de que al efectuar tales inferencias nos apoyamos en ciertas proposiciones intermedias, mientras que si las describimos como inferencias abductivas ponemos de manifiesto que nos sustentamos en esas proposiciones. Por otra parte, para que pueda sostenerse que obtenemos conocimiento razonando no deductivamente, esas proposiciones intermedias no sólo deben ser verdaderas, sino que además tienen que estar justificadas. El autor se propone mostrar, entonces, que tenemos que dar cuenta de cómo y en qué casos obtenemos conocimiento razonando no deductivamente poniendo de manifiesto el papel que cumplen estas proposiciones intermedias.

Harman ejemplifica su posición analizando la función que cumplen estas proposiciones intermedias o lemas cuando obtenemos conocimiento fundándonos en la autoridad de un experto. Cuando el experto dice algo acerca de cierta cuestión generalmente estamos justificados para creer que lo que nos dice es cierto. Pero una condición que debe cumplirse para que esta creencia constituya conocimiento es que sea una creencia verdadera. Así, la inferencia que efectuamos a partir del testimonio de la autoridad incluye como lema la proposición de que la preferencia de esa autoridad es considerada verdadera por esa misma autoridad. Y por esa razón creemos y estamos justificados en creer que esa autoridad no cometió un error involuntario al emitir ese testimonio.

Harman sostiene que sólo podemos dar cuenta de cómo y en qué casos obtenemos conocimiento mediante esta clase de inferencias mostrando el papel que cumple este lema. El autor enfatiza que sólo cuando describimos esta inferencia como una inferencia según la mejor explicación podemos ver que tales lemas son una parte esencial de la inferencia. Pero si describimos esta inferencia como enumerativa, entonces la función de estas proposiciones intermedias queda oculta, porque tal descripción nos conduce a pensar que estos lemas son eliminables. Pues descripta como una inferencia enumerativa, obtendremos un razonamiento que tiene como premisa la correlación entre los testimonios proferidos por esa autoridad en el pasado y la verdad, y como conclusión la correlación entre el testimonio actual y la verdad. Sin embargo, el autor considera que ésta no es una forma adecuada de dar cuenta de la inferencia en que se fundamenta nuestro conocimiento, porque no explica la importancia que tiene el hecho de que el lema sea o no verdadero. En cambio, si describimos esta inferencia como abductiva, podemos dar cuenta del papel que cumple el lema en cuestión, ya que la proposición “el testimonio proferido por la autoridad es considerado verdadero por ella” es la hipótesis que mejor explica por qué la autoridad profirió ese testimonio, en comparación con –por ejemplo- la hipótesis rival “la autoridad cometió un error involuntario que alteró el sentido y el valor de verdad de su testimonio”.

No obstante, este nuevo argumento de Harman tampoco parece conclusivo. En efecto, aun cuando se describa este conocimiento obtenido de una autoridad como una inferencia abductiva que tiene como premisa el lema “el testimonio proferido por la autoridad es considerado verdadero por ella”, es evidente que la justificación de esta premisa sólo puede fundarse en una inferencia enumerativa. Tal inferencia procede a partir de la premisa de que en el pasado esa autoridad sólo ha sostenido aquellas proposiciones en cuya verdad cree, y concluye que en el caso presente –o en todos los casos futuros- procederá de la misma manera. En suma, un análisis más profundo de cómo y en qué casos obtenemos conocimiento mediante el testimonio de una autoridad si tiene alguna justificación, debe considerarse como justificada por una inferencia enumerativa y no por una abductiva, como sostiene Harman.

Por otra parte, si lo que Harman ha procurado en este trabajo es desarrollar simultáneamente una concepción de la confirmación y una de la explicación, como Smokler interpreta, es claro que no lo logró, puesto que no ha señalado cómo debemos entender el término “explicación” en la oración “esta hipótesis es la mejor explicación de la evidencia disponible”. Con todo, también Smokler –que reconoce en Harman a un precursor de su propuesta de desarrollar una propuesta afin a la suya- deja sin esclarecer el sentido en que emplea la noción de explicación. De todos modos, como veremos en la siguiente sección, Smokler no coincidiría con Harman en que las inferencias enumerativas justificadas son casos particulares de inferencias abductivas.

10.2. La distinción entre confirmación enumerativa y abductiva.

La tarea de elaborar un concepto preciso y adecuado de evidencia confirmadora requiere efectuar una reconstrucción racional de las nociones intuitivas o pre-sistemáticas de inferencia no deductiva que regulan nuestros argumentos en la práctica cotidiana. Una concepción formal de la noción de confirmación es una caracterización de esas ideas no sistemáticas expresada en el lenguaje formal. Pero el análisis de estas nociones intuitivas puede dar origen a más de un concepto formal, cada uno de los cuales se define implícitamente mediante un conjunto de axiomas que debe satisfacer la relación de confirmación. Estos axiomas expresan ciertas condiciones de adecuación que se consideran enunciados verdaderos acerca de la relación de confirmación y se descubren a través del análisis de nuestras nociones no sistemáticas. Algunas de las condiciones de adecuación que se han propuesto son las siguientes:

1. condición de implicación: si E implica H, entonces E confirma H.
2. condición de implicación conversas: si H implica E, entonces E confirma H.
3. condición de consistencia débil: si E confirma H, entonces $\{E, H\}$ es consistente
4. condición de consistencia fuerte: si E confirma $\{H_1, H_2, H_3, \dots, H_n\}$, entonces $\{E, H_1, H_2, H_3, \dots, H_n\}$ es consistente
5. condición de consecuencia especial o débil: si E confirma H_1 y H_1 implica H_2 , entonces E confirma H_2 .
6. condición de consecuencia fuerte: si E confirma $\{H_1, H_2, \dots, H_n\}$ y $\{H_1, H_2, \dots, H_n\}$ implica a H_{n+1} , entonces E confirma H_{n+1} .
7. condición de consecuencia conversas: si E confirma H_1 y H_2 implica H_1 , entonces E confirma H_2 .
8. condición de equivalencia restringida: si E confirma H_1 y H_1 es equivalente a H_2 , entonces E confirma H_2 .
9. condición de no universalidad: $\forall E \forall H \neg(E \text{ confirma } H)$

Es evidente que las condiciones que tiene que satisfacer una noción científicamente útil no pueden constituir un conjunto inconsistente. Sin embargo, como indicamos en el capítulo anterior, si se aceptan simultáneamente las condiciones de consecuencia especial (5), de consecuencia conversa (7) y de no universalidad (9), se obtendrá un conjunto de condiciones a partir del cual puede inferirse una contradicción. De modo que una noción de evidencia confirmadora que satisfaga tal conjunto de condiciones de adecuación es inaceptable. Además, como señalamos en la primera parte de este trabajo, también se obtendrá un conjunto inconsistente si se aceptan simultáneamente las condiciones de implicación conversa (2), de consecuencia especial (5), y de no universalidad (9). Lo mismo ocurrirá si se aceptan conjuntamente las condiciones de implicación (1), de consecuencia conversa (7), y de no universalidad (9). Es claro que no puede eliminarse el requisito de no universalidad, pues de lo contrario se trivializa la relación de confirmación. De modo que o bien la noción de evidencia confirmadora debe satisfacer variantes restringidas de estas condiciones —como sugieren Hempel y Goodman— o bien no debe satisfacer los requisitos (5) y (7), ni (1) y (7), ni (2) y (5) simultáneamente.

Smokler sostiene que es posible eludir las paradójicas consecuencias a que conducen las condiciones de adecuación propias de la noción cualitativa de evidencia confirmadora que mencionamos en la primera parte de este trabajo, si se distinguen dos conceptos de evidencia. De acuerdo con el autor, cada uno de estos conceptos satisface diferentes condiciones de adecuación que, si se las considera conjuntamente, conforman un conjunto incompatible de condiciones.³ Pero, como cada una de ellas debe ser considerada independientemente de la otra, es posible obtener dos nociones de evidencia distintas y legítimas en sí mismas, en el sentido de que ninguna de las dos sea inconsistente. En particular, Smokler distingue entre la noción de evidencia propia de la relación de confirmación y la correspondiente a la relación de corroboración popperiana. De acuerdo con el autor, la relación de confirmación es la que se establece entre las premisas y la conclusión de un razonamiento inductivo por enumeración, en tanto que la corroboración se verifica entre las premisas y la conclusión de una inferencia abductiva.

Smokler sostiene que la noción de evidencia confirmadora correspondiente a la inducción enumerativa satisface la condición de consecuencia especial y también una variante de esta condición ligeramente modificada de modo tal que incorpora una parte de la condición de consecuencia conversa. Esta variante exige que si la evidencia E confirma una hipótesis H_1 , H_2 es una instancia de H_1 y H_3 implica a H_2 , entonces E confirma a H_3 . Es importante señalar aquí que una instancia inductiva de una generalización —a diferencia de una instancia lógica— es un enunciado singular que implica una instanciación de un enunciado general o de cualquier otro enunciado lógicamente equivalente. Por otra parte, esta noción de evidencia no satisface la condición de consecuencia conversa en sí misma, ni la condición de implicación conversa. Satisface, en cambio, las condiciones de no universalidad, de equivalencia, y la de implicación.

³ Smokler, H., "Conflicting Conceptions of Confirmation", *Journal of Philosophy*, 65, 1968, pp.300

Sin embargo, este concepto de evidencia correspondiente a la relación de confirmación enumerativa es vulnerable a la paradoja de Goodman. De modo que a menos que se adicione un requisito que exija el empleo de predicados proyectables solamente, no podrá satisfacer la condición de compatibilidad. Pero adicionar un requisito como éste supone haber encontrado ya un criterio adecuado para distinguir entre predicados proyectables y no proyectables, o entre enunciados legaliformes y generalizaciones accidentales. Pero ni Goodman ni Smokler proporcionan un criterio tal. Por otra parte, si se adoptara la solución de Goodman a este problema se obtendría – como ya se discutió en la primera parte de esta tesis- una definición de evidencia de naturaleza pragmática y contextualmente relativizada. Con todo, la dificultad que suscita esta caracterización de la noción de evidencia confirmadora es que si bien la aceptación simultánea de la condición de consecuencia especial, la versión modificada de esta condición, la condición de implicación y la de no universalidad no constituyen necesariamente un conjunto incompatible de condiciones de adecuación, sí pueden dar origen a resultados indeseados. Supongamos por ejemplo que la evidencia E es descrita por el enunciado “ α es un cuervo negro”. Esta evidencia confirma la hipótesis H: “Todos los cuervos son negros”, pero la hipótesis G: “ β es un cuervo negro” \rightarrow o, el próximo cuervo observado será negro- resulta ser una instancia de H, pues es un enunciado singular que implica una instanciación de un enunciado general. En efecto, G: “ β es un cuervo negro” implica el enunciado “El individuo β es un cuervo” que, a su turno, es una instancia del enunciado general “Hay cuervos”. Ahora bien, una hipótesis como F: “ β es un cuervo negro y hay cuervos blancos” implica a la hipótesis G: “ β es un cuervo negro”. En consecuencia, según esta versión modificada de la condición de consecuencia especial, la evidencia E confirma la hipótesis F: “ β es un cuervo negro y hay cuervos blancos”. Pero este resultado no parece aceptable. Pero, si además de esta condición se acepta la condición de implicación entonces, como la evidencia E confirma la hipótesis F: “ β es un cuervo negro y hay cuervos blancos”, y esta hipótesis implica la hipótesis D: “hay cuervos blancos”, podemos afirmar que la evidencia E: “ α es un cuervo negro” confirma la hipótesis D: “hay cuervos blancos”. En suma, este concepto de evidencia permitiría que las instancias ya conocidas de una generalización sean casos confirmadores de la próxima instancia de esta generalización, y que la evidencia de una teoría confirme una generalización deducible de la teoría, pero que se aplica a entidades diferentes de las mencionadas en esa evidencia. Pero es una noción excesivamente amplia, pues incluso en los casos como el recién analizado, en los que consideramos irrelevante cierta evidencia con respecto a una hipótesis, este concepto permite afirmar que esa evidencia confirma la hipótesis en cuestión.

Por otra parte, Smokler caracteriza la noción de evidencia correspondiente a la relación de corroboración propia de la inferencia abductiva en los siguientes términos: una evidencia E confirma una hipótesis H si H, en conjunción con otra información adicional, explica E. El autor enfatiza que el concepto de explicación debe entenderse aquí como una noción pragmática y no en el sentido de que el explanans meramente implica al explanandum. Esta

noción de evidencia no satisface la condición de consecuencia especial ni la condición de implicación, pero sí cumple los requisitos de consecuencia converso, de implicación converso, de no universalidad y de equivalencia. Empleando esta noción de evidencia —y, plausiblemente, gracias al empleo del concepto no definido de explicación— es posible dar cuenta de cómo la evidencia empírica puede confirmar hipótesis teóricas. En efecto, la satisfacción de la condición de consecuencia converso permite explicar cómo la confirmación “se transmite” a través de una hipótesis que contiene términos teóricos, de modo tal que se presupone que estos términos se emplean con el mismo significado en dos áreas diferentes. Por ejemplo, cuando empleamos nuestros conocimientos acerca de la mecánica de los cuerpos en las proximidades de la Tierra como evidencia de la Teoría Newtoniana de la Gravedad, y como ésta última implica ciertas afirmaciones acerca de los movimientos de los satélites de Marte, entonces consideramos que la mecánica de los cuerpos en la Tierra es evidencia también de las generalizaciones referidas a las órbitas de las lunas marcianas. Con todo, en tanto que el autor no proporciona una elucidación de la noción de explicación involucrada en este concepto de evidencia, no es seguro que pueda evitarse la trivialización de la relación de corroboración correspondiente a la inferencia abductiva.

En cuanto la existencia de un equivalente métrico para la noción cualitativa de confirmación, señalamos ya que hay dos concepciones principales acerca de cuál es el criterio de aceptabilidad o de confirmación cuantitativa adecuado, a saber, el criterio de elevada probabilidad y el criterio de relevancia positiva:

1. criterio de elevada probabilidad: E confirma H si y sólo si el grado de confirmación de H con respecto a E es mayor o igual a un valor fijo K.
2. criterio de relevancia positiva: E confirma H si y sólo si el grado de confirmación de H con respecto a la conjunción de E y el *background* de conocimiento disponible es mayor o igual que el grado de confirmación de H con respecto a ese *background* de información previa.

Como indicamos en el capítulo anterior, el requisito de elevada probabilidad no satisface la condición de consecuencia converso, pero sí la condición de consecuencia especial. En cambio, el requisito de relevancia positiva no satisface ninguna de estas dos condiciones. Es importante señalar que generalmente se sostiene que el criterio de elevada probabilidad es el equivalente métrico de una noción cualitativa de sustento evidencial, mientras que el criterio de relevancia positiva es el equivalente métrico de la noción cualitativa de incremento del grado de sustento empírico. Aunque reconoce que la noción de confirmación cualitativa podría tener como equivalente métrico tanto el expresado por el criterio de elevada probabilidad (1) como el expresado por el criterio de relevancia positiva (2), Carnap adopta éste último. Sin embargo, Smokler considera que Carnap debería haber elegido el criterio de elevada probabilidad, pues la noción de confirmación cuantitativa que estudia Carnap está vinculada con el grado de sustento empírico y no con el incremento en el grado de sustento empírico.

En cuanto a las condiciones que el concepto cuantitativo de confirmación debería satisfacer, Smokler advierte que una función métrica que satisfaga la condición de consecuencia especial pero no cumpla la condición de consecuencia conversas, permitirá obtener una función probabilística. En cambio, cualquier función no probabilística —es decir, que no satisface los axiomas de Kolmogoroff— cumple alguna forma de la condición de consecuencia conversas. Por esta razón, Smokler considera que Popper está en lo correcto al sostener que el grado de corroboración no es una función probabilística, pues Smokler considera que Popper procura elaborar una teoría métrica o cuantitativa de la inferencia abductiva. Y la corroboración abductiva satisface la condición de consecuencia conversas, condición que ninguna función probabilística podría satisfacer. En cambio, el concepto de evidencia asociado a la inducción enumerativa corresponde —según Smokler— al concepto carnapiano de grado de confirmación, que sí es una función probabilística.

De este modo, la propuesta de Smokler para eludir el problema que suscita la transitividad de la relación de confirmación consiste en adoptar el criterio de elevada probabilidad como equivalente métrico de la noción de confirmación. Así, el autor acepta la condición de consecuencia especial y rechaza las condiciones de implicación conversas y de consecuencia conversas. En efecto, aplicado al criterio de elevada probabilidad, la condición de implicación conversas afirma que, si un enunciado E se deduce de otro enunciado H_1 , entonces la probabilidad condicional de H_1 con respecto a E es mayor que un cierto valor K no inferior a $1/2$, es decir $p(H_1/E) > K \geq 1/2$. Pero esta condición no siempre se cumple, sino sólo cuando $p(H_1)/p(E) > K \geq 1/2$, lo cual no es siempre verdadero. En cambio, la condición de consecuencia especial sí se satisface aunque, aplicada al criterio de elevada probabilidad, esta condición afirma que si el grado de confirmación de un enunciado H_1 dado otro enunciado E es mayor que un cierto valor fijo $K \geq 1/2$, y si un tercer enunciado H_2 se deduce de H_1 , entonces el grado de confirmación de H_2 dado E es mayor que un cierto valor fijo $K \geq 1/2$. La condición de consecuencia especial, entonces, sí se satisface pues $p(H_1/E) > K$ y $p(H_2/E) \geq p(H_1/E)$, es decir, $p(H_2/E) > K$. Sin embargo, aunque $p(H_1/E) > K$ esto no implica que E haya incrementado la probabilidad que a priori tenía H_1 , sino que también podría haberla disminuido. En efecto, como el requisito de alta probabilidad no satisface la condición de implicación conversas, cualquier relación entre los valores de las probabilidades $p(H_1/E)$ y $p(H_1)$ es consistente con $p(H_1/E) > K$. Esto significa que esta interpretación no refleja la idea de que una hipótesis bien confirmada tiene que transmitir su confirmación a sus consecuencias lógicas. De acuerdo con Hesse,⁴ esto se debe a que la idea de que la hipótesis H_1 "interviene" en la transmisión de confirmación de E a H_2 es errónea, porque al saber que $p(H_1/E) > K$, sabemos ya implícitamente que todas las consecuencias lógicas de H_1 tienen una probabilidad dada mayor que K a causa de E , y por lo tanto podríamos saber que $p(H_2/E) > K$ sin mencionar la hipótesis H_1 .

⁴ Hesse, M., "Theories and the Transitivity of Confirmation", *Philosophy of Science*, 37, 1, 1970, pp.50-63

La relevancia de la propuesta de Smokler reside en su vinculación con una concepción de la aceptabilidad de hipótesis que es, en principio, intuitivamente plausible. En efecto, de acuerdo con la propuesta de Smokler, podemos pensar que si tenemos un criterio de la aceptabilidad de H_1 sobre la base de la evidencia E entonces, como generalmente se considera que la aceptabilidad satisface la condición “Si H_1 es aceptable y H_1 implica H_2 , entonces H_2 es aceptable”, habremos mostrado cómo aceptar H_2 sobre la base de E . En consecuencia, si consideramos que la condición de aceptabilidad para una hipótesis es “el grado de confirmación de H_1 dado E es mayor que un cierto valor fijo K cercano a 1”, entonces como $p(H_1/E) \leq p(H_2/E)$ tenemos que $p(H_2/E) > K$, y por eso H_2 es aceptable. Aún si H_1 consistiera en la conjunción de H_1' y H_2 , donde H_2 es una hipótesis irrelevante y probabilísticamente independiente de E , todavía sería consistente el aceptar H_2 , porque entonces tendríamos $p(H_1' \wedge H_2/E) > K$, pero como H_2 y E son independientes, resulta $p(H_2) \cdot p(H_1'/E) > K$. De modo que se cumple la desigualdad $p(H_2) > K$, y H_2 sería aceptable aunque E fuera o no evidencia en su favor. Sin embargo, este criterio de aceptabilidad es frecuentemente cuestionado porque da lugar a la paradoja de la lotería⁵ que comentamos en el segundo capítulo.

Las consideraciones efectuadas acerca de la tentativa de Smokler de eludir las paradojas derivadas de las condiciones de adecuación de la noción de confirmación ponen de manifiesto que renunciar a la transitividad de la relación de confirmación nos dejaría ante el problema de explicar cómo las hipótesis que contienen términos teóricos pueden ser confirmadas por la evidencia empírica. Pero aceptar las condiciones de adecuación que dan lugar a la transitividad de la relación de confirmación, nos conduce a una noción trivial de confirmación. Tampoco la distinción entre dos conceptos de evidencia propuesta por Smokler permite contar con una caracterización adecuada de las nociones de confirmación y corroboración. Pues, en el caso de la evidencia confirmadora, señalamos que la definición de Smokler es excesivamente amplia; y en el caso de la evidencia corroboradora, queda sin esclarecer la noción de explicación que interviene en su definición. Además, dado que el autor se limita a rechazar la interpretación de la noción de explicación como una relación puramente sintáctica, y a afirmar la naturaleza pragmática de esta noción, tampoco en este caso es claro que se pueda eludir la trivialización del concepto de evidencia.

En todo caso, la tentativa de Smokler reviste un carácter meramente programático, que requiere de una ulterior elaboración. Por esta razón, examinaremos, a continuación, el tratamiento que esta propuesta recibe por parte de Tuomela y Niiniluoto. Estos autores retoman las ideas de Smokler y establecen una correlación entre la dicotomía confirmación–inducción enumerativa y corroboración–inferencia abductiva, por un lado, y la distinción entre dos clases diferentes de explicación, por el otro. No obstante, esta adopción de la concepción de Smokler no es acritica, ni implica que los autores acepten su solución a la paradoja de transitividad. Pues, como analizamos en la primera parte de este trabajo, Niiniluoto y Tuomela proponen un tratamiento completamente diferente para esta dificultad.

⁵ Kyburg, H, *Probability and the Logic of Rational Belief*, Middletown, Conn., 1961, pp 197

10.3. Explicaciones teóricas y fenomenológicas.

Tuomela interpreta la propuesta de Smokler como una advertencia de la conveniencia de desarrollar conjuntamente la teoría de la explicación y la de la evidencia inductiva.⁶ Sin embargo, Smokler sólo vincula la noción de evidencia correspondiente a la relación de corroboración con el concepto de explicación, pero no establece conexión alguna entre este concepto y la noción de evidencia propia de la relación de confirmación. De todos modos, Tuomela enfatiza la necesidad de complementar esta propuesta con una concepción adecuada de la explicación. Niiniluoto y Tuomela sostienen que la caracterización de noción de evidencia corroboradora propia de la inferencia abductiva requiere un concepto de explicación más fuerte que la mera deducibilidad del explanandum con respecto al explanans. De acuerdo con los autores, lo que hace que la evidencia inductiva sea pertinente con respecto a una hipótesis es la relación de "deducibilidad explicativa" que debe verificarse entre evidencia e hipótesis. Pero esta relación es, precisamente, la que mantienen el explanans y el explanandum de una explicación correcta de acuerdo con el modelo formulado por Tuomela. Por esta razón, Niiniluoto y Tuomela consideran necesario recurrir a esta concepción de explicación para complementar la caracterización de la noción de evidencia corroboradora sugerida por Smokler.

Tuomela procura eludir las dificultades propias del modelo de cobertura legal complementándolo con una concepción pragmática. El autor afirma que existen ciertos rasgos pragmáticos que no pueden abstraerse en una teoría de la explicación científica sin que se produzca una pérdida de importancia filosófica. Tuomela considera que las objeciones formuladas contra la concepción inferencial de la explicación no son concluyentes, y sostiene que aún tiene sentido buscar criterios lógicos de aceptabilidad para las explicaciones científicas. Pero, en su opinión, la noción de explicación tiene una gran cantidad de diferentes explicata objetivizados e idealizados. Estas diferentes nociones de explicación científica se han obtenido mediante un proceso de abstracción, idealización, esquematización y objetivización a partir de las explicaciones del sentido común, las cuales presentan características dependientes del contexto socio-histórico en que se formulan, de aspectos psicológicos del que explica y de que pide la explicación, etc. Por este motivo no puede ser adecuada ninguna concepción de la explicación que no tome en consideración estos factores pragmáticos.

De acuerdo con Tuomela, una explicación es un argumento en el cual el explanans debe contener una cierta cantidad de información relevante referida al explanandum. Esta información constituye el fundamento para creer en el explanandum, y puede ser medida mediante la fuerza lógica -especialmente, la cuantificacional- de los enunciados explanantes. Pero en este modelo también se enfatiza la importancia del incremento de la información proporcionada por la introducción de conceptos teóricos explicativos nuevos y posiblemente más básicos desde el punto de vista

⁶ Tuomela, R., *Theoretical Concepts*, Springer-Verlag, New York, 1973, pp 197-198.

ontológico. En efecto, la explicación de leyes puede ser considerada, por ejemplo, como la búsqueda de las causas ocultas de los fenómenos observables o de una descripción más profunda de la realidad.

La propuesta de Tuomela se enmarca en una concepción epistemológica que enfatiza la relevancia del papel de los conceptos teóricos en la explicación científica, desde la perspectiva de un realismo científico crítico. De acuerdo con esta posición, aunque la interpretación semántica y ontológica de los términos teóricos esté determinada por la teoría a la que estos pertenecen, estos términos refieren a objetos externos y representan aspectos fácticos de esos objetos. Recordemos que Niiniluoto y Tuomela consideran que pueden dar cuenta de cómo las generalizaciones reciben sustento no sólo empírico sino también teórico, empleando los desarrollos efectuado sobre la base de la lógica inductiva de Hintikka. Este sistema es aplicable a teorías simples que contienen predicados monádicos cualitativos, emplea una medida de la probabilidad que permite asignar una probabilidad no nula a enunciados genuinamente universales. Además, en este sistema el grado de probabilidad a posteriori no se identifica ni con el grado de confirmación ni con el de corroboración. Es importante señalar que la medida de probabilidad empleada se define dentro de un lenguaje que contiene tanto predicados observacionales como teóricos. Es por eso que los autores sostiene que dentro de su sistema pueden computarse las probabilidades a posteriori de hipótesis que contienen predicados teóricos, y que esas probabilidades pueden emplearse para calcular el grado de corroboración o de confirmación de tales hipótesis. No obstante, en la primera parte de este trabajo señalamos que este sistema requiere de ciertas presuposiciones sintéticas cuya adopción —según los autores— sólo puede justificarse pragmáticamente, es decir, tomando en consideración factores que dependen del contexto.

Según el modelo de explicación de Tuomela, un mismo explanandum podría tener diversos explanans que difieran en cuanto a su fuerza cuantificacional, y por lo tanto en contenido informativo. Pero cuánto más información aporte el explanans, *ceteris paribus*, mejor será la explicación. Obsérvese que, al mencionar la expresión “información relevante” hacemos referencia a dos sentidos en que la información puede ser relevante, uno de los cuales da lugar a un requisito que garantiza que el explanans no explique alguna consecuencia lógica del explanandum que sea intuitivamente irrelevante. Este requisito exige, por lo tanto, que entre los candidatos a explanans igualmente fuertes desde la perspectiva teórico-cuantificacional, se debe elegir el lógicamente más débil.

El otro sentido de “relevante” en que se emplea aquí la expresión “información relevante” será explicado mediante el concepto de no comparabilidad, que permite estipular una condición que garantiza que el explanans y el explanandum no tengan tanto contenido en común como para que la explicación sea circular. Dos enunciados P y Q son no comparables cuando no ocurre que $\vdash P \rightarrow Q$ ni ocurre que $\vdash Q \rightarrow P$. Es decir que dos enunciados son no comparables cuando cada uno de ellos incluye algún elemento de contenido no incluido en el otro. Pero para que este requisito de no comparabilidad pueda ser reconciliado con el que exige que el explanandum se deduzca del explanans, es evidente que éstos deben tener algunos elementos de contenido en común. Por eso, Tuomela reformula este

requisito, precisando la noción de componente mediante los conceptos de secuencia de componentes veritativo-funcionales de una teoría y de clase de conyuntos de enunciados últimos de un enunciado dado.

- Una secuencia de fórmulas bien formadas de un lenguaje científico es una secuencia de componentes veritativo funcionales de una teoría T si y sólo si T puede ser construida a partir de esta secuencia mediante las reglas de formación de ese lenguaje de modo tal que cada miembro de la secuencia es usado exactamente una vez en la aplicación de las reglas en cuestión.
- Una clase de conyuntos de enunciados últimos T_c de un enunciado o fórmula T es cualquier clase que tiene como miembros fórmulas bien formadas de la secuencia más larga de componentes veritativos funcionales de T tales que la conjunción de estos componentes sea lógicamente equivalente a T .

Estamos ahora en condiciones de enumerar las condiciones necesarias que una explicación debe satisfacer para calificar como una explicación potencialmente adecuada según el modelo de Tuomela. Si T es un enunciado, T_c una clase de conyuntos de enunciados últimos de T , y L el enunciado singular o general a explicar, diremos que T_c explica potencialmente L -es decir, que la relación $E(L, T_c)$ satisface las condiciones lógicas necesarias de adecuación para una explicación deductiva- si y sólo si:

1. El explanans y el explanandum $\{L, T_c\}$ son consistentes.
2. El explanans implica lógicamente al explanandum. $T_c \vdash L$
3. El explanans T_c incluye algunas leyes universales. Este requisito tiene que ser complementado en el caso de las explicaciones de leyes mediante teorías, con la exigencia de que alguna de las leyes universales del explanans debe contener miembros del vocabulario teórico μ en tanto que el explanandum L sólo contiene enunciados esencialmente generales del vocabulario observacional λ .
4. La explicación no debe ser más circular que lo necesario, aunque debe haber algún contenido común entre el explanans y el explanandum.
5. Requisito de no comparabilidad: Toda clase T_{c_i} de la clase más grande de componentes veritativos-funcionales de T , debe ser no comparable con el explanandum L .

Este requisito de no comparabilidad es necesario para evitar que tengamos que aceptar como una explicación adecuada un razonamiento deductivo del siguiente tipo:

$$\begin{array}{c} T \\ \hline T \rightarrow L \\ L \end{array}$$

donde T es una teoría y L es una ley o generalización. El problema con esta inferencia es que la segunda premisa del explanans no puede ser verificada o confirmada si no se conoce la verdad del enunciado L, de modo que esta pretendida explicación no podría ser considerada como una predicción potencial -lo cual generalmente se requiere para aceptar como adecuada una explicación deductiva-. Es evidente que, si aceptamos el requisito de no comparabilidad, esta inferencia no calificaría como una explicación adecuada, pues L implica lógicamente $\neg T \vee L$, que es equivalente a $T \rightarrow L$, contradiciendo así el requisito de no comparabilidad.

El requisito de no comparabilidad nos permite, además, eludir el problema de tener que aceptar autoexplicaciones como la siguiente:

$$\begin{array}{c} K \wedge B \\ \hline K \end{array}$$

Esta inferencia no podrá considerarse una explicación adecuada porque viola el requisito de no comparabilidad, ya que $K \wedge B$ implica K. De este modo, Tuomela evita la admisión de explicaciones circulares dentro de su modelo.

Sin embargo, este conjunto de condiciones necesarias da lugar a un modelo de explicación que parece demasiado amplio. Pues, si encontramos un explanans para un enunciado, por ejemplo, Ga, ese mismo explanans también podría servir como explanans de cualquier disyunción en la que aparezca Ga como disyunto y que no contradiga el requisito de no comparabilidad. Pero esto es una consecuencia intuitivamente indeseable, porque tales disyunciones podrían ser irrelevantes con respecto al explanans. Por ejemplo, si el explanandum es la disyunción Ga v Ha, y en el explanans tenemos la condición inicial Fa, entonces sería deseable tener en el explanans la ley $\Lambda x(Fx \rightarrow Gx \vee Hx)$, pero en este modelo también sería aceptable la ley $\Lambda x(Fx \rightarrow Gx)$.

Con el propósito de evitar la aparición de información irrelevante en el explanans, autores como Omer⁷ elaboran lo que se denomina "modelos de la ley minimal", de acuerdo con los cuales se debe elegir la explicación que tenga en el explanans la ley menos informativa, lógicamente más débil. En este ejemplo, como la segunda ley es más fuerte que la primera deberíamos elegir la primera. Sin embargo Tuomela no acepta la exigencia de elegir la ley menos informativa, pues este requisito impide disponer de una jerarquía de explanans cada vez más fuertes e informativos con

⁷ Omer, I, "On the D-N Model of Scientific Explanation", *Philosophy of Science*, 37, 1970, pp.417-133

respecto a un mismo explanandum. El autor considera deseable que su modelo acepte explicaciones de un mismo explanandum como las que consignamos a continuación:

$\Lambda x \Lambda y (F(x,y) \rightarrow G(x,y))$	$\Lambda y (F(a,y) \rightarrow G(a,y))$
$F(a,b)$ _____	$F(a,b)$ _____
$G(a,b)$	$G(a,b)$

Aunque la primera de estas explicaciones no sería adecuada si aceptamos el requisito de que debemos elegir la ley menos informativa, Tuomela considera que ambas son aceptables porque hay una interpretación de la noción de información según la cual el incremento de generalidad cuantificacional provee información relevante. De modo que no hay una única cantidad de información relevante que un explanans deba proveer a un explanandum. Así que podríamos tener diferentes explanans sucesivamente más informativos con respecto a un mismo explanandum. Lo que se busca, entonces, es tener explicaciones minimales en cada nivel de generalidad cuantificacional para excluir las explicaciones de explananda irrelevantes. Pero también se requiere considerar como relevante y aceptable la información provista por teorías y leyes sucesivamente más generales. Es por eso que Tuomela adiciona otro requisito a este modelo:

6. Condición lógica que garantiza que el explanans aporta una cantidad apropiada de información relevante: No es posible, sin contradecir alguno de los requisitos previos, encontrar enunciados S_1, \dots, S_r (con $r \geq 1$) donde al menos algunos sean esencialmente universales, de modo que para alguna T_{c_1}, \dots, T_{c_n} (con $n \geq 1$) se verifique que $T_{c_1} \dots T_{c_n} \vdash S_1 \dots S_r$ usando sólo lógica proposicional y además no ocurra que $S_1 \dots S_r \vdash T_{c_1} \dots T_{c_n}$ y además $T_{c_s} \vdash L$, donde T_{c_s} es el resultado de sustituir T_{c_1}, \dots, T_{c_n} por S_1, \dots, S_r en T_c .

En este modelo de explicación un explanandum puede tener diversos explanans que difieran en su fuerza cuantificacional. Pero en cada nivel cuantificacional sólo los candidatos a explanans más débiles califican. Así, el modelo de Tuomela genera una ramificación de explicaciones para cada explanandum, de modo tal que los diferentes explanans pertenecientes a diferentes ramas pueden ser incompatibles, en tanto que los explanans ubicados en una misma rama son compatibles y sucesivamente más fuertes.

Tuomela sostiene que los requisitos 1 - 6 definen las propiedades lógicas que deben satisfacer las explicaciones potencialmente adecuadas en este modelo. Pero hay aún dos requisitos lógicos que pueden añadirse a la explicación de leyes. El primero es el requisito de creatividad observacional del explanans sobre el explanandum, que exige que al menos algunas de las premisas de la explicación de una ley -en conjunción con ciertos supuestos

adicionales apropiados- deben ser capaces de explicar otras leyes además de la dada, pero no debe ser posible explicar esta premisa a partir de la ley dada ni siquiera en conjunción con aquellos supuestos adicionales. La versión formalizada del requisito de creatividad observacional del explanans con respecto al aexplanandum es la siguiente:

7. Si $C_n(T_c) = H(\mu) \cup O(\mu) \cup C(\lambda \cup \mu)$, entonces existe $L' \neq L$, donde $L \in O(\lambda)$ y $L' \in O'(\lambda)$ tal que no se verifica $L \supset L'$ y $E(L', T_c')$ para algún T_c' de T' para el cual $C_n(T_c') = H'(\mu) \cup O'(\mu) \cup C'(\lambda \cup \mu)$ y $H \subseteq H'$; y además no se verifica $\{L\} \cup (H' - H) \cup (O' - O) \cup (C' - C) \vdash H''$

donde $C_n(T_c)$ es la clausura deductiva de T_c , $C_n(T_c')$ es la clausura deductiva de T_c' , T_c es la clase de conyuntos de enunciados últimos de T , T_c' es la clase de conyuntos de enunciados últimos de T' ; $H(\mu)$ es la parte campbelliana de una teoría axiomatizada mediante el enunciado $T(\lambda \cup \mu)$, parte compuesta por aquellos enunciados de $T(\lambda \cup \mu)$ que están expresados únicamente en términos del vocabulario teórico μ ; $O(\lambda)$ es el contenido observacional de $T(\lambda \cup \mu)$ que contiene aquellos enunciados de $T(\lambda \cup \mu)$ que sólo contiene miembros del vocabulario observacional λ ; $C(\lambda \cup \mu)$ es conjunto de las reglas de correspondencia de $T(\lambda \cup \mu)$, conjunto que está compuesto por todos los otros enunciados de $T(\lambda \cup \mu)$ y que se expresa en términos del vocabulario $\lambda \cup \mu$; L y L' son, respectivamente, las leyes a explicar, y las correspondientes relaciones de explicación entre estos explananda y las teorías explanantes T y T' se denotan, respectivamente $E(L, T_c)$ y $E(L', T_c')$.⁸ Recordemos que una versión más fuerte de este requisito fue defendida por Woodward como medio para incrementar el poder explicativo del modelo de cobertura legal.

El segundo es el requisito de no creatividad teórica del explanans con respecto a su parte campbelliana -la que está compuesta por los enunciados de $T(\lambda \cup \mu)$ que sólo incluyen el vocabulario de lenguaje teórico μ -, que exige que cuando se aplica la teoría para explicar nuevas leyes no se introduzcan principios teóricos ad-hoc sino a lo sumo nuevas reglas de correspondencia. Sin embargo Tuomela considera que este requisito no puede aplicarse indiscriminadamente, ya que debe ser posible la evolución de la parte campbelliana de la teoría de un modo fructífero.

Señalamos ya que si un argumento satisface los requisitos lógicos expuestos, entonces es una explicación potencial adecuada. Pero, para calificar como una explicación materialmente correcta debe satisfacer otras condiciones necesarias referidas a la verdad y/o el sustento empírico -y posiblemente teórico- del explanandum y de su explanans, como por ejemplo:

⁸ Tuomela, R., *Theoretical Concepts*, Wien: Springer-Verlag, 1973, pp. 183-187.

1. Si $E(L, T_c)$ entonces L y T_c deberían ser aceptados como verdaderos⁹.
2. Si la clausura deductiva de $T_c(\lambda \cup \mu)$ es $H(\mu) \cup O(\lambda) \cup C(\lambda \cup \mu)$ y si $E(L, T_c)$, entonces la parte campbelliana de T , $H(\mu)$ está -mediante algún conjunto de reglas de correspondencia $C'(\lambda \cup \mu)$ - adecuadamente apoyada por la evidencia aportada por otros datos diferentes de los datos observacionales en los que se sustenta la aceptación del explanandum L .
3. La generalización empleada en el explanans debe ser una ley genuina, lo que implica que contendrá únicamente predicados que expresen clases naturales.

Es importante destacar que, de acuerdo con Tuomela, estos requisitos están determinados por las características pragmáticas de la situación en la cual se brinda la explicación y de la comunidad científica a que pertenezcan el emisor de la explicación y su audiencia.

Por otra parte, Tuomela considera que su concepción de las explicaciones deductivas proporciona al menos las condiciones necesarias que debe satisfacer una explicación causal potencialmente adecuada. Tuomela sostiene que los enunciados causales deben considerarse como implicando la verdad tanto de su antecedente como de su consecuente, de modo que un enunciado causal no es veritativo-funcional. De acuerdo con el autor, la relación de causalidad C entre dos eventos e y e' puede ser definida del siguiente modo: $C(e, e')$ es verdadera si y sólo si existen dos enunciados singulares D y D' que describen respectivamente los eventos e y e' , y existe una ley causal S que juntamente con D explica deductivamente D' -en el sentido de explicación deductiva de este modelo-, en tanto que D solo no explica deductivamente D' . Sin embargo, Tuomela reconoce que este modelo, y en general el enfoque lógico-lingüístico-subsuntivista presenta dificultades¹⁰ y que, para proporcionar una condición suficiente, debemos incluir ciertas consideraciones pragmáticas, alguna de las cuales están referidas al uso de la ley causal S .

Además, para evitar la trivialización de la relación de conjunción constante se deberían efectuar algunas restricciones referidas a los predicados permisibles dentro del explanans. Tuomela considera que una adecuada concepción de la relación causal, en lugar de requerir conjunción constante, tiene que requerir conjunción constante con fuerza explicativa. Pero, en su opinión, sólo la presencia de predicados que representen clases naturales garantiza el poder explicativo de una generalización así como su carácter de ley genuina. De acuerdo con Tuomela, la distinción entre los predicados que expresan tipos naturales y los que no lo expresan estará influenciada por consideraciones pragmáticas.

Similares dificultades plantea este modelo con respecto a las explicaciones inductivas de generalizaciones no probabilísticas mediante teorías no probabilísticas. Las explicaciones inductivas son concebidas como argumentos que

⁹ De acuerdo con un concepto de aceptación según el cual podría ocurrir que la mayor parte de las teorías científicas aceptadas actualmente sea falsas y aunque sepamos que lo son.

proveen información relevante al explanandum, pero que no están orientadas a derivar una conclusión a partir de ciertas premisas. La información se mide en términos de probabilidad, y se adopta el criterio de relevancia estadística positiva para la relación de inducibilidad I para las explicaciones inductivas, de modo que $el\ h\ y\ sólo\ sip(h/e) > p(h)$. En este aspecto, la propuesta de Tuomela se diferencia del modelo de Hempel para las explicaciones inductivas, que se fundó en el criterio de elevada probabilidad. También se diferencia de modelo de relevancia estadística de Salmon, en el cual se admite que la propiedad explicativa sea positivamente relevante tanto como negativamente relevante con respecto al explanandum. Es importante señalar que, en el modelo de Tuomela, se emplean medidas de poder sistemático o explicativo basadas sobre la cantidad de información transmitida. Pero el autor reconoce que el grado en que estas medidas probabilísticas capturan el poder explicativo de explicaciones inductivas intuitivamente válidas depende, en parte, de la naturaleza y la interpretación de la medida de probabilidad empleada en cada contexto teórico en particular.

En suma, la noción de explicación -ya sea deductiva, causal o inductiva- es, dentro de este modelo, de naturaleza irreductiblemente pragmática. A falta de una adecuada pragmática para la filosofía de la ciencia, Tuomela considera que algo similar a los paradigmas kuhnianos¹¹ -entendidos como constelaciones de compromisos grupales- podría proveer el marco de trabajo pragmático apropiado para desarrollar una teoría de la explicación científica.

Sin embargo, creemos que el modelo propuesto por Tuomela no permite superar las dificultades que planteaba el modelo de cobertura legal, pues su tentativa de eludir estas dificultades implica una relativización de la noción de explicación científica con respecto al paradigma en el marco del cual se propone una explicación. Ya que, en primer lugar, es cada paradigma el que establece los criterios para distinguir entre leyes genuinas y generalizaciones accidentales, dado que es el paradigma vigente el que proporciona los criterios que determinan cuáles predicados hacen referencia a clases naturales y cuáles no. Pero también la adecuación de las explicaciones causales depende del paradigma vigente. Por otra parte, cada paradigma, y dentro de él, cada programa de investigación que incluye una secuencia temporal de teorías, es lo que determina qué clases de enunciados se deben considerar como teorías aceptables, y del paradigma dependerán también los demás requisitos materiales de adecuación.

Asimismo, sólo dentro del contexto de determinado paradigma se puede diferenciar entre los argumentos que satisfaciendo las condiciones lógicas impuestas por Tuomela proporcionan explicaciones correctas y aquellos que no lo hacen. Pues al especificar los propósitos filosóficos de una explicación científica, cada paradigma establecerá las condiciones pragmáticas que determinan qué explicaciones son adecuadas y cuáles no lo son. Así, tal como se desprende del requisito de variancia lingüística, cada paradigma establecerá qué formas de enunciar un argumento que satisfaga las condiciones lógicas impuestas por Tuomela será una explicación correcta. En cuanto a las explicaciones

¹⁰ Por ejemplo, conduce a aceptar que cualquier evento genérico complejo está en conjunción constante con cualquier otro.

¹¹ Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, The University of Chicago Press, Chicago, 2º ed., 1969

inductivas, es el paradigma vigente el que determina cuáles son las medidas probabilísticas de poder explicativo que deben emplearse y cómo deben interpretarse. De modo tal que el grado en que tales medidas sean capaces de reflejar el poder explicativo de explicaciones inductivas intuitivamente válidas dependerá del paradigma en el que se las formula.

Es evidente, entonces, que la elucidación de los rasgos lógicos y metodológicos de las explicaciones científicas propuesta por Tuomela ha quedado condicionada a la tarea de establecer las condiciones pragmáticas que validan la explicación, condiciones que son relativas al paradigma aceptado por una determinada comunidad científica en un momento histórico determinado. Es por eso que la propuesta de Tuomela no parece satisfactoria, ya que su estrategia de superar las deficiencias del modelo de cobertura legal relativizando el concepto de explicación adecuada a un determinado paradigma, permite que para cualquier argumento que satisfaga los requisitos lógicos de su modelo se pueda postular un paradigma en el marco del cual esa explicación sea adecuada. En otras palabras, creemos que la propuesta de Tuomela no cumple su objetivo, porque al relativizar los méritos de las explicaciones con respecto al paradigma en el cual se la elabora, se ve impedido de proporcionar un criterio efectivo de adecuación de las explicaciones.

En este punto, y para comprender la relación que Niiniluoto y Tuomela establecen entre esta concepción de la explicación y la propuesta de Smokler, conviene señalar que el modelo deductivo de Tuomela admite dos tipos de explicación, uno de los cuales es el de las explicaciones fenomenológicas de leyes empíricas, en las cuales el explanans contiene sólo conceptos del mismo tipo que la ley empírica a explicar. El otro tipo es el de las explicaciones teóricas de hipótesis o leyes observacionales, que incluye en el explanans teorías que contienen términos teóricos "aceptables". El autor sostiene que las teorías explicativas introducen nuevos conceptos que pueden ser considerados más profundos —desde el punto de vista epistemológico y ontológico— que los incluidos en las leyes observacionales, en el sentido de que dan lugar a un nivel de investigación más profundo en el conocimiento de la realidad.

Tuomela afirma que la noción de explicación teórica o interpretativa propia de su modelo explicación nomológico-deductivo está estrechamente vinculada con el concepto de corroboración asociado a la inferencia abductiva. En cambio, la explicación fenomenológica está relacionada con el concepto de confirmación que corresponde a la inducción enumerativa, y que tiene por equivalente métrico el criterio de elevada probabilidad. Si bien el autor no aclara en qué sentido las explicaciones teóricas corresponden a la noción de confirmación abductiva y las explicaciones fenomenológicas a la de confirmación enumerativa, creemos que esta afirmación supone que la correspondencia en cuestión se funda en la satisfacción del mismo conjunto de condiciones de adecuación. Sin embargo, aunque esta interpretación es plausible a la luz de las afirmaciones de Niiniluoto y Tuomela, no parece hacer justicia a la intención de Smokler.

En efecto, en *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*, Niiniluoto y Tuomela sostienen que aunque la propuesta de Smokler es interesante, es un tanto imprecisa porque carece de una definición de la relación de corroboración que pudiera satisfacer todos los requisitos propios de la inferencia abductiva. Pues, si bien el criterio de elevada probabilidad sí satisface las condiciones exigidas a la inferencia enumerativa, el criterio de relevancia positiva cumple con la condición de implicación conversa pero raramente satisface la condición de consecuencia conversa, así que no puede considerarse como una definición de la inferencia abductiva, que sí satisface esta última condición. Niiniluoto y Tuomela sostienen, por tanto, que la inferencia abductiva debería caracterizarse como cumpliendo no la condición de consecuencia conversa sino la reformulación que Brody propone de esta condición, pero de modo tal que "explica" se entienda en el sentido del modelo de explicación elaborado por Tuomela.

Sin embargo, considero que los autores interpretan erróneamente la propuesta de Smokler. Pues lo que éste filósofo sugiere es considerar el criterio de elevada probabilidad—en lugar del de relevancia positiva— como equivalente cuantitativo de la noción de confirmación correspondiente a las inferencias inductivas por enumeración. Pero Smokler no propone adoptar el criterio de relevancia positiva como equivalente cuantitativo de la noción de corroboración propia de las inferencias abductivas. Por el contrario, define la relación de confirmación abductiva como una relación de que satisface la condición de consecuencia conversa reformulada según la propuesta por Brody. Con todo, lo que es indiscutible, es la necesidad de complementar la propuesta de Smokler con una elucidación apropiada del concepto de explicación.

Niiniluoto y Tuomela proponen definir la inferencia abductiva como satisfaciendo no la condición de implicación conversa en sí misma, sino la siguiente versión reformulada: si una hipótesis *H* explica cierta evidencia *E*, entonces *E* confirma *H*. Además, la confirmación abductiva satisface las condiciones de consecuencia especial y de implicación pero convenientemente reformuladas en términos de la noción de explicación, en el sentido que este término adquiere en el modelo elaborado por Tuomela. Los autores fundamentan su propuesta en el hecho de que, para ciertas medidas de probabilidad razonables, el criterio de relevancia positiva satisface las reformulaciones de las condiciones de consecuencia conversa, de implicación conversa, de implicación y de consecuencia especial que ellos sugieren, aunque en sus versiones originales no pueden aceptarse algunas de estas condiciones simultáneamente sin trivializar la relación de confirmación.

En suma, en tanto satisfacen diferentes condiciones de adecuación, las nociones de confirmación abductiva que proporcionan Smokler, por un lado, y Niiniluoto y Tuomela, por el otro, no son equivalentes. Pero si, siguiendo la sugerencia de estos dos autores, se entiende el término "explicación" en el sentido del modelo de explicación de Tuomela, entonces la confirmación abductiva tampoco satisfará la condición de equivalencia. Esto se debe a la circunstancia de que las explicaciones teóricas o interpretativas del modelo de Tuomela no son invariantes con respecto a la sustitución de explanans lógicamente equivalentes.

Por otra parte, no es claro cuál sería la ventaja de proporcionar una teoría de la evidencia confirmadora enumerativa o abductiva en términos de una concepción de la explicación como la formulada por Tuomela. Pues, en la medida en que los principales rasgos de este modelo dependen de consideraciones pragmáticas, dando lugar a una concepción de la explicación contextualmente relativizada, también la noción de evidencia confirmadora quedará relativizada del mismo modo. Más aún, si la definición de corroboración de Smokler se completa con la caracterización de la noción de explicación de Tuomela, el concepto de corroboración resultante no sólo será excesivamente amplio, sino incluso trivial.

Capítulo 11: La concepción ilocucionaria de la relación entre evidencia y explicación.

Introducción:

En este capítulo se discuten las críticas que Achinstein dirige tanto contra el concepto cuantitativo de evidencia fundado en el criterio de relevancia estadística, como contra la definición cuantitativa de evidencia confirmadora en términos del criterio de elevada probabilidad. Se evalúan, también, los argumentos de Achinstein en contra de la posibilidad de elaborar una nueva definición de evidencia consistente en la conjunción de los dos criterios anteriores.

A continuación, se examinan las críticas de Achinstein contra la definición bayesiana de evidencia, y se evalúa una interpretación alternativa del teorema de Bayes que elude el denominado "problema de la evidencia previa". Se considera, también, el tratamiento de esta dificultad que efectúa Salmon y se discuten los argumentos de Mayo, que procuran mostrar que la propuesta de Salmon es inaceptable para el empirismo lógico.

Luego de estudiar las objeciones de Achinstein contra las definiciones tradicionales del concepto de evidencia en términos de probabilidad, se cuestionan sus críticas contra las caracterizaciones de esta noción en términos de la noción de explicación. Finalmente, se evalúa su pretensión de haber proporcionado una definición adecuada de evidencia mediante una combinación de los dos tipos de definiciones recién mencionados.

11.1. Las objeciones de Achinstein contra las definiciones tradicionales del concepto cuantitativo de evidencia.

En *The Nature of Explanation* Achinstein rechaza las concepciones habituales de la noción cuantitativa de evidencia confirmadora formuladas en términos de probabilidades. El autor sostiene que es incorrecta la definición propuesta por Carnap en *Logical Foundations of Probability* según la cual E es una evidencia potencial de la hipótesis H si y sólo si la probabilidad de H con respecto a E es mayor que la probabilidad a priori de H.¹ También considera incorrecta una variante de esta definición que toma en cuenta la información previamente disponible B, de modo tal que se afirma que E es evidencia potencial de H si y sólo si la probabilidad de H con respecto a la conjunción de E y B es mayor que la probabilidad de H con respecto a B. Achinstein objeta estas definiciones porque, en primer lugar, no exigen que el enunciado que expresa la evidencia E sea verdadero. En segundo lugar, el autor sostiene que hay contraejemplos que muestran que un incremento de la probabilidad inicial de H no es condición necesaria ni suficiente para que E sea evidencia de H.

Achinstein ilustra esta situación apelando, entre otros, al siguiente ejemplo: supongamos que según la información antecedente B, el lunes fueron vendidos 1000 billetes de lotería, de los cuales Juan compró 100 y Pedro 1. Sea la evidencia E la información de que el martes se destruyeron todos los billetes de lotería excepto los de Juan y los de Pedro, aunque, de todos modos, aún se sacará al azar uno de los 101 billetes que no fueron destruidos. Si tomamos en consideración la hipótesis H de que Pedro ganará, podremos sostener que la probabilidad de esta hipótesis en relación con la conjunción de la evidencia E y la información previa B, $p(H/E \wedge B)$, es casi 10 veces mayor que la probabilidad de la hipótesis con respecto a dicha información, $p(H/B)$. Pues $p(H/B) = 1/1000$ y $p(H/E \wedge B) = 1/101$. Sin embargo, aunque se satisface la desigualdad $p(H/E \wedge B) > p(H/B)$, E no sería evidencia confirmadora de H, es decir, de que Pedro ganará. Sino que, si es evidencia de algo, es evidencia de que ganará Juan. Pues, de acuerdo con Achinstein, E no es una buena razón para creer que ganará Pedro, de modo que quien crea en H por la razón de que E, está creyendo irracionalmente en algo. De aquí este autor concluye que la definición carnapiana no proporciona una condición suficiente para que un enunciado E sea evidencia de una hipótesis H.²

Sin embargo, consideramos que las objeciones de Achinstein pueden eludirse si se toma en cuenta un componente fundamental de la teoría carnapiana de la inferencia inductiva, que reside en la necesidad de efectuar evaluaciones comparativas del sustento empírico. En efecto, el ejemplo de Achinstein supone que un enunciado puede ser evidencia en favor de una hipótesis sin importar cuál sea el grado de confirmación que ese enunciado le aporte a las hipótesis rivales a aquella. Así, tanto este ejemplo como los que luego examinaremos asumen, equivocadamente, que en la concepción de Carnap el grado de confirmación de una hipótesis no necesita ser comparado con el de las

¹ Estas definiciones también son defendidas, en otros autores, por Mary Hesse (en *The Structure of Scientific Inference*, Berkeley, 1974), p.134, y Richard Swinburne (en *An Introduction to Confirmation Theory*, Londres, 1973, p.3)

hipótesis alternativas. Por eso, es posible eludir algunas de las críticas que se han dirigido contra esta noción de evidencia confirmadora si se toman en cuenta las opiniones de Carnap respecto de la necesidad de evaluar no sólo el grado de confirmación que cierto cuerpo de evidencia aporta a una hipótesis, sino también, en qué medida esa misma evidencia sustentaría las hipótesis alternativas a la considerada.

En efecto, si volvemos al ejemplo recién expuesto, es claro que la evidencia E, constituida por la información de que todos los billetes fueron destruidos menos los de Juan y los de Pedro, aumenta en casi diez veces la probabilidad de la hipótesis de que Pedro ganará. Pero también esta misma evidencia aumenta la probabilidad de la hipótesis rival de que Juan ganará en la misma medida. Como la probabilidad de esta última hipótesis era ya superior a la de que Pedro ganará, la probabilidad de que Juan ganará seguirá siendo mayor que la probabilidad de esta última hipótesis, en virtud de que la consideración de la evidencia E mantiene tal superioridad. Por este motivo, E es una evidencia que sustenta la hipótesis de que Juan ganará en mayor medida que la hipótesis de que Pedro ganará.

Con un par de ejemplos similares al anterior, Achinstein cuestiona que la definición de Carnap sea una condición necesaria para que un enunciado E sea evidencia de una hipótesis H. Pero ambos ejemplos presentan, creemos, el mismo defecto que aquél, es decir, no toman en cuenta la necesidad de evaluar no sólo el sustento que la evidencia proporciona a una hipótesis sino también en qué medida esa misma evidencia confirmaría las hipótesis rivales. Analicemos el ejemplo que parece, en principio, más adverso a la postura de Carnap.

Sea B la información antecedente de que de una lotería de 1001 billetes, se han vendido para el martes 1000 billetes, de los cuales Ana compró 999. Supongamos que E es la evidencia constituida por la información de que el miércoles se vendió el último de los 1001 billetes, y H la hipótesis de que Ana ganará. En estas circunstancias, Achinstein sostiene que E es evidencia de H, pues satisface el principio de creencia razonable, según el cual un enunciado es evidencia de otro a la luz de cierto antecedente informativo, entonces el primer enunciado es buena razón para creer en el segundo. Sin embargo, aunque E sea evidencia de H, no se cumple -según Achinstein- el requisito de que $p(H/E \wedge B) > p(H/B)$. Pues $p(H/E \wedge B) = 999/1001$, y Achinstein considera que se verifica la desigualdad $p(H/B) > 999/1001$ ya que, en su opinión, si no es nula la probabilidad de que Ana compre el billete restante el miércoles y denominamos K a esa probabilidad, entonces $p(H/B) = 999/1001 + K \cdot 1/1001$. En consecuencia, si aceptamos los cálculos de Achinstein, deberemos sostener que E es evidencia de H aunque reduce su probabilidad. En consecuencia, la satisfacción del criterio de relevancia positiva no es una condición necesaria para que un enunciado sea evidencia de cierta hipótesis.³

Pero el modo en que Achinstein calcula $p(H/B)$ es, creemos, erróneo. Pues si la probabilidad de que Ana compre el billete restante el miércoles se tiene en cuenta como parte del antecedente informativo B al calcular la

² Achinstein, P., *La naturaleza de la explicación*, FCE, México, 1989, p. 383.

³ Achinstein, P., *La naturaleza de la explicación*, FCE, México; 1989, p. 384.

probabilidad de que ella gane, también debería tenerse en cuenta cuando se calcula la probabilidad de esta hipótesis con respecto al antecedente informativo B y la evidencia E. De lo contrario, el conjunto de la información antecedente contenido en B en este último caso no es el mismo que el contenido en B en el primero. Pero además, si B debe incluir -como cree Achinstein- la información de que no es nula la probabilidad de que Ana compre el billete restante el miércoles, puede argumentarse que también debería incluir la información de que no es nula la probabilidad de que ese último billete sea destruido el miércoles, o la información de que no es nula la probabilidad de que los dos billetes no comprados por Ana sean destruidos el miércoles, etc.

Pese a estas consideraciones, debemos conceder que este ejemplo muestra que E es evidencia de H aunque no incrementa su probabilidad, pues al negarnos a incluir en B la información de que no es nula la probabilidad de que Ana compre el billete restante el miércoles, sólo logramos mostrar que $p(H/B) = 999/1001$, y, en consecuencia, que no se cumple el requisito de relevancia positiva $p(H/E \wedge B) > p(H/B)$. Esto da lugar a la hipótesis de que quizá sea demasiado fuerte el requisito en cuestión, y que podríamos establecer uno más débil, por ejemplo uno que afirme que es condición necesaria, para que E sea evidencia de H, que se verifique $p(H/E \wedge B) \geq p(H/B)$. A continuación, examinaremos la opinión de Achinstein respecto de otro requisito aún más débil que el recién expuesto.

Achinstein discute también la corrección de la segunda propuesta de Carnap, aceptada también por Salmon en "Confirmation and Relevance", de acuerdo con la cual E es evidencia potencial de H si y sólo si la probabilidad de H con respecto a E supera algún valor determinado K, por ejemplo, $1/2$.⁴ Esta definición no puede cuestionarse a la luz de los tres ejemplos ya indicados pues, en el primer caso, aunque aumente la probabilidad condicional de que Pedro gane con respecto a E y B, tal probabilidad no es alta -es $1/101$ -. En consecuencia, según esta definición E no es evidencia de que ganará Pedro sino de que ganará Juan, pues la probabilidad de esta hipótesis a la luz de E y B si es elevada -es $100/101$ -. En cuanto al segundo ejemplo, la información E es evidencia de que Ana ganará pues la probabilidad condicional de esta hipótesis con respecto a E es muy alta -es $999/1001$ - aunque sea menor que la probabilidad a priori de la hipótesis.

No obstante, si bien los ejemplos anteriores no servirían para probar la inadecuación de esta nueva caracterización de la noción de evidencia, ésta presentaría mayores dificultades aun que aquella, pues permitiría que fuera considerada como evidencia de una hipótesis información que es irrelevante con respecto a la hipótesis en cuestión. Así, por ejemplo, podríamos sostener que el enunciado E, que afirma que el Sr. Pérez come cereal en el desayuno, es una evidencia de la hipótesis H, que afirma que este hombre no quedará embarazado. Pues, en este caso, $p(H/E)$ es muy alta, ya que $p(H)$ es muy alta y no se ve disminuida por E. Sin embargo, no parecería razonable

⁴ Salmon, W.C., "Confirmation and Relevance", en *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 6, 1975, G. Maxwell y R. Anderson comps., y Hesse, M., *The Structure of Scientific Inference*, pp. 133-134.

sostener que E es evidencia de H, dado que E parece ser irrelevante con respecto a H, y no sólo en el sentido probabilístico de que no satisface el criterio de relevancia positiva.

Achinstein considera que esta dificultad no puede superarse afirmando que la probabilidad de H dada E es alta sólo porque suponemos el antecedente informativo de que nunca quedó embarazado hombre alguno. Pues, según el autor, en tal caso se presentaría el problema de aceptar que la información irrelevante para H pueda añadirse a la información que es evidencia de H sin que el resultado sea evidencia de que H. Esto es un problema siempre que no estemos dispuestos a admitir que E sea evidencia de H cuando es irrelevante y $p(H/B \wedge E) > K$, sólo porque $p(H/B \wedge E) = p(H/B)$ y $p(H/B) > K$. Sin embargo, si bien este ejemplo mostraría que este requisito no puede ser una condición suficiente para la determinación de si un enunciado E es evidencia o no de una hipótesis H, no puede emplearse para argumentar que este requisito no sea una condición necesaria para la determinación de si E es evidencia o no de H. Recordemos, además, que en la segunda parte de este trabajo indicamos que el modelo de relevancia estadística de Salmon puede hacer frente a esta clase de ejemplos recurriendo a la estrategia *screening off*. Pues la información de que los hombres no se embarazan haría estadísticamente irrelevante la información de que el Sr. Pérez come cereal en el desayuno.

Es evidente, como consecuencia de la discusión ya expuesta, que Achinstein no logra probar que el primer requisito examinado, que exige la satisfacción de la desigualdad $(H/B \wedge E) > p(H/B)$, no sea una condición suficiente para que E sea evidencia de H. Tampoco demuestra que la variante debilitada de este requisito, $(H/B \wedge E) \geq p(H/B)$, no sea una condición necesaria para que E sea evidencia de H. Y tampoco consigue probar que la segunda definición examinada, que exige la satisfacción de la desigualdad $p(H/B \wedge E) > K$ -siendo K es algún valor de probabilidad elevado, digamos 1/2- no sea una condición necesaria para que E sea evidencia de H. Pero, además, Achinstein no considera la posibilidad de combinar ambas definiciones de modo tal que la primera sea considerada una condición suficiente, y su variante debilitada o la segunda definición sean una condición necesaria.

En efecto, Achinstein rechaza también la posibilidad de formular una caracterización adecuada de la noción de evidencia combinando las dos primeras definiciones mencionadas. Pero la combinación que propone no es la que sugerimos en el párrafo anterior, sino que el autor considera la exigencia de que se cumplan ambas condiciones conjuntamente, es decir: $p(H/E \wedge B) > p(H/B)$ y $p(H/E \wedge B) > K$ -siendo K un valor de probabilidad elevado, por ejemplo, 1/2-. Esta nueva definición exigiría, para que E sea evidencia potencial de H, que la probabilidad de H con respecto a la conjunción de E y B sea mayor que la probabilidad de H con respecto a B y además que la probabilidad de H con respecto a la conjunción de E y B supere un cierto valor elevado K, por ejemplo, 1/2. Sin embargo, hay contraejemplos, según Achinstein, que ponen de manifiesto que esta nueva definición tampoco es una condición necesaria ni suficiente para la definición de evidencia. No es una condición necesaria, en su opinión, porque el segundo

ejemplo de la lotería muestra que E puede ser evidencia de H aunque no incremente la probabilidad de H, y que aún puede serlo cuando la disminuya. Con todo, podría superarse esta dificultad si en lugar de exigir que se cumplan simultáneamente $p(H/E \wedge B) > p(H/B)$ y $p(H/E \wedge B) > K$ exigimos que se cumplan tanto $p(H/E \wedge B) \geq p(H/B)$ como $p(H/E \wedge B) > K$.

Achinstein procura mostrar que la afirmación conjunta de las definiciones tradicionales $p(H/E \wedge B) > p(H/B)$ y $p(H/E \wedge B) > K$ tampoco proporciona una condición suficiente mediante el siguiente ejemplo. Sea B el antecedente informativo de que una lotería consta de 1000000 de billetes de los cuales se extraerá uno al azar, de modo que hasta el martes fueron vendidos todos los billetes menos uno, y Eugenio tiene uno. Sea la evidencia E la información de que el miércoles Juana, que no tenía ningún billete, compró el último que quedaba, y H la hipótesis de que Eugenio no ganará. En estas condiciones se verifica, de acuerdo con Achinstein, que $p(H/E \wedge B) = 999999/1000000 > p(H/B)$. Por lo tanto, si empleamos la conjunción de las exigencias $p(H/E \wedge B) > p(H/B)$ y $p(H/E \wedge B) > K$, podemos concluir que E es evidencia de H. Pero Achinstein considera insostenible que E sea evidencia de H.

Sin embargo, es claro que si el autor afirma que $p(H/E \wedge B) > p(H/B)$ se verifica en este caso, es porque considera que $p(H/B) = 999998/999999$. Esto equivale a suponer que B incluye la información de que si nadie compra el billete sobrante, éste no será sorteado. Pero Achinstein no explicita esta información, ni compara la probabilidad que E aporta a H con la probabilidad que le aportaría la misma evidencia a la luz del antecedente informativo B' de que si nadie compra el billete sobrante, éste será sorteado de todos modos. Si se tomara en cuenta B' es evidente que $p(H/E \wedge B') = p(H/B')$. Con todo, debe reconocerse que aun en este último caso, E sería evidencia de H dado el antecedente informativo B' de acuerdo con la forma debilitada del requisito que sugeríamos. Pero no parece tan absurdo este resultado, sobre todo si se compara $p(H/E \wedge B)$ con $p(H/E' \wedge B)$, donde E' es la información de que Eugenio comprará el billete restante. Pues en este caso, es claro que $p(H/E' \wedge B) < p(H/B)$, de modo que E' no sería evidencia de H ni siquiera de acuerdo con nuestro requisito debilitado.

En suma, los contraejemplos propuestos por Achinstein con la intención de mostrar que las concepciones usuales de la noción de evidencia confirmadora son inadecuadas, pueden ser cuestionados. Pues, a la luz de un análisis más profundo de estas definiciones, es manifiesto que la interpretación de Achinstein es demasiado estrecha. En efecto, su interpretación no toma en consideración una característica que, creemos, es fundamental en el contexto de la propuesta de Carnap. Nos referimos a la cuestión de que la relevancia de la evidencia no puede decidirse si se analiza cada hipótesis aisladamente y sin tener en cuenta, en cada caso, las hipótesis alternativas correspondientes. Lo mismo puede afirmarse con respecto a la comparación entre el sustento que cierta evidencia proporciona a una hipótesis y el que le proporcionaría otra evidencia posible. Además, en otros ejemplos considerados, Achinstein emplea diferente información previa disponible al evaluar la probabilidad de la hipótesis en sí misma y la probabilidad de la

hipótesis con respecto a la evidencia, aunque ambas probabilidades deben calcularse a la luz del mismo background de información disponible. Por estas razones, los argumentos esgrimidos por Achinstein contra las definiciones de evidencia en términos de probabilidad no son concluyentes. Sin embargo, recordemos que el criterio de elevada probabilidad es susceptible a la paradoja de la lotería. Por su parte, el criterio de relevancia positiva proporciona una noción de confirmación no transitiva, ya que no satisface ni la condición de consecuencia especial ni la de consecuencia converso. Pero una noción tal es incapaz de dar cuenta, por ejemplo, de cómo la evidencia empírica puede confirmar hipótesis teóricas, o de cómo la evidencia confirmadora de una hipótesis confirma indirectamente las consecuencias de ésta. Críticas similares pueden plantearse contra la sugerencia de formular una definición de evidencia combinando el criterio de relevancia positiva con el de elevada probabilidad.

11.2. Las objeciones de Achinstein contra la concepción bayesiana de evidencia.

En *The Nature of Explanation*, Achinstein cuestiona también la caracterización bayesiana de la noción de evidencia defendida, entre otros, por Salmon en "Bayes Theorem and the History of the Science". La noción de evidencia confirmadora puede entenderse en términos del teorema de Bayes, una forma simple del cual es $p(H/E)=[p(H).p(E/H)]/p(E)$. Pero la determinación de la probabilidad a posteriori de H - $p(H/E)$ - mediante la fórmula de Bayes requiere de la previa determinación de los valores que asumen la probabilidad a priori de H - $p(H)$ -, la probabilidad de E dada H - $p(E/H)$ - y la probabilidad inicial de E - $p(E)$ -. Y, de acuerdo con Achinstein, si para el cálculo de estos valores se emplean las anteriores definiciones de evidencia ya discutidas, encontraremos nuevamente las dificultades que se nos presentaron en estos casos.

Más aún, en "Explanation and 'Old Evidence'", Achinstein reformula su crítica contra esta propuesta bayesiana haciendo hincapié en una de las principales dificultades del bayesianismo: el problema del valor que debe atribuirse a la evidencia constituida por aquellos fenómenos cuya ocurrencia es conocida con certeza previamente a la formulación de la teoría de la que se derivan.⁵ Si la evidencia previa de una teoría constituyera una evidencia genuina de ésta, entonces esta evidencia debería poder explicarse por derivación a partir de la teoría, y tiene que incrementar la probabilidad la teoría, de modo tal que la probabilidad condicional de la teoría con respecto a ellos sea mayor que la probabilidad absoluta de la teoría. Sin embargo, como ya señalamos en la primera parte de esta tesis, según el Teorema de Bayes, la probabilidad condicional de una teoría con respecto a un fenómeno ocurrido efectivamente y derivable de ella es igual a la probabilidad de la teoría. En consecuencia, la evidencia previa a una teoría no parecería ser una genuina evidencia de ésta, resultado que, de acuerdo con Achinstein, es inaceptable.

En un primer intento por resolver el problema de la evidencia previa, Achinstein formula una nueva definición de la noción de evidencia, fundándose en un argumento que procede a partir de la siguiente premisa:

Si un fenómeno O es derivable de una teoría T, entonces la probabilidad condicional de la teoría con respecto al fenómeno en cuestión sería mayor o igual que la probabilidad de la teoría: $p(T/O) \geq p(T)$. Es decir que la probabilidad de T estaría como mínimo apoyada por O, si O fuera derivable de T; y esto sería verdadero aunque O fuera un fenómeno conocido cuya probabilidad fuera 1.

El argumento empleado por Achinstein es análogo -según su opinión- a los modos científicos habituales de inferencia, que atribuyen a la evidencia previa la capacidad de sustentar una teoría, y que tienen la siguiente estructura:

- Si es alta la probabilidad de una teoría T sobre la base de algún conjunto de fenómenos S que representa el background de información disponible,
- y si hay otro conjunto de fenómenos O que no pertenecen a S, que se derivan de T, y cuya existencia se conoce con certeza antes de la formulación de T

entonces la probabilidad de T también es alta, dadas la información disponible S y la evidencia previa O.

Es decir que si $p(T/S) > K$ -donde K representa un elevado valor de probabilidad- entonces $p(T/S \wedge O) > K$. Este tipo de argumentos prueba que los fenómenos de un conjunto O que son derivables de una teoría T -altamente probable sobre la base de otro conjunto de fenómenos S- y que son conocidos previamente a la formulación de la teoría, al menos sustentan su alta probabilidad. De esta manera es posible demostrar -según Achinstein- que la evidencia previa cumple un importante rol aunque no incremente la probabilidad de la teoría, ya que sustentaría su elevada probabilidad.

Nótese que aquí, Achinstein emplea la expresión "sustentar un cierto valor de probabilidad" para indicar que, si la probabilidad condicional de la teoría con respecto a cierta información disponible es elevada, su probabilidad condicional con respecto a la conjunción de tal información y la evidencia previa también lo será. Sin embargo, esta última podría ser no obstante no sólo igual sino aun inferior a aquella. Es por eso que el autor debería haber reservado el empleo de la expresión "sustentar un cierto valor de probabilidad" para los casos en que la ocurrencia de un fenómeno aumenta el grado de confirmación de la teoría a partir de la cual se lo predijo o se lo explica. Pues el significado con que el autor emplea la expresión "sustentar un cierto valor de probabilidad" parece insuficiente para atribuir alguna importancia epistemológica a la evidencia previa en el contexto de justificación de una teoría. Ya que también los fenómenos que ocurren de hecho pero que no se derivan de una cierta teoría podrían, en tal caso, sustentar la probabilidad de ésta, pues la probabilidad condicional de la teoría con respecto a dichos fenómenos es igual a la probabilidad absoluta de la teoría.⁶

Pero además este argumento no parece concluyente, y un indicio de ello es la imprecisa caracterización que aporta de la relación entre los fenómenos de los conjuntos O y S. Lo mismo sucede con respecto a la índole de la relación entre el conjunto de fenómenos S y la teoría T. En efecto, la corrección del argumento depende de que ocurra alguna de estas dos posibilidades:

- La teoría T es altamente probable.
- La probabilidad condicional de S con respecto a O debe ser muy pequeña, y lo mismo ocurre con la de O respecto a S -que debe ser idéntica a la anterior-, si la teoría T es poco probable.

⁵ Achinstein, P., "Explanation and 'Old Evidence'", *Philosophica*, 1993, 51, pp. 125-137

⁶ La misma dificultad se plantearía si, en lugar de emplear la expresión "sustentar un cierto valor de probabilidad" el autor hubiera empleado la expresión "sustentar un valor de probabilidad no menor que K".

Si aceptamos la primera opción como imprescindible para la validez del argumento, dado que la premisa de la cual procede este argumento establece que $p(T/O) \geq p(T)$, debemos aceptar que $p(T/O)$ debe ser altamente probable. Pero entonces este argumento se fundaría en una noción de evidencia equivalente al criterio de elevada probabilidad con el añadido ya comentado. Pues su corrección requiere que la evidencia previa sea evidencia genuina sólo si $p(T/O)$ y $p(T)$ son elevadas. Y el problema aquí es -como ocurre con el criterio de elevada probabilidad convenientemente modificado- que tendríamos que renunciar al supuesto de que la probabilidad condicional de una teoría con respecto a los fenómenos que son evidencia suya es mayor que la probabilidad absoluta de la teoría. Es decir, debemos abandonar el supuesto de que la evidencia de una teoría debe aumentar su grado de probabilidad o confirmación. Puesto que en tal caso la probabilidad condicional $p(T/O)$ asume el mismo valor, sea que O se derive o no de T , y por lo tanto no podríamos considerar ningún enunciado verdadero O que se derive de T para estimar el grado de apoyo empírico o confirmación que O le brinda a T .

Por otra parte, la segunda alternativa implica la falsedad de $p(S/O) \approx 1$ y $p(O/S) \approx 1$ y exige que $p(S) = p(O)$.⁷ Es decir que excluye los casos en que O se deriva de S , y en que S se deriva de O ; y exige que ambos conjuntos de fenómenos sean igualmente probables. Pero esto nos remite al problema de explicar qué vínculo hay entre los fenómenos de los conjuntos de fenómenos O y S , qué criterio podemos emplear para distinguir los fenómenos que pertenecen a cada uno de ambas clases y, en consecuencia, qué relación vincula al conjunto de fenómenos S con la teoría T .

Los requisitos necesarios para la conclusividad de este argumento no permitieron esclarecer qué relación existe entre los eventos de los conjuntos O y S , ni entre S y T . En consecuencia, este argumento no demuestra que si la probabilidad de una teoría dado un conjunto de fenómenos S es alta también lo es la probabilidad de la teoría dados S y la evidencia previa de la teoría. Sólo prueba que si la probabilidad de la teoría con respecto a parte de su evidencia previa es alta, entonces la probabilidad de la teoría con respecto a la totalidad de su evidencia previa es alta. Y si no es esto lo que prueban los argumentos del tipo esquematizado por Achinstein, entonces el conjunto de fenómenos S allí mencionado sólo se diferencia del conjunto O por algún criterio no explicitado y tal vez irrelevante. Pues ambos tienen en común el ser conjuntos de fenómenos verdaderos y el ser conjuntos de fenómenos vinculados con la teoría T -más aún, quizá S pudiera ser deducible de T , como lo es O -. Y si se distinguen porque la verdad de los fenómenos incluidos en O se conocen previamente a la formulación de la teoría, mientras que la de los fenómenos de S se conocen posteriormente, tal distinción no justifica que se los considere como conjuntos de fenómenos separados en lo que respecta cálculo del grado de probabilidad que proporcionan a la teoría.

Por otra parte, y retomando la crítica al bayesianismo, es posible cuestionar la convicción de Achinstein respecto de que sea sorprendente o paradójico el hecho de que la verificación de una consecuencia lógica de una hipótesis, que ya era probable a la luz de los conocimientos disponibles, contribuya escasamente al incremento del grado

de confirmación de la hipótesis. Pues si se considera que ocurre justamente lo contrario cuando esa consecuencia es improbable a la luz del conocimiento disponible, es posible interpretar el Teorema de Bayes como una fórmula que sólo permite calcular el grado de compatibilidad de la información previamente disponible con la adquirida posteriormente. Según esta interpretación, es incorrecto pretender que la fórmula de Bayes sea capaz de expresar el incremento del grado de confirmación de una hipótesis a medida que aumenta la evidencia que la apoya. En consecuencia, no puede considerarse paradójico ni problemático el denominado "problema de la evidencia previa". Esta circunstancia, que permite cuestionar la eficacia de dicho teorema como herramienta de inferencia inductiva, se debe a que habitualmente desconocemos la probabilidad a priori de la hipótesis y la verosimilitud o plausibilidad de la evidencia. Por eso tampoco es problemático el hecho de que la eficacia inductiva del Teorema de Bayes dependa de que la probabilidad inicial de la hipótesis no sea nula. Pues tal circunstancia puede interpretarse como indicadora de que ningún conjunto de evidencias pueden confirmar una hipótesis completamente inverosímil o improbable a la luz del conocimiento previamente disponible.

Por otra parte, al menos algunas de las críticas que Achinstein y otros autores han dirigido contra el empleo del Teorema de Bayes para la determinación del grado de confirmación que un cuerpo de evidencia puede proporcionarle a una hipótesis, pueden ser discutidas a la luz de la necesidad de evaluar no sólo el sustento de que la evidencia le proporciona una hipótesis sino también en qué medida esta evidencia confirmaría las hipótesis rivales a la considerada. Esta necesidad, sugerida ya -creemos- por Carnap, es retomada por Salmon, quien, injustamente, atribuye a Kuhn esta tesis de que nunca intentamos evaluar una teoría aisladamente, sino que hacemos una evaluación comparativa de teorías alternativas en competencia.

En efecto, en "Rationality and objectivity in science or Tom Kuhn meets Tom Bayes"⁸ y en "The Appraisal of Theories: Kuhn Meets Bayes"⁹, Salmon sostiene que es posible aproximar la concepción epistemológica del empirismo lógico y la propuesta por Kuhn. De acuerdo con Salmon, esta aproximación se lograría si el empirismo lógico tomase en consideración la idea kuhniana de las evaluaciones comparativas entre teorías, y si los partidarios de una concepción histórico-pragmática de la elección entre teorías científicas -como Kuhn- tuviesen en cuenta los méritos del teorema de Bayes como un esquema adecuado para la confirmación científica.

Así, Salmon afirma que el Teorema de Bayes permitiría establecer un puente entre la concepción epistemológica de Kuhn y la de un empirista lógico como Hempel. Pues, si se adopta el teorema de Bayes como esquema básico para la confirmación científica -tal como Salmon lo hace- se debe dar cuenta de las probabilidades a priori que en él aparecen. Y Salmon propone concebir estas probabilidades a priori en términos de las consideraciones

⁷ En adelante, emplearemos el símbolo " \approx " en lugar de la expresión "aproximadamente igual a".

⁸ Salmon, W, "Rationality and objectivity in science, or Tom Kuhn meets Tom Bayes", *Scientific Theories*, C.W. Savage (ed) 175-204. Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol 14, 1990 Minneapolis: University of Minnesota Press.

⁹ Salmon, W, "The appraisal of theories: Kuhn meets Bayes", *PSA*, 1990, vol 2, A. Fine, M. Forbes and L. Wessels (eds), 325-32. East Lansing, Mich.: Philosophy of Science Association.

plausibles o factores subjetivos que juegan un rol indispensable en el cambio de teorías científicas, según la concepción kuhniana.

Salmon señala que el Teorema de Bayes permite mostrar que tales factores subjetivos juegan un rol indispensable en la evaluación de teorías -tal como sostiene Kuhn- pues el empleo de este teorema hace que estos factores aparezcan explícitamente en el esquema de confirmación de las hipótesis científicas. De acuerdo con Salmon, esta circunstancia constituye una ventaja del Teorema de Bayes con respecto al modelo hipotético-deductivo. Ya que, en tanto se utilizó el modelo hipotético deductivo como esquema para la confirmación de hipótesis, las consideraciones plausibles o factores subjetivos fueron relegados a la heurística, y consideradas sólo como un medio para la generación de hipótesis. Pero Salmon coincide con la opinión de Kuhn de que no se deben relegar los factores subjetivos al contexto de descubrimiento, y que no se debe creer que tales factores no intervienen o no deben intervenir en los procesos de justificación o de evaluación de una teoría.

Con el fin de establecer un nexo entre la concepción de Kuhn y la del empirismo lógico, Salmon se funda en las consideraciones que Kuhn plantea en "Objectivity, Value Judgment and Theory Choice".¹⁰ Pues en este trabajo el propio Kuhn intenta establecer conexiones entre su postura y la de la concepción epistemológica tradicional, tratando, así, de eludir algunas de las críticas más severas que suscitaron sus afirmaciones expuestas en *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. En particular, Kuhn trata de eludir la crítica de que su caracterización de la elección entre teorías rivales es de índole irracionalista. Es, seguramente, por esta razón que en este trabajo Kuhn evita el empleo de algunos de los términos más característicos de su postura tal como es expuesta en *La Estructura de las Revoluciones Científicas* y recurre a una terminología más tradicional. Por ejemplo, en lugar de referirse a paradigmas se refiere a teorías, en lugar de emplear la expresión "revolución científica" o "conversión a un nuevo paradigma" usa la expresión "elección entre teorías rivales", etc.

Así, con la intención de mostrar que él no ha querido sugerir que el cambio de teorías sea un asunto de psicología de masas,¹¹ o que la elección entre teorías rivales no pueda estar fundada en buenas razones,¹² sino únicamente en la mera persuasión sin sustancia deliberativa,¹³ Kuhn afirma que los criterios estándar de exactitud o precisión, consistencia, amplitud del alcance, simplicidad y fertilidad juegan un papel central en la elección entre una teoría establecida y una rival. Pero indica que estos criterios no son suficientes para determinar la elección entre teorías. Esto sucede, de acuerdo con Kuhn, porque estos criterios son imprecisos, porque diferentes científicos los

¹⁰ Kuhn, T, "Objectivity, Value Judgment and Theory Choice", *The Essential Tension: Selected studies in scientific tradition and change*, Chicago, University of Chicago Press, 1977

¹¹ Lakatos, I, "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes", I. Lakatos and A. Musgrave (comps.), *Criticism and the Growth of the Knowledge*, Cambridge, 1970, p. 91-195

¹² Shapere, D, "Meaning and Scientific Change", R. G. Colodny (comp.), *Mind and Cosmos: Essays and Contemporary Science and Philosophy*, University of Pittsburgh Series in the Philosophy of Science, vol. 3, Pittsburgh, 1966, p. 41-85.

¹³ Scheffler, I, *Science and Subjectivity*, Indianápolis, Bobbs Merrill, 1967, p.81

interpretan de diferente modo y les atribuyen diferente peso, y porque podrían contradecirse mutuamente si se los considera conjuntamente. De modo que, aun siendo guiados por los mismos criterios compartidos, los científicos podrían no llegar a un acuerdo en la evaluación de las teorías.

Como estos criterios que comparten los científicos no pueden aplicarse mecánicamente para determinar la elección entre teorías, Kuhn afirma que deben tomarse en cuenta ciertos factores individuales o subjetivos. Las experiencias del científico, ciertas características personales de los científicos, y la influencia de concepciones ideológicas o religiosas son –según este autor- algunos los factores individuales o subjetivos que intervienen en la elección entre teorías, al incidir en la interpretación, ponderación y aplicación de los criterios estándar de exactitud o precisión, consistencia, amplitud del alcance, simplicidad y fertilidad.

Salmon sostiene que los criterios compartidos para elección entre teorías que menciona Kuhn pueden ser entendidos en términos de probabilidades a priori. De este modo, las evaluaciones en conflicto que Kuhn describe como el resultado de diferentes interpretaciones y ponderaciones de los valores compartidos, pueden ser descriptos por un bayesiano como el resultado de diferentes asignaciones de probabilidades a priori a las teorías en competencia. De este modo, si los criterios compartidos son entendidos en términos de probabilidades a priori, el Teorema de Bayes proveería una lógica racional para el tipo de consideraciones que Kuhn considera conductoras de la práctica científica.

Sin embargo, a pesar de que las probabilidades a priori se consideren útiles por dar cabida a la consideración de los factores subjetivos que menciona Kuhn, no puede desconocerse la dificultad que plantea la determinación de estas probabilidades para la aplicación del Teorema de Bayes. En efecto, si B es el conocimiento antecedente ya disponible, E es una nueva evidencia adquirida, y $\{T_1, T_2, \dots, T_k\}$ son un conjunto finito de teorías mutuamente excluyentes y exhaustivas entonces podríamos formular el Teorema de Bayes de la siguiente manera:

$$p(T_i/E \wedge B) = \frac{[p(T_i/B) \cdot p(E/T_i \wedge B)]}{[p(T_1/B) \cdot p(E/T_1 \wedge B) + \dots + p(T_k/B) \cdot p(E/T_k \wedge B)]}$$

En esta fórmula, $p(T_i/E \wedge B)$ es la probabilidad a posteriori de T_i , cada una de las $p(T_i/B)$ son las probabilidades a priori de las T_i , con $1 \leq i \leq k$, y las $p(E/T_i \wedge B)$ -denominadas "likelihoods"¹⁴- son las probabilidades condicionales de la nueva evidencia con respecto a la conjunción de nuestro conocimiento antecedente B y cada una de las teorías T_i , en cada caso. Dijimos que las teorías enumeradas en el denominador del Teorema de Bayes deben ser exhaustiva y mutuamente excluyentes. Generalmente, dos teorías en competencia son mutuamente incompatibles,

pero raramente son exhaustivas, en el sentido de que puede haber una gran cantidad de teorías alternativas lógicamente posibles que no tomamos en consideración por ignorancia o falta de imaginación. De manera que la enumeración requerida en la fórmula de Bayes requiere adicionar las otras posibilidades. Para resolver esta dificultad y poder completar este conjunto, Abner Shimony (1970) propuso la consideración de lo que denominó el “*catchall*”, que representa la hipótesis que afirma lo que no afirman ninguna de las ya citadas en la fórmula. Entonces, según Salmon, podemos asumir que T_k es el *catchall*, de modo tal que en cualquier etapa de la investigación, el *catchall* será el conjunto de todas las hipótesis que aún no fueron concebidas.

Pero la dificultad que plantea esta propuesta es la de determinar cuál sería la *likelihood* de una evidencia nueva dada con respecto al conocimiento antecedente y al *catchall*, pues para responder esta pregunta tendríamos que predecir el curso futuro de la historia de la ciencia.¹⁵ Para resolver esta dificultad Salmon propone apelar a lo que considera una idea frecuentemente enfatizada por Kuhn: la idea de que raramente evaluamos una teoría aisladamente, sino que generalmente efectuamos una evaluación comparativa de teorías rivales. Precisamente, el empleo del Teorema de Bayes para evaluar comparativamente dos hipótesis permite cancelar el término que expresa la *likelihood* de la hipótesis *catchall*. Salmon propone emplear un algoritmo bayesiano que nos permitiría evaluar comparativamente dos teorías o hipótesis, y que surge de efectuar el cociente entre las expresiones del Teorema de Bayes utilizadas para el cálculo de las probabilidades a posteriori de las teorías que se comparan.¹⁶ Supongamos que queremos comparar dos teorías T_1 y T_2 , entonces podemos escribir una ecuación similar para cada una de ellas:

$$p(T_1/E \wedge B) = \frac{[p(T_1/B) \cdot p(E/T_1 \wedge B)]}{[p(T_1/B) \cdot p(E/T_1 \wedge B) + \dots + p(T_k/B) \cdot p(E/T_k \wedge B)]}$$

$$p(T_2/E \wedge B) = \frac{[p(T_2/B) \cdot p(E/T_2 \wedge B)]}{[p(T_1/B) \cdot p(E/T_1 \wedge B) + \dots + p(T_k/B) \cdot p(E/T_k \wedge B)]}$$

¹⁴ En adelante denominaremos ‘*likelihood*’ a la probabilidad de la evidencia E con respecto a la teoría T, pues, en rigor, esta no es una probabilidad. En efecto, a diferencia de lo que ocurre con la probabilidad, la suma de las *likelihoods* de la evidencia E con respecto a un conjunto de hipótesis mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivo no necesariamente es igual a 1

¹⁵ Salmon, W, “The appraisal of theories: Kuhn meets Bayes”, *PSA*, 1990, vol. 2, A. Fine, M. Forbes and L. Wessels (eds.), 325-32. East Lansing, Mich.: Philosophy of Science Association, p. 329.

¹⁶ Salmon sostiene que el *catchall* no puede estar integrado por ninguna de esas teorías en competencia, porque entonces tal teoría no sería considerada una teoría científica *bona fide*.

Como el denominador de ambas ecuaciones es idéntico, si asumimos que no es nulo -ya que si lo fuera no estaríamos interesados en las hipótesis involucradas en ellos- y si dividimos la primera ecuación por la segunda obtendremos una tercera ecuación:

$$\frac{p(T_1/E \wedge B)}{p(T_2/E \wedge B)} = \frac{p(T_1/B) \cdot p(E/T_1 \wedge B)}{p(T_2/B) \cdot p(E/T_2 \wedge B)}$$

En esta tercera ecuación, tanto la *likelihood* del *catchall* como sus probabilidades antecedentes desaparecieron, sólo quedaron las probabilidades antecedentes, las probabilidades a posteriori y las *likelihood* de las teorías que se están comparando explícitamente. Si el cociente de las probabilidades a posteriori es mayor que uno, preferiremos T_1 antes que T_2 , si es menor que uno preferiremos T_2 antes que T_1 , y si es igual a uno no preferiremos ni una ni otra. Así, en el caso más simple, cuando ambas teorías T_1 y T_2 implican la evidencia E , los términos " $p(E/T_1 \wedge B)$ " y " $p(E/T_2 \wedge B)$ " -que expresan las *likelihoods* de T_1 y T_2 - adoptan ambas el valor 1. De modo que el algoritmo bayesiano propuesto por Salmon para la evaluación comparativa de teorías adoptaría la siguiente expresión:

$$\frac{p(T_1/E \wedge B)}{p(T_2/E \wedge B)} = \frac{p(T_1/B)}{p(T_2/B)}$$

La regla indicada por Salmon para determinar la elección entre dos hipótesis o teorías rivales consistiría, en este caso especial, en preferir T_1 a T_2 siempre que la probabilidad de T_1 -expresada por $p(T_1/B)$ - supere la probabilidad de T_2 -expresada por $p(T_2/B)$ -.¹⁷ En consecuencia, en este caso, la preferencia relativa es invariable con respecto a la evidencia, porque preferimos una teoría antes que otra tomando en consideración solamente si su probabilidad a priori es mayor que la de la otra. Pues, como la evidencia es implicada por ambas hipótesis, entonces esa evidencia no puede dar más sustento a una de las hipótesis que a la otra. De modo que si la evaluación de la hipótesis difiere de la de la otra, eso se debe a la diferencia de las probabilidades a priori asignadas a dichas hipótesis.

En el caso más general, en el cual la evidencia no es implicada por las hipótesis o teorías T_1 y T_2 , Salmon reconoce que, a pesar de este promisorio resultado, todavía no estamos en condiciones de decir que las *likelihood* que aún quedan no son problemáticas, ya que las *likelihood* de las teorías que comparamos pueden ocasionar dificultades. Salmon propone tratarlas tomando en consideración dos hipótesis auxiliares A_1 y A_2 las cuales, en conjunción con las

teorías T_1 y T_2 respectivamente, pudieran implicar la evidencia. Así, estas hipótesis auxiliares A_i nos permitirían construir un escenario plausible de acuerdo con el cual la observación problemática es tomada como una consecuencia probable o necesaria de la teoría T_i en conjunción con la hipótesis A_i . Entonces, como la conjunción de T_1 y A_1 , por un lado, y la de T_2 y A_2 , por el otro, implican ambas a la evidencia E , las *likelihoods* correspondientes, expresadas por los términos " $p(E/T_1 \wedge A_1 \wedge B)=1$ " y " $p(E/T_2 \wedge A_2 \wedge B)=1$ ", adoptarán ambas el valor 1. En consecuencia, el algoritmo bayesiano propuesto por Salmon para la evaluación comparativa de teorías adoptaría la siguiente expresión:¹⁸

$$\frac{p(T_1 \wedge A_1 / E \wedge B)}{p(T_2 \wedge A_2 / E \wedge B)} = \frac{p(T_1 \wedge A_1 / B)}{p(T_2 \wedge A_2 / B)}$$

Pero si bien mediante esta estrategia logramos que $p(E/T_1 \wedge A_1 \wedge B)=1$, tenemos todavía la probabilidad antecedente del escenario plausible $p(T_1 \wedge A_1 / B)$ es decir, queda aún por resolver la cuestión de cuán plausible es realmente el escenario propuesto. Salmon indica que los escenarios posibles son especialmente exitosos si permiten deducir la evidencia, si hacen que la *likelihood* sea igual a uno -es decir, $p(E/T_1 \wedge A_1 \wedge B)=1$ - y si son, por eso, plausibles. Así, en esta cuarta ecuación, la razón de las probabilidades a posteriori se iguala a la razón de las probabilidades antecedentes. En este caso, como la elección entre teorías no depende solamente de las probabilidades antecedentes, la nueva evidencia será considerada para discriminar entre los dos escenarios plausibles. Por ejemplo, si se encuentra un experimento u observación crucial que arroje una *likelihood* nula para uno de los escenarios y una *likelihood* de valor uno al otro, habremos realizado exitosamente una inducción eliminativa.

En esta cuarta ecuación en la cual la razón de las probabilidades a posteriori se iguala a la razón de las probabilidades antecedentes, deberíamos preferir -según Salmon- la conjunción entre hipótesis T_i e hipótesis auxiliar A_i que tenga la probabilidad a priori más elevada. En suma, tanto en el caso particular en el cual las hipótesis T_i implican la evidencia E como en el caso más general en el cual no lo hacen, en el enfoque comparativo de Salmon la valoración de las teorías es más dependiente de las probabilidades a priori que en el enfoque bayesiano no comparativo. En consecuencia, el peso de los factores subjetivos que intervienen en la evaluación de hipótesis o teorías es mayor en el enfoque comparativo propuesto por Salmon que en el enfoque bayesiano no comparativo.

Una de las principales dificultades que plantea la propuesta de Salmon, se origina, en realidad, en la propia concepción de kuhniana acerca del desarrollo de la ciencia. Nos referimos al problema de cómo compatibilizar la

¹⁷ Salmon, W, "The appraisal of theories: Kuhn meets Bayes", *PSA*, 1990, vol. 2, A. Fine, M. Forbes and L. Wessels (eds.), 325-32. East Lansing, Mich.: Philosophy of Science Association, p. 329.

¹⁸ Salmon, W, "The appraisal of theories: Kuhn meets Bayes", *PSA*, 1990, vol 2, A. Fine, M. Forbes and L. Wessels (eds), 325-32. East Lansing, Mich.: Philosophy of Science Association, p. 329.

discusión acerca de la evaluación comparativa y elección entre teorías rivales con por lo menos dos de las tesis defendidas por Kuhn: la de la dependencia teórica de la observación y la tesis de que la comunicación entre los defensores de teorías rivales es inevitablemente parcial. Recordemos que en *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, estas tesis holistas condujeron a Kuhn a sostener la inconmensurabilidad entre paradigmas rivales.

En "Objectivity, Value Judgment and Theory Choice" sobre el cual Salmon sustenta su propuesta de conciliación, Kuhn supone que toda elección entre teorías conlleva una evaluación comparativa de las mismas. Pero Kuhn afirma explícitamente que no se muestra dispuesto a renegar de la tesis de la dependencia teórica de la observación ni de la tesis de que la comunicación entre los defensores de teorías rivales es inevitablemente parcial. Sin embargo, ni Kuhn ni Salmon indican como podrían compatibilizarse estas tesis holistas con la propuesta de efectuar evaluaciones comparativas entre teorías rivales.

Una segunda dificultad de la propuesta de Salmon reside en el curioso modo cómo Salmon la sintetiza. En efecto, resulta sorprendente que Salmon resuma su propuesta afirmando que el empirismo lógico debe considerar la idea kuhniana de las evaluaciones comparativas entre teorías, y los partidarios de una concepción histórico-pragmática de la elección entre teorías científicas -como Kuhn- deben tomar en cuenta los méritos del teorema de Bayes como un esquema adecuado para la confirmación científica¹⁹. Esto resulta sorprendente, en primer lugar, porque la idea de evaluar comparativamente las teorías científicas no es una característica peculiar de la concepción kuhniana, una característica que permitiera diferenciarla del empirismo lógico. Sólo a modo de ejemplo podríamos recordar que Carnap, cuando se refiere al objetivo de la lógica inductiva, afirma que la tarea de la lógica inductiva consiste en determinar, entre varias hipótesis en competencia cuál es la que está más firmemente confirmada por la evidencia dada.²⁰

Más aún, el propio Kuhn -en el artículo al que Salmon se refiere al plantear su propuesta- afirma que sus desviaciones con respecto a la tradición no se presentan en la cuestiones tales como la elección entre teorías, elección que supone la evaluación comparativa de las mismas. Kuhn señala que si su postura sobre el desarrollo científico es novedosa -cosa que él mismo reconoce que podría ser puesto en duda legítimamente- sus principales desviaciones de la tradición deben buscarse en asuntos tales como la presencia de criterios subjetivos que intervienen en la evaluación y elección entre teorías, y en su afirmación de que la comunicación entre los defensores de teorías rivales es inevitablemente parcial. En suma, si tanto los partidarios del empirismo lógico como Kuhn consideran habituales las evaluaciones comparativas entre teorías ¿cuál sería la novedad que aporta la propuesta de conciliación de Salmon? Evidentemente, para que esta conciliación sea novedosa debería fundarse en algún punto de contacto entre ambas concepciones, que hasta el momento nadie había advertido.

¹⁹ Salmon, W, "The appraisal of theories: Kuhn meets Bayes", *PSA*, 1990, vol. 2, A. Fine, M. Forbes and L. Wessels (eds.), 325-32. East Lansing, Mich.: Philosophy of Science Association, p.330

La síntesis que Salmon hace de su propuesta es sorprendente, en segundo lugar, porque en "Objectivity, Value Judgment and Theory Choice" Kuhn reconoce la utilidad del empleo de algoritmos bayesianos en los procesos de elección entre teorías, aunque enfatiza su insuficiencia y la necesidad de complementarlos con criterios individuales o subjetivos. En efecto, en medio de un diálogo imaginario con un crítico, Kuhn afirma que estaría de acuerdo con su crítico en que todo científico elige entre teorías rivales usando algún algoritmo bayesiano que le permita calcular un valor para la expresión " $p(T/E)$ " -que indica la probabilidad de una teoría T con respecto a la evidencia E disponible tanto para él como para los demás miembros de su grupo-. Pero Kuhn agrega que, a diferencia de su crítico, el no cree que los criterios compartidos -que su crítico consideraría "objetivos"- sean suficientes para determinar un algoritmo. De modo tal que los algoritmos empleados por diferentes individuos serán diferentes en virtud de las consideraciones subjetivas con que cada uno de los científico deberá completar los criterios objetivos antes de emprender el cálculo.²¹ En suma, Kuhn reconoce explícitamente la utilidad, aunque también los límites, de los algoritmos de decisión bayesianos. En consecuencia, cuando Salmon aconseja a los partidarios de la concepción histórico-pragmática considerar los méritos del Teorema de Bayes, no parece estar aconsejando a Kuhn hacer algo que él no haya hecho ya.

La dificultad que hemos considerado en segundo lugar nos conduce a dudar de que la esencia de la conciliación sugerida por Salmon resida en el recurso a las evaluaciones comparativas entre teorías y en la consideración de los méritos del Teorema de Bayes, tal como sugiere el autor al sintetizar su propuesta. En este punto, es preciso considerar que Salmon señala que una de las objeciones que podrían plantearse contra su explicación de la evaluación comparativa de teorías radica en el status de las probabilidades antecedentes en el Teorema de Bayes. Las consideraciones que Salmon realiza con respecto al status de las probabilidades a priori nos conduce a considerar que el verdadero punto de contacto que este autor encuentra entre la concepción epistemológica del empirismo lógico y la kuhniana -que es el verdadero núcleo de su propuesta conciliatoria- radica en la influencia de los factores subjetivos o individuales en el proceso de evaluación y elección de teorías. En efecto, el peso de tales consideraciones de orden subjetivo, que es insistentemente enfatizado por Kuhn, podrían ponerse de manifiesto explícitamente en la determinación del valor de las probabilidades antecedentes intervinientes en el algoritmo bayesiano propuesto por Salmon, según cuál sea el status que les atribuyamos a dichas probabilidades.

Salmon rechaza la concepción lógica de las probabilidades sostenida por Carnap. Recordemos que, de acuerdo con esta concepción, las probabilidades antecedentes son medidas determinables de manera puramente apriorística. Salmon considera que no es posible obtener apriorísticamente los valores de las probabilidades antecedentes de auténticas hipótesis científicas. Este autor tampoco se muestra completamente conforme con la

²⁰ Carnap, R., "Inductive Logic and Science", *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, Vol. 80, Nº 3, March, 1953,

concepción frecuencialista de Reichembach, que considera las probabilidades antecedentes como referidas a clases de teorías similares, en términos de la frecuencia relativa del éxito de las hipótesis de dicha clase. Pero, aunque reconoce que Reichembach nunca proporcionó un ejemplo convincente de su propuesta frecuencialista, Salmon no oculta su filiación frecuencialista al señalar que el mérito de esta propuesta reside en su concepción de las probabilidades antecedentes como relativas a la experiencia científica. Finalmente, Salmon rechaza también la postura de los bayesianos subjetivistas o personalistas como Savage, para quienes las probabilidades antecedentes son grados de creencia sujetas solamente a requisitos de coherencia.

Salmon se inclina por un compromiso entre frecuencialismo y personalismo, como el sugerido por Suppes.²² Este autor indica que, para cualquier hipótesis científica, generalmente tenemos un cuerpo heterogéneo de información que no puede ser explícitamente establecido de modo acabado. Un juicio acerca de probabilidades antecedentes proporciona al menos una tosca explicación del modo en que ese conocimiento se aplica a una hipótesis dada. En consecuencia, el juicio acerca de probabilidades antecedentes es subjetivo, pero también refleja la experiencia objetiva del científico, aunque debe excluir -según Salmon- prejuicios, ideologías y emociones.

En cambio, D. Mayo sostiene que la propuesta de Salmon procura mostrar que la construcción de un puente entre el empirismo lógico y la postura de Kuhn no necesita resolver el problema de la incidencia de factores subjetivos en la evaluación y elección de teorías.²³ De acuerdo con la autora, la propuesta de Salmon intenta mostrar que, redescubriendo en términos bayesianos la propuesta de Kuhn, esta no tiene que ser vista como negándole a la ciencia una lógica fundada en la evidencia empírica. Pues la ciencia puede tener una lógica basada en el Teorema de Bayes, que le daría lugar a los factores extra-científicos, además de asegurar que la evidencia empírica también tiene un papel importante en la evaluación de teorías. Así, el Teorema de Bayes -o, más precisamente, el algoritmo bayesiano que Salmon propone- aportaría un modelo formal para la reconstrucción de la teoría kuhniana de la elección entre teorías, incorporando tanto el peso de las consideraciones individuales o subjetivas como el de la evidencia empírica disponible.

Fundándose en estas consideraciones D. Mayo cuestiona la propuesta de Salmon, señalando que el empirismo lógico rechazaría la posición de Kuhn de que los criterios compartidos nunca son suficientes para fundamentar la elección entre teorías. Según esta autora, el empirismo lógico negaría la idea de que el consenso, si se produce, siempre requiere apelar a cuestiones idiosincrásicas, a factores personales que van más allá de los criterios compartidos. Mayo considera, entonces, que un auténtico puente entre la concepción de Kuhn y la del empirismo lógico requeriría que se le atribuyese a los factores subjetivos -o criterios no compartidos- una trascendencia mayor de la que un empirista lógico estaría dispuesto a concederle.

²¹ Kuhn, Th., "Objectivity, Value Judgment and Theory Choice", *The Essential Tension: Selected studies in scientific tradition and change*, Chicago, University of Chicago Press, 1977, p. 352-353

²² Suppes, 1966, "A Bayesian Approach to the Paradoxes of Confirmation", in *Aspects of Inductive Logic*, Hintikka & Suppes (eds.), North Holland Publishing Co., Amsterdam.

En suma, la opinión de Mayo es que el puente de Salmon intenta tender entre la concepción kuhniana y la del empirismo lógico está libre de los intereses personales que Kuhn admite, de modo tal que este puente no alcanzaría, realmente, la postura de Kuhn. Pero Mayo considera que éste no es un defecto de la propuesta de Salmon, sino todo lo contrario. Pues, según esta autora, un puente que realmente pudiera alcanzar la postura kuhniana iría demasiado lejos, y sería el último instrumento al que apelaría un defensor del empirismo lógico. Y es por eso que Mayo afirma que el puente que propone Salmon no aproxima realmente las concepciones de Kuhn y del empirismo lógico, sino la del empirismo lógico y la de un bayesianismo personalista atemperado.

Creemos que, en primer lugar, un modo de relativizar el argumento de Mayo sería recurrir a las consideraciones que el propio Kuhn formula en "Objectivity, Value Judgment and Theory Choice", trabajo que Salmon toma como punto de referencia de la postura kuhniana. En efecto, en este artículo Kuhn niega que los factores individuales, idiosincrásicos o subjetivos necesarios para complementar los criterios compartidos deban entenderse en el sentido de que son una cuestión de gusto personal, y por lo tanto indiscutibles. Kuhn sostiene que las evaluaciones que los científicos formulan sobre las teorías están guiadas por juicios valorativos discutibles, y que deben ser sometidos a discusión para mostrar cuales son las bases en que se sustentan. De modo que quienes basan su elección en el gusto personal y no están dispuestos a discutir los fundamentos de sus juicios son -de acuerdo con Kuhn- paulatinamente aislados de la comunidad científica.²⁴

Kuhn señala que si bien en la evaluación de teorías deben introducirse factores dependientes de la biografía o la personalidad del individuo para que se puedan aplicar los valores compartidos, no debe creerse que este proceso de evaluación que está describiendo es subjetivo en el sentido de que la predisposición y los gustos personales sustituyan los hechos. Más aún, Kuhn afirma que la necesidad de considerar estos factores subjetivos no constituye una limitación en la objetividad del proceso que describe. De acuerdo con Kuhn, el hecho de que los criterios objetivos o compartidos no sean suficientes para determinar la elección entre teorías, podría ser un indicio de cuál es el verdadero significado de la objetividad, y no de cuáles son los límites de la objetividad.²⁵

En segundo lugar, consideramos que el argumento formulado por Mayo parece no tomar en cuenta las opiniones de algunos de los representantes del empirismo lógico, quienes no se han mostrado tan renuentes a aceptar la influencia de los factores subjetivos en la evaluación y elección entre teorías. Así, por ejemplo, Carnap²⁶ señala que frecuentemente se cuestiona la idea de un sistema de lógica inductiva con reglas exactas para la determinación del grado de confirmación de una hipótesis. Y la causa de este cuestionamiento reside -de acuerdo con Carnap- en la

²³ Mayo, D, *Error and the Growth of Experimental Knowledge*, Chicago, University of Chicago Press, 1996, cap IV.

²⁴ Kuhn, Th., "Objectivity, Value Judgment and Theory Choice", *The Essential Tension: Selected studies in scientific tradition and change*, Chicago, University of Chicago Press, 1977. Trad cast.: *La tensión esencial*, México, FCE., p. 360-361

²⁵ Kuhn, Th., "Objectivity, Value Judgment and Theory Choice", *The Essential Tension: Selected studies in scientific tradition and change*, Chicago, University of Chicago Press, 1977. Trad cast.: *La tensión esencial*, México, FCE., p. 362

²⁶ Carnap, R., "Inductive Logic and Science", *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, Vol. 80, Nº 3, March, 1953, p. 23-24

circunstancia de que un científico que elige una entre varias hipótesis posibles está influenciado en su elección por muchos factores no racionales. En consecuencia, un científico no estaría conforme si se lo considerase como una máquina que aplica reglas fijas. Carnap reconoce que siempre hay factores no racionales que influyen en la elección que hace el científico, algunos de los cuales son indeseables pero otros son importantes y fructíferos como el "instinto o presentimiento científicos". Y, a fin de evitar el cuestionamiento contra la lógica inductiva, Carnap indica que la lógica inductiva no tiende a eliminar los factores no racionales que inciden en la elección entre teorías.

Finalmente, creemos que las objeciones que Mayo formula contra la propuesta conciliatoria de Salmon tampoco parecen justificadas a la luz de las consideraciones que otro representante del empirismo lógico, Hempel, formula en "Turns in the evolution of the problem of induction".²⁷ En este trabajo Hempel se refiere al problema de formular reglas para la aceptación inductiva de hipótesis en el contexto de la teoría bayesiana de la decisión. El autor sostiene que el proceso decisorio debe estar guiado tanto por el cálculo de las probabilidades de las hipótesis, como por el cálculo de la utilidad esperada que se le atribuye a la decisión de elegir una determinada hipótesis. Así, la elección de teorías podría representarse en términos bayesianos como la adopción de la teoría que el agente cree que maximiza la utilidad esperada. Como señalamos en la primera parte de este trabajo, Hempel emplea el término "utilidad epistémica" para referirse a la utilidad que proporciona la aceptación o el rechazo de una nueva hipótesis científica para los fines de la investigación pura, básica. Mediante el concepto de utilidad epistémica y una teoría adecuada de la probabilidad para hipótesis, según este autor, es posible formular una regla de aceptación inductiva de hipótesis para la investigación pura o básica. Así, empleando este cálculo de utilidades esperadas, quedaría en evidencia cómo, durante el proceso de elección de teorías, el científico formula juicios de valor de tipo epistémicos. Pero, como esta regla de aceptación inductiva que nos deja ante una paradoja similar a la paradoja de la lotería, Hempel sugiere que la medida de la utilidad epistémica debe reflejar la consideración de factores tales como la simplicidad del sistema total de las hipótesis aceptadas, su capacidad explicativa y predictiva, etc.²⁸

Es en este punto cuando Hempel recurre a la concepción histórico-pragmatista de la investigación científica sostenida por Kuhn. Hempel asimila los criterios compartidos u objetivos para la evaluación de teorías -que Kuhn menciona en "Objectivity, Value Judgment and Theory Choice"- con la noción de utilidad epistémica. Y acepta la conclusión kuhniana de que no es posible proporcionar una formulación precisa de estos criterios compartidos, una formulación que pudiera proveer una caracterización objetiva de la utilidad epistémica. Es importante señalar aquí que Hempel sostiene que la explicación pragmatista de Kuhn de la elección entre teorías no es enteramente satisfactoria, aunque la considera como una importante aproximación. Sin embargo, y contrariamente a lo que podría esperarse si se aceptara la crítica que Mayo ha dirigido contra la propuesta de Salmon, Hempel cuestiona la concepción kuhniana no

²⁷ Hempel, C.G, "Turns in the evolution of the problem of induction", *Synthese*, nº46, 1981

²⁸ Hempel, C.G, "Turns in the evolution of the problem of induction", *Synthese*, nº46, 1981, p. 399

por el excesivo peso que este autor le asigna a la influencia de los factores individuales o subjetivos en la evaluación y elección entre teorías, sino por su deficiente caracterización de la noción de progreso científico.

En efecto, de acuerdo con Kuhn, la elección entre teorías queda en manos de un grupo de especialistas profesionales, que están comprometidos con los criterios objetivos de simplicidad, fertilidad, alcance, consistencia y precisión. Pero, a pesar de que los científicos no comparten criterios precisos para la aplicación de esos conceptos, y de que sus preferencias están determinadas por factores idiosincrásicos, llegan, en ocasiones, a la aceptación consensuada de una de las teorías en competencia. Para justificar este proceso de elección entre teorías, Kuhn afirma que la conducta del científico ejemplificada en este proceso decisorio cumple con su función esencial de hacer progresar el conocimiento científico. Y agrega que, a falta de un modo alternativo de comportarse que pudiera cumplir esa misma función, los científicos deben comportarse tal como lo hacen si están interesados en que el conocimiento científico progrese.²⁹

Hempel cuestiona la propuesta de Kuhn, en primer lugar, porque este autor no especifica cuáles son los aspectos esenciales del proceder científico que hacen que la ciencia progrese. En segundo lugar, Hempel señala que Kuhn tampoco especifica qué es lo que cuenta como progreso o evolución del conocimiento científico. Otra dificultad de esta propuesta radica -de acuerdo con Hempel- en que la elección de teorías tal como es caracterizada por Kuhn no sería racional porque no está ligada a la deliberación que busca la consecución de determinados fines. De acuerdo con Hempel, en la versión kuhniana, la elección de teorías sería racional sólo en el sentido que los antropólogos llaman "patrones de conducta funcional latente", el cual sirve a una función que no buscaba cumplir.³⁰

Hempel considera que es posible superar las dificultades que ha señalado en la propuesta histórico-pragmatista de Kuhn y atribuir racionalidad a la elección entre teorías efectuada por medio de los criterios compartidos u objetivos. Para lograr esto, la imposición de estos criterios estándar debe considerarse como el recurso a un conjunto de medios para alcanzar el progreso del conocimiento científico. Pero, en lugar de concebir el progreso como un objetivo caracterizable independientemente de estos criterios compartidos, Hempel propone que sea concebido como el desarrollo de teorías que satisfagan cada vez más esos criterios.³¹

La propuesta de Hempel pone de manifiesto que no es acertada la crítica de Mayo, según la cual el puente que Salmon intentó tender entre las concepciones de Kuhn y del empirismo lógico no conectaría realmente estas concepciones. Y no lo haría, de acuerdo con esta autora, a causa de que los partidarios del empirismo lógico no aceptarían el subjetivismo característico de la postura de Kuhn. Más aún, la propia Deborah Mayo reconoce, en otros pasajes de su obra, que un modo posible de lograr esta conexión consiste en recurrir a la teoría bayesiana de la

²⁹ Kuhn, Th, "Reflections on my critics", *Criticism and the Grow of the Knowledge*, I. Lakatos and A. Musgrave (eds.), Cambridge, Cambridge University Press, 1970, p. 237.

³⁰ Hempel, C.G, "Turns in the evolution of the problem of induction", *Synthese*, nº46, 1981, p. 402

³¹ Hempel, C.G, "Turns in the evolution of the problem of induction", *Synthese*, nº46, 1981, p. 404

decisión que aconseja elegir la acción que maximiza la utilidad esperada. Mayo reconoce que este cálculo de utilidades proveería un lugar conveniente para ubicar la variedad de valores -tanto los valores compartidos como los factores relativos a las personalidades individuales y la biografía del científico- que Kuhn ve como la base de la elección de teorías.³² Así, la propuesta bayesiana subjetiva con la adición de algunas reglas de aceptación como las ofrecidas por la teoría bayesiana de la decisión constituiría un buen nexo con la propuesta de Kuhn. Y este es, precisamente, el camino que ha seguido Hempel en "Turns in the evolution of the problem of induction", camino que no parece capaz de eludir el relativismo. Pues, en la medida en que la noción de progreso científico no pueda caracterizarse independientemente de los criterios compartidos por los miembros de una comunidad científica en un momento dado de la historia de cierta disciplina —o de la ciencia en general-, esta noción se torna dependiente del contexto histórico, o de la comunidad científica que se considere.

³² Mayo, D, *Error and the Growth of Experimental Knowledge*, Chicago, University of Chicago Press, 1996, p.115

11.3. La definición de evidencia proporcionada por Achinstein.

Los argumentos de Achinstein que expusimos en las secciones precedentes no perseguían el objetivo de probar que la noción de probabilidad sea irrelevante con respecto a la definición de evidencia. Esta no es, en efecto, la opinión de Achinstein, que sólo intentaba mostrar que las definiciones habituales de la evidencia en términos de probabilidad son inadecuadas. Pero el autor también considera incorrectas las definiciones comunes de evidencia en términos de explicación, de acuerdo con las cuales E es evidencia potencial de H si y sólo si E es verdadera y si el hecho de que H fuera verdadera explicaría correctamente E. Achinstein asocia esta definición con la concepción de Hanson de la inferencia retroductiva, que es de la forma:

Se observa un fenómeno sorprendente E.

E sería explicable como algo normal si H fuera verdadera;

Por lo tanto, hay una razón para pensar que H es verdadera.

De acuerdo con Achinstein, esta definición está relacionada con el enfoque hipotético-deductivista según el cual si H es un explanans potencial de E —es decir, H contiene un enunciado legaliforme que implica E— entonces, si E resulta ser verdadera, E es evidencia confirmadora para H. Esta caracterización de evidencia potencial da lugar a la siguiente definición de evidencia verídica:

E es evidencia verídica de H si y sólo si H explica correctamente E —es decir, E es evidencia potencial de H— y H es verdadera.

Achinstein argumenta que de esta definición no constituye una condición necesaria ni suficiente para la evidencia potencial o la evidencia verídica. No constituye una condición necesaria porque E puede ser evidencia de que H aun cuando H no explique realmente E, y no pudiera explicar correctamente E aunque H fuera verdadera. Así, el hecho de que Juan tenga la herida que tiene en el pecho puede ser evidencia potencial o verídica de que morirá, aun cuando la hipótesis de que morirá no explique realmente y no pudiera explicar de manera correcta porqué tiene esa herida en el pecho.

Achinstein sostiene que la condición de explicación, aunque es necesaria de alguna manera, debería reformularse de modo que exigiera solamente la existencia de una conexión explicativa entre evidencia e hipótesis. Pues tampoco las definiciones habituales de evidencia en términos de conexiones explicativas proporcionan condiciones suficientes; dado que —como ilustra Achinstein— el hecho de que fuera verdadera la hipótesis de que

precisamente a las 2:07 de anoche cinco niños y dos niñas sacaron los 18.9 galones de gasolina que quedaban en el tanque de combustible de mi auto y los sustituyeron por agua, podría explicar correctamente porqué mi auto no arranca esta mañana. Pero esta circunstancia no sería evidencia de la verdad de la hipótesis mencionada, dado que es una razón muy pobre para creer en la verdad de tal hipótesis, que es muy específica. Pues podríamos imaginar una gran cantidad de hipótesis que pudieran explicar correctamente porqué mi auto no arranca esta mañana. Por ejemplo, la hipótesis de que exactamente precisamente a las 3:15 de anoche dos monos sacaron los 18.9 galones de gasolina que quedaban en el tanque de combustible de mi auto y los sustituyeron por plátanos machacados.³³

En este ejemplo, Achinstein recurre al principio de creencia razonable para rechazar la posibilidad de que E sea evidencia de H, pues argumenta que la evidencia E no es una buena razón para creer en la hipótesis H. Sin embargo, este principio exige que E sea una buena razón para creer en H a la luz de cierto antecedente informativo B. De este modo, el ejemplo de Achinstein debería incluir esta información previa B, que si, por caso, hiciera referencia al accionar de una banda de delincuentes juveniles que hurtan nafta por las noches, tornaría la circunstancia de que mi auto no arranca en una evidencia aceptable de la hipótesis de que a las 2:07 de anoche cinco niños y dos niñas sacaron los 18.9 galones de gasolina que quedaban en el tanque de combustible de mi auto y los sustituyeron por agua, pese a la exagerada especificidad de esta hipótesis. En consecuencia, aún podría sostenerse que la definición de evidencia en términos de explicación proporciona una condición suficiente de adecuación, aunque no una condición necesaria. Por otra parte, la circunstancia de que E pueda ser evidencia de una gran cantidad de hipótesis H_1, \dots, H_n no es una razón para negar que sea evidencia de cualquiera de ellas. Precisamente, como señalamos en la primera sección, lo que debe tenerse en cuenta es el sustento empírico comparativo que una misma evidencia puede aportar a dos o más hipótesis alternativas.

De acuerdo con Achinstein, aunque ni las definiciones de evidencia en términos de probabilidad ni las que se formularon en términos de explicación son adecuadas, es posible formular una correcta caracterización de la noción de evidencia si se combinan apropiadamente ambos tipos de definición. Según el autor, E es evidencia potencial de H si y sólo si:

- E es verdadera.
- E no implica a H.
- La probabilidad de H con respecto a E supera un cierto valor K -por ejemplo, 1/2-
- Es altamente probable que, supuesta la verdad de H y E, exista una conexión explicativa entre E y H.

³³ Achinstein, P., *La naturaleza de la explicación*, FCE, México, 1989, pp. 394-395

Nótese que, en la concepción de Achinstein E es evidencia potencial de H aún cuando H sea falsa. Además, el autor pretende que ésta es una noción objetiva, que no depende de las creencias de nadie. Por otra parte, y contrariamente a la opinión de Hempel y Carnap, E debe ser verdadera, pues si no lo fuera sería una evidencia doblemente potencial. El autor tampoco coincide con el punto de vista de Hempel y Carnap acerca de que E implica a H como caso límite, pues considera que si se acepta este requisito se obtendría un concepto de evidencia que no es el que efectivamente usamos. En efecto, Achinstein argumenta que si se acepta la condición de implicación, debería considerarse que el hecho de que una persona tenga la piel amarilla es una evidencia de que tiene piel.

En cuanto al concepto de evidencia verídica, Achinstein sostiene que E es evidencia verídica de H sí y sólo si:

- E es evidencia potencial de H
- H es verdadera.
- Existe una conexión explicativa entre la verdad de H y la de E.

De acuerdo con el autor, existe una conexión explicativa entre la verdad de E y la de H si y sólo si o bien H explica correctamente porqué E es verdadera, o bien E explica correctamente porqué H es verdadera, o bien existe otra hipótesis que explica correctamente porqué tanto H como E son verdaderas. En términos de su concepción ilocucionaria de la explicación como par ordenado, podemos decir que existe una conexión explicativa entre la verdad de E y H si y sólo si:

- o bien el par ordenado [la razón de que H es que E; explicar H] es una explicación correcta, es decir, E explica correctamente H
- o bien el par ordenado [la razón de que E es que H; explicar E] es una explicación correcta, es decir, H explica correctamente E.
- o bien existe una oración H' tal que los pares ordenados:
[la razón de que H es que H'; explicar H] y [la razón de que E es que H'; explicar E]
son explicaciones correctas, es decir, H' explica correctamente H y E.

Recordemos que, según la concepción de Achinstein, ϵ es una explicación de q si y sólo si:

- Q es una pregunta de contenido.
- ϵ es un par ordenado cuya primera componente es una proposición completa p que confiere contenido con respecto a Q, y su segunda componente es el acto de explicar q.

Achinstein sostiene que ésta una noción objetiva de explicación, porque no depende de las creencias que alguien pueda tener con respecto a p , Q , o a la explicación $\varepsilon=[p;\text{explicar } q]$. Por la misma razón el autor sostiene que también es objetivo el concepto de explicación correcta. Pues, de acuerdo con su propuesta:

Si $\varepsilon = [p; \text{explicar } q]$ es una explicación, entonces es una explicación correcta si y sólo si su proposición constitutiva p es verdadera.

Esta definición permitiría superar los ejemplos que Achinstein formuló con el propósito de mostrar la inadecuación de las concepciones tradicionales de evidencia. En efecto, en cuanto al primer ejemplo de la lotería, el autor puede afirmar que como no es probable la hipótesis de que Pedro ganará, entonces es muy pequeña la probabilidad de esta hipótesis dada la información E de que los billetes que no fueron comprados se destruyeron, aunque de los vendidos será elegido uno al azar. En consecuencia, E no es evidencia potencial ni verídica de que Pedro ganará, pero sí es evidencia potencial de que Juan ganará. Similarmente, en caso del segundo ejemplo de la lotería, la información E de que el miércoles se vendió el último de los 1001 billetes es evidencia potencial de la hipótesis H de que Ana ganará, aunque la probabilidad de esta hipótesis con respecto a E sea inferior a la probabilidad inicial de H , pues aun es elevada la probabilidad condicional de H con respecto a E y además es probable que E explique correctamente H . Sin embargo, esta última afirmación de Achinstein es por lo menos dudosa.

En el ejemplo del hombre que come cereal para evitar quedar embarazado, Achinstein sostiene que la información E de que este señor come cereal en el desayuno no es evidencia de la hipótesis de que no quedará embarazado, aunque la probabilidad condicional de esta hipótesis con respecto a E es elevada, pues no existe una conexión explicativa entre E y H . Sin embargo, el autor reconoce que este ejemplo podría modificarse de modo tal que su definición de evidencia se tornara inadecuada. En efecto, supongamos que la evidencia E' consiste en la información de que este señor come cereal en el desayuno para disminuir la ansiedad que siente porque cree que nunca podrá quedar embarazado, que es lo que él realmente desea. En tal caso, la hipótesis H de que no quedará embarazado explica correctamente E' , pues es probable que coma cereal para disminuir la ansiedad que siente porque cree que no quedará embarazado, y cree tal cosa porque realmente no quedará embarazado. Entonces, Achinstein tiene que conceder que E' sí es evidencia potencial y verídica de H , pero el autor argumenta que es razonable que E' sea evidencia de H , recurriendo a la distinción entre ser evidencia de una hipótesis y ser evidencia para alguien de una hipótesis, es decir entre un concepto objetivo y otro subjetivo de evidencia.

Achinstein sostiene que su concepto de evidencia verídica es objetivo, porque no depende de las creencias de nadie que E sea evidencia de H de acuerdo con su definición. Tanto su definición de evidencia potencial como la de

evidencia verídica satisfacen el principio de creencia razonable, según el cual si a la luz del antecedente informativo B, E es evidencia objetiva de H, entonces, dado B, E es al menos una buena razón para creer H. Pero este principio no relaciona la evidencia con lo que alguien está justificado en creer, de modo que E puede ser una buena razón para creer H aunque X no esté justificado en creer H por la razón E, pues, por caso, no está justificado para creer E. Así, este principio no es satisfecho por el concepto de evidencia subjetiva, pues, de acuerdo con Achinstein, E es evidencia —en un sentido fuerte— para X de H sólo si X cree que E es evidencia verídica de H, es decir:

- X cree que H es verdadera.
- X cree que E es verdadera.
- X cree que existe una conexión explicativa entre el hecho de que E sea verdadera y el de que H sea verdadera.
- X cree que H es verdadera por la razón E

Además, E es evidencia —en un sentido débil— para X de H sólo si X cree que E es evidencia potencial de H, es decir:

- X cree que es probable que H sea verdadera.
- X cree que E es verdadera.
- X cree que es probable que exista una conexión explicativa entre el hecho de que E sea verdadera y el de que H sea verdadera.
- X cree que es probable que H sea verdadera por la razón E

Estas nociones de evidencia para X de H son subjetivas porque la circunstancia de que E sea una evidencia para X de que H depende de las creencias de X acerca de E, de H y de su relación, pero no dependen de si efectivamente E es evidencia verídica o potencial de H. En consecuencia, a partir del hecho de que E sea evidencia para X de H, no puede inferirse que E sea al menos una buena razón para creer en H. En el caso del ejemplo del hombre que come cereal en el desayuno, Achinstein afirma que E' puede ser evidencia de H aunque no sea evidencia de H para nadie, puesto que nadie que crea que este señor no quedará embarazado puede creerlo por la razón E'.

Sin embargo, podría objetarse que este ejemplo pone de manifiesto que su definición de evidencia no satisface el principio de creencia razonable, dado que no es claro cómo E' podría ser al menos una buena razón para creer en H si nadie estaría dispuesto a creer en H por la razón de que E'. Y, si bien es cierto que H sí puede ser una buena razón para creer que E', entonces el principio de creencia razonable debería modificarse convenientemente si se desea que la definición achinsteiniana de evidencia lo satisfaga. En suma, en este ejemplo E' no puede ser evidencia para ningún X de H, pero creemos que puede sostenerse —en contra de Achinstein— que E' tampoco es evidencia —objetiva— de H, porque no se satisface en este caso el principio de creencia razonable; y, sin embargo, según la definición de evidencia de Achinstein E' debería aceptarse como evidencia de H.

Por otra parte, también es cuestionable la distinción efectuada por Achinstein entre los conceptos objetivos y subjetivos de evidencia, ya que aun los conceptos que él considera objetivos están fundados en la noción de explicación correcta. Y, como se discutió en la sección anterior, el autor no proporciona un conjunto de condiciones necesarias y suficientes para determinar qué es una explicación y qué no lo es. Achinstein sólo proporciona una concepción contextualmente relativizada de la explicación que plantea la dificultad de establecer si son consideraciones de índole puramente subjetiva las que determinan si algo es una explicación. En consecuencia, aún las definiciones de evidencia que el autor considera objetivas son susceptibles de ser interpretadas como subjetivas.

Con todo, Achinstein sostiene que su definición de evidencia también elude el problema que plantea el tercer ejemplo de la lotería a las definiciones tradicionales de evidencia. Pues la información E de que Juana sólo tiene el último billete del total de un millón de billetes de lotería y lo compró el miércoles, no es evidencia potencial de la hipótesis de que Eugenio no ganará. Pues no es probable que la razón por la cual Eugenio no gane sea que Juana compró el último billete, ni tampoco que la razón por la cual Juana compró el último billete es que Eugenio no ganará, ni tampoco que exista otra hipótesis que explique tanto H como E. Similarmente, en el ejemplo del auto que no arranca, según Achinstein, esta información no es evidencia potencial de la hipótesis H referida a los niños que sustituyeron el combustible por agua. Pues, según el autor, no es elevada la probabilidad de H dada E. No obstante, como ya señalamos al analizar este ejemplo, a la luz del antecedente informativo adecuado—por ejemplo, el conocimiento del accionar de una banda de delincuentes juveniles que roban combustible— la probabilidad de H dado E podría ser elevada.

En suma, creemos que algunos de los mismos contraejemplos que Achinstein esgrime contra las definiciones tradicionales de evidencia, ponen de manifiesto que su concepción tampoco es adecuada. Pues la existencia de una conexión explicativa entre la hipótesis y la evidencia, y la satisfacción del requisito de alta probabilidad no parecen constituir un conjunto de condiciones necesarias y suficientes para que cierta información sea evidencia de una hipótesis. Más aun, su propuesta plantea una dificultad ulterior, que es la de cómo se establece la existencia de una conexión explicativa entre hipótesis y evidencia. Si se considera la discusión referida a la su concepción ilocucionaria de la explicación, el autor debería sostener que la existencia de una conexión explicativa sólo puede determinarse empíricamente.

En efecto, si la existencia de tal conexión fuera decidible a priori, entonces la definición de evidencia de Achinstein sería susceptible al contraejemplo del hombre que ingiere arsénico pero muere como consecuencia de un accidente automovilístico no vinculado con la ingesta del veneno. Sea E la hipótesis de que en el momento t Juan ingirió una libra de arsénico, y sea B el *background* de conocimientos disponibles según el cual quien ingiere una libra de arsénico muere dentro de las 24 horas de haber ingerido esa sustancia. Sea H la hipótesis de que Juan morirá en el momento t', tal que $t + 24 \text{ hs} < t'$. En estas condiciones, la probabilidad de H con respecto a E y al *background* de

información disponible es muy elevada, y además podría afirmarse a priori que existe una conexión explicativa entre H y E. Pero, de hecho, Juan muere como consecuencia del accidente automovilístico. Si la existencia de una conexión explicativa entre H y E fuera decidible a priori, entonces deberíamos aceptar que E es evidencia de H. Así, la concepción de evidencia que Achinstein proporciona no permite establecer si cierta información es o no evidencia de una hipótesis, a menos que ya se tenga un conocimiento empíricamente fundado de la relación entre E y H.

No obstante, Achinstein considera que su caracterización de la noción de evidencia permite resolver el problema de la evidencia previa que afecta a la concepción bayesiana de evidencia confirmadora. Pero el autor emplea esta definición de evidencia para legitimar la consideración de que la evidencia previa confirma la teoría, aunque sólo sustenta -pero no incrementa- su alta probabilidad, es decir, para poder concluir que la evidencia previa es una evidencia genuina, al menos en ciertos casos. En efecto, de acuerdo con Achinstein, dado un conjunto de fenómenos S que representa el *background* de información disponible, y otro conjunto de fenómenos O que no pertenecen a S y que se derivan de T, entonces O es evidencia para T, dado S, si y sólo si:³⁴

- O y S son verdaderos, es decir $p(O)=1$ y $p(S)=1$.
- T no es implicada por la conjunción de O y S, es decir que no ocurre que $p(T/O \wedge S)=1$.
- $p(T/O \wedge S) > K$, donde K representa un valor elevado de probabilidad.
- La probabilidad de que exista una conexión explicativa entre T y O, si se supone dada la conjunción de T y los fenómenos de los conjunto O y S, es elevada. Es decir $p(C/T \wedge O \wedge S) > K$, donde C simboliza la existencia de una conexión explicativa entre T y O, y K representa un valor elevado de probabilidad.

Achinstein concluye que la evidencia previa no siempre es evidencia genuina, pero lo es si se satisfacen las siguientes condiciones:

- 1- la probabilidad de la teoría es alta dadas la evidencia previa y otra información disponible, según la tercera condición de su definición de evidencia.
- 2- cuando, si se asume la verdad de la teoría y de su evidencia previa, es altamente probable que haya una conexión explicativa, y no simplemente derivativa, entre ellas. Una evidencia genuina requiere la probabilidad de una conexión explicativa entre la hipótesis y la pretendida evidencia, según la cuarta condición de su definición de evidencia.

³⁴ Achinstein, P., "Explanation and 'Old Evidence'", *Philosophica*, 1993, 51, pp. 125-137

Achinstein afirma que la tercera condición de su definición es equivalente al criterio de elevada probabilidad. Eso significa que identifica $p(T/O \wedge S)$ y $p(T/O)$, hecho que contribuye a oscurecer -más aún que en su primer tentativa de solución- la relación entre O y S . Pero además, si $p(T/O \wedge S) = p(T/O)$, entonces $p(T/O)$ no puede asumir el valor 1 -de acuerdo con la segunda condición de la definición de Achinstein- de modo que sólo puede ocurrir:

- que O se derive de T , pero T no se derive de O .
- que O no se derive de T , ni T se derive de O .

En ambos casos sucederá que $p(T/O) \leq p(T)$, de modo que $p(T/O \wedge S) \leq p(T)$. Y, en consecuencia $p(T) > K$ pero no puede alcanzar el valor 1, según la segunda y tercera condición de la definición de Achinstein. En suma, las condiciones de la definición dada son necesarias, pero insuficientes, pues similarmente a lo que sucedía con el criterio de elevada probabilidad, es necesario explicitar además el requisito de que $p(T) > K$. En efecto, éste no se desprende de la definición de Achinstein, sino de ella junto con la advertencia del autor de que $p(T/O \wedge S) = p(T/O)$, que no integra la definición. Pero esta advertencia no forma parte de su definición -creemos- pues si lo hiciera se pondría de manifiesto que no hay un criterio que permita diferenciar los fenómenos que componen el conjunto O de los que integran S , y en consecuencia, que no es clara la relación entre el conjunto de fenómenos S y la teoría T .

En efecto, la identidad $p(T/O \wedge S) = p(T/O)$ puede conducir al resultado $p(T/O \wedge S) \leq p(T)$ cualesquiera sean las posibles relaciones entre S y T , y la circunstancia de que S y T puedan relacionarse de cualquier modo permite que elijamos para S un conjunto de fenómenos completamente irrelevantes tanto con respecto tanto a T como a O . Pero además, nos obliga a rechazar el supuesto de que la evidencia de una teoría debe aumentar su grado de probabilidad o confirmación, de que la probabilidad condicional de la teoría con respecto a su evidencia inductiva debe ser mayor que la probabilidad absoluta de la teoría. Es por eso que, en realidad, la introducción de S en la tercera condición de la definición de Achinstein parece ser sólo un artificio para evitar que la exigencia de que $p(T/O \wedge S) > K$ de esta definición se identifique con el criterio de elevada probabilidad, que el autor consideraba insuficiente. Además, su propuesta no parece poder responder satisfactoriamente a los siguientes interrogantes:

- ¿Qué relación hay entre el *background* de información disponible S y la teoría T ?
- ¿Qué relación hay entre esa información disponible S y la evidencia previa O ?
- ¿Cualquier información, aunque sea irrelevante con respecto a T , puede ser parte del conjunto S ?

En suma, considero que la definición de Achinstein sólo difiere de las tradicionales cuestionadas por él en la inclusión un requisito que vincula la idea de confirmación inductiva con la de corrección explicativa. Pues el autor concluye que una evidencia genuina requiere la probabilidad de una cierta conexión explicativa entre la hipótesis y la evidencia, lo que no necesariamente requiere que la hipótesis explique la evidencia, como en el enfoque retroductivista. El autor caracteriza la noción de conexión explicativa apelando a la de explicación correcta. Pero este requisito que incorpora a la definición de evidencia torna vaga e imprecisa su caracterización de la relación entre teoría y evidencia. En efecto, como señalamos en la segunda parte de este trabajo, Achinstein no proporciona un criterio que permita establecer una demarcación entre lo que constituye una explicación y lo que no. Por lo tanto, tampoco hay modo de determinar qué es una explicación correcta y, en consecuencia es imposible establecer en qué casos hay una conexión explicativa entre cierta hipótesis y su supuesta evidencia. Entonces, no parece posible decidir si se satisface o no la cuarta condición involucrada en su definición de evidencia, de modo que no puede considerarse que el autor haya logrado formular un conjunto de condiciones necesarias y suficientes para que cierta información sea evidencia de una hipótesis.

Es preciso aclarar, en este punto, que Achinstein sostiene que la corrección de una explicación no depende de la deducibilidad ni de condiciones contextuales.³⁵ Pues hay explicaciones correctas que no son deducciones y deducciones que no son explicaciones correctas. Así, el autor rechaza identificar la noción de explicación correcta con la de deducibilidad, señalando que ésta no es una condición necesaria ni suficiente para que se dé aquella. Y si no procediese así, incurriría en una manifiesta circularidad, ya que la noción de deducibilidad es parte de la definición de evidencia que Achinstein intenta establecer fundándose en la de explicación correcta. Además, Achinstein sostiene que el concepto de explicación necesario en esta definición es el concepto no contextual de explicación correcta. Aduce que, si podemos asumir que las probabilidades evocadas en la definición de evidencia son probabilidades objetivas, podremos concluir que el concepto de evidencia resultante es objetivo, independiente de las creencias y conocimientos de cualquiera.

En este punto, es razonable que el autor procure eliminar los factores pragmáticos, pues su consideración conduce a disociar la capacidad explicativa de una teoría de la evidencia en su favor, ya que la adecuación contextual de una explicación no parece poder incrementar la confirmación de la teoría explicativa. Sin embargo, no creemos que sea posible eliminar estos factores pragmáticos de su noción de explicación correcta, dado que ya forman parte de la definición de explicación que Achinstein proporciona. Y tampoco es posible asegurar que esta noción de explicación correcta sea objetiva, como el autor pretende. Así, en la siguiente sección analizaremos la posibilidad de que la forma de evaluar las explicaciones propuesta por Achinstein permita la eliminación de las consideraciones de índole pragmática involucradas en su definición de evidencia inductiva, y la plausibilidad de su afirmación de que esta definición es objetiva.

³⁵ Achinstein, P., "Explanation and 'Old Evidence'", *Philosophica*, 1993, 51, pp. 125-137

11. 4. Evidencia objetiva y corrección explicativa.

Dada la importancia de la noción de explicación correcta en la caracterización que Achinstein proporciona del concepto de evidencia, analicemos ahora el modo cómo el autor evalúa las explicaciones. Conviene recordar que, si Q es una pregunta de contenido, entonces el acto de explicar q —que es la forma indirecta de la pregunta Q— al emitir U es un acto en el cual U se emite con la intención de hacer comprensible q al producir el conocimiento de la proposición que expresa U, que es una respuesta correcta a Q. Esta explicación resultará correcta si y sólo si la proposición que expresa U es una respuesta correcta a Q. Pero, como ya señalamos en la segunda parte de esta tesis, Achinstein reconoce no saber cómo establecer condiciones generales para que una respuesta a una pregunta sea una respuesta correcta.

En efecto, decir que P es una respuesta correcta a Q si y sólo si P es verdadera y se puede expresar por medio de una oración que se obtiene a partir de un esquema de respuesta completa para Q llenando el espacio en blanco, no es una condición necesaria ni suficiente. No es una condición suficiente porque, por caso, si Q es la pregunta “¿Por qué se expandió ese metal?”, entonces un esquema de respuesta completa para Q es “La razón por la que se expandió ese metal es”. Pero a partir de este esquema puede obtenerse la proposición P “La razón por la cual se expandió ese metal es fácil de comprender”, que no es una respuesta correcta a Q. Pero, además, esta condición tampoco es necesaria, pues la proposición “Ese metal fue calentado” no se obtiene del modo que la condición requiere y, sin embargo, explica correctamente Q.

Luego de admitir que no puede proporcionar condiciones para determinar si una respuesta a una pregunta es una respuesta correcta, el autor se limita a formular requisitos de corrección para respuestas a preguntas de contenido. Estos requisitos son:

“P es una respuesta correcta a una pregunta de contenido Q si P es verdadera y es una proposición completa que confiere contenido con respecto a Q, o bien si (VP^*) (P* es una proposición completa que confiere contenido con respecto a Q, P* es verdadera y P* se puede expresar mediante una oración que confiere contenido cuya versión incompleta expresa P)”

Así, la respuesta “La razón por la cual se expandió ese metal es fácil de comprender” no puede considerarse correcta porque no es una proposición completa que confiera contenido al sustantivo de contenido “razón” con respecto a Q. En cambio, la respuesta “Ese metal fue calentado” sí es correcta porque es la versión incompleta de la proposición completa que confiere contenido al sustantivo de contenido “razón” con respecto a Q, es decir, es una versión incompleta de la proposición “La razón por la cual se expandió ese metal es que fue calentado”.

Achinstein afirma que según su condición de corrección, P puede ser una respuesta correcta a Q aun cuando P sea falsa, pero eso sólo puede ocurrir cuando P es expresable por medio de una versión incompleta de una proposición completa que confiere contenido a un sustantivo de contenido con respecto a una pregunta Q, siendo esta última proposición verdadera. En suma, como en la concepción de Achinstein el par ordenado [P; el acto de explicar q] es una explicación sólo si Q es una pregunta de contenido y P una proposición completa que confiere contenido a un sustantivo de contenido con respecto a Q, entonces su condición de corrección para las explicaciones puede formularse del siguiente modo:

- Si [P; el acto de explicar q] es una explicación, entonces es una explicación correcta si y sólo si P es verdadera.

Sin embargo, creemos que este criterio de corrección es insatisfactorio, porque se sustenta en las nociones de sustantivo de contenido, proposición que confiere contenido a un sustantivo de contenido y pregunta de contenido, nociones cuya imprecisión y ambigüedad ya discutimos en la segunda parte de este trabajo. Pero, además, es importante recordar que en ese punto concluimos que la definición de explicación proporcionada por Achinstein no permite establecer qué par ordenado constituye una auténtica explicación. Ahora bien, la condición de corrección propuesta tiene como antecedente la afirmación de que cierto par ordenado es una explicación. En consecuencia, podemos derivar la extraña consecuencia de que si ese par ordenado no es una explicación genuina –sino sólo una pseudo explicación que satisface los requisitos de Achinstein-, de todos modos será una explicación correcta.

Por otra parte, el par ordenado en que consiste una explicación tiene como segunda componente un acto de explicar entonces, como se analizó en la segunda parte de este trabajo, la circunstancia de que una cierta preferencia se considere o no como un acto de explicar depende, entre otros factores, de que el emisor haya seguido las instrucciones apropiadas para el contexto en el cual emitió su preferencia. Así, el concepto de acto de explicar -y, en consecuencia, el de explicación mismo- se tornan relativos al contexto de emisión, dependiente de consideraciones pragmáticas. Más aún, Achinstein no muestra la posibilidad de disponer de criterios objetivos para determinar la conveniencia de las instrucciones que deben satisfacerse en cada contexto para considerar que una cierta preferencia es un acto de explicar. De modo que no es evidente que haya criterios objetivos para establecer si el producto de un acto ilocucionario es o no una explicación. Por lo tanto, no puede sostenerse -como hace el autor- que su concepto de explicación correcta es objetivo e independiente del contexto de emisión. De modo que la definición de evidencia que Achinstein formula fundándose en su concepción de la explicación tampoco puede evitar la relativización contextual, ni se puede asegurar su carácter objetivo.

Es importante destacar que, pese a que es parte de su definición de evidencia confirmadora, Achinstein admite que este criterio de corrección de las explicaciones es insuficiente por dos razones. En primer lugar, el criterio de corrección es insuficiente para evaluar las explicaciones porque una explicación puede ser buena sin ser correcta. Así, según Achinstein, la explicación de Ptolomeo del movimiento de los planetas era incorrecta aunque tenía un mérito considerable. Pero independientemente de cuál sea nuestro juicio acerca de este ejemplo en particular, debemos enfatizar que resulta por lo menos extraño que en la definición de evidencia confirmadora se emplee una noción de explicación correcta que no supone que una explicación tal sea científicamente apropiada. Podría admitirse que, desde la perspectiva histórica, no es sorprendente que la aceptabilidad científica de una explicación no garantice su corrección ni, por lo tanto, asegure que la información allí involucrada como evidencia confirme efectivamente la hipótesis explicativa. Pero lo que no puede justificarse es la pretensión del autor de haber proporcionado una noción objetiva y no contextualmente relativizada de evidencia, fundada en un concepto de explicación correcta que no se corresponda con el de explicación buena, informativa o aceptable para la ciencia. En segundo lugar, habría otra razón por la cual —según Achinstein— no puede considerarse que el criterio de corrección que formuló es satisfactorio. El autor señala que una explicación puede ser correcta sin ser particularmente buena, es decir, instructiva, informativa, científica.³⁶ Por ejemplo, de acuerdo con este criterio de corrección, es correcta la siguiente explicación [la razón por la que murió Juan es que tenía una infección; el acto de explicar por qué murió Juan]. Sin embargo puede objetarse que esta explicación no es suficientemente informativa.

No obstante, puede cuestionarse en este punto que, si una explicación como la mencionada es correcta, entonces también debe serlo la siguiente [la razón por la que Juan tenía una herida en el pecho es que Juan morirá; el acto de explicar por qué Juan tenía una herida en el pecho]. En consecuencia, la hipótesis de que “Juan morirá” podría considerarse una explicación correcta de la evidencia “Juan tenía una infección”, contrariamente a lo que Achinstein sostuvo al argumentar que no es una condición necesaria que la hipótesis explique la evidencia para que ésta sea evidencia genuina de aquella. Este resultado anti-intuitivo se origina en un problema central que la concepción ilocucionaria de la explicación formulada por Achinstein no puede resolver: el problema de la relevancia explicativa.

En efecto, podría esgrimirse en defensa de Achinstein que la explicación [la razón por la que Juan tenía una herida en el pecho es que Juan morirá; el acto de explicar por qué Juan tenía una herida en el pecho] no es correcta porque no se satisface la condición de que la proposición constitutiva de la explicación sea verdadera. Es decir, podría argumentarse que no puede ser verdadero que la razón por la cual Juan tiene una herida en el pecho es que morirá. Sin embargo, en la concepción de Achinstein, esto sólo puede decidirse empíricamente. Y, aunque en este ejemplo es obvio que la hipótesis no es explicativamente pertinente con respecto a la supuesta evidencia, podríamos pensar en otros casos en los cuales esto no suceda. Reconsideremos el caso de Juan, quien ingirió una libra de arsénico en el

³⁶ Achinstein, P, *La naturaleza de la explicación*, FCE, México, 1989, p.130.

momento t y murió antes de que se cumplieran las 24 horas a partir de t , pero no a causa de la ingesta del tóxico sino a causa de un accidente de tránsito no relacionado con esa ingesta. En este ejemplo es manifiesto que la explicación [La causa por la que Juan murió antes de las 24 horas posteriores a t es que ingirió una libra de arsénico; explicar por qué murió Juan antes de las 24 horas posteriores a t] puede considerarse correcta a menos que ya se sepa de antemano que la causa de su muerte fue el accidente de tránsito y no la ingesta del tóxico.

En otras palabras, en la concepción de Achinstein, la relevancia explicativa de una hipótesis con respecto a la evidencia sólo puede determinarse empíricamente. Por eso, el autor reconoce que los defensores de la concepciones tradicionales de la explicación objetarían que su criterio de corrección no es lo suficientemente iluminador porque no indica cuándo son verdaderas las proposiciones expresadas por oraciones como “la razón por la que P es que R ”, o “La causa de que suceda P es que R ”, etc. Los autores tradicionales -como Hempel y Salmon- buscan, en cambio, una definición de la noción de explicación correcta que excluya estas proposiciones de las explicaciones porque se proponen formular un criterio a priori de corrección de las explicaciones. En contraste, el enfoque ilocucionario de Achinstein admite —e, incluso, requiere— que en las explicaciones se empleen los términos “razón”, “causa”, etc.

Achinstein argumenta en defensa de su concepción ilocucionaria que los requisitos impuestos a los modelos tradicionales impiden la formulación de condiciones necesarias y suficientes para la corrección de las explicaciones. En particular, Achinstein analiza dos de estos requisitos, el que denomina “NIOS” y el de aprioridad, y sostiene que el fracaso de las concepciones tradicionales de la explicación se debe a que pretenden la satisfacción conjunta de ambos requisitos. Pero, según el autor, estos requisitos no pueden satisfacerse simultáneamente; así, su propuesta sólo satisface el requisito de aprioridad, pero no el NIOS.

El requisito NIOS prohíbe que el explanans contenga una oración singular —es decir, una oración que describa un suceso particular- o una conjunción de oraciones singulares que implique el explanandum. Este requisito plantea la dificultad de que su aplicación requiere la previa caracterización del concepto de oración singular. Una de las razones para exigir este requisito es que evita las autoexplicaciones del tipo “Este metal se expandió porque se expandió”. La segunda razón es que las concepciones tradicionales enfatizan el papel de las leyes generales en las explicaciones científicas, porque consideran que proporcionan un vínculo esencial entre las oraciones singulares del explanans y la oración singular explanandum. Así, explicar un suceso particular es relacionarlo con otros sucesos particulares mediante una ley. Si las oraciones singulares del explanans implicaran por sí mismas al explanandum, las leyes serían innecesarias. En tercer lugar, este requisito elimina del explanans oraciones que introducen términos explicativos como “porque”, “explica”, “debido a”, “a causa de”, “razón”, “causa”, etc., que intervienen en lo que Achinstein denomina “oraciones de explicación.” Por ejemplo, el explanans de el explanandum “este metal se expandió” no puede ser —

según los modelos tradicionales- la oración explicativa “el que se haya calentado este metal explica por qué se expandió”, o “la razón por la que se expandió este metal es que fue calentado”.³⁷

En suma, si Q es una pregunta de la forma “¿por qué sucede P?” donde P es una oración singular, entonces el requisito NIOS excluye del explanans cualquier oración que exprese una proposición completa que confiera contenido con respecto a Q. Es decir que este requisito excluye del explanans oraciones como “E explica por qué P”, o “la razón de que P es que E”, etc. Cualquiera de estos explanans, si fuera verdadero, explicaría correctamente P, pero según los modelistas no lo explicaría correctamente “en la forma adecuada”. En efecto, según el enfoque tradicional, un explanans explica correctamente de la forma adecuada sólo si las conectivas explicativas se analizan en términos no explicativos, porque uno de los propósitos de un modelo de explicación es definir términos como “explicar”, “razón”, “causa”, “porqué”, y no permitir que sean usados como términos primitivos en el interior de un explanans.

En cambio, en el enfoque del par ordenado, si [P; explicar q] es una explicación de q, entonces P es una proposición completa que confiere contenido con respecto a Q, y entre las proposiciones completas que confieren contenido se cuentan aquellas que pueden expresarse por medio de oraciones de la forma “La razón por la que es que”, o “..... porque”. Con todo, Achinstein considera que poder explicar q al emitir oraciones que expresan esta clase de proposiciones no torna circular el tratamiento ilocucionario de la explicación. Pero admite que los modelistas pueden alegar que las explicaciones que tienen como constituyentes este tipo de proposiciones no son suficientemente esclarecedoras, y que debe poderse definir un concepto de explicación correcta que excluya tales proposiciones.

El segundo requisito impuesto por las concepciones tradicionales, el requisito de aprioridad, exige que la única consideración empírica involucrada en la determinación de si el explanans explica correctamente al explanandum, se refiera a la verdad del explanans, en tanto que las demás consideraciones son de naturaleza a priori. De modo que la cuestión de si un explanans explica potencialmente el explanandum es una cuestión que puede decidirse independientemente de toda consideración empírica. Así, por caso, debe excluirse una condición que exija que el explanans explique potencialmente al explanandum sólo si hay una ley universal o estadística que relacione explanans y explanandum. Pues el que exista ley semejante no es una cuestión a priori.³⁸

A partir de estas consideraciones puede entenderse por qué los partidarios de la concepción tradicional de la explicación no pueden considerar adecuado el enfoque del par ordenado, de acuerdo con el cual si [P; explicar q] es una explicación, entonces es correcta si y sólo si P es verdadera. En efecto, como la propuesta de Achinstein se limita al tratamiento de preguntas acerca de la ocurrencia de sucesos particulares, Q será expresable mediante una oración de la forma “¿Por qué ocurrió el suceso S?”. Pero el explanans de la explicación [P; explicar q] es la proposición P,

³⁷ En realidad, estas oraciones explicativas no son estrictamente singulares porque implícitamente tienen ciertas características generales.

³⁸ Lo que sí pueden exigir los defensores de la concepción tradicional es que haya un enunciado legaliforme en el explanans, ya que estos autores consideran que el carácter nomológico de los enunciados es una cuestión que puede decidirse a priori. No obstante, ninguna propuesta en este sentido ha mostrado ser exitosa.

que es una proposición completa que confiere contenido con respecto a Q. Así que el explanans puede expresarse mediante una oración de la forma "La razón por la que el suceso S ocurrió es que ...". Achinstein afirma que su enfoque satisface el requisito de aprioridad, porque la única consideración empírica en la determinación de si el explanans explica correctamente ese explanandum, es la verdad del explanans. Pero admite que no cumple con el requisito NIOS, porque cualquier oración de la forma "La razón por la que el suceso S ocurrió es que ..." es una oración singular que implica el explanandum, es una oración de explicación que contiene una conectiva explicativa que los partidarios de la concepción tradicional quieren excluir del explanans.

Sin embargo, creemos que el modelo de Achinstein no satisface el espíritu del requisito de aprioridad, porque la circunstancia de que sea necesario determinar empíricamente la verdad de la oración constitutiva de la explicación significa que la relevancia explicativa del explanans con respecto al explanandum se establece empíricamente. En cambio, los partidarios de la concepción tradicional consideran que la relevancia explicativa depende de consideraciones puramente a priori, como por ejemplo, la de si el explanandum se deduce del explanans. En suma, la diferencia entre el papel que cumplen las consideraciones empíricas en el enfoque tradicional y en el de Achinstein radica en que, en el primero, mientras no se determine —empíricamente— el valor de verdad de los enunciados explanantes, tendremos una explicación potencial pero correcta en la medida en que se satisfacen las condiciones lógicas de adecuación de las que depende la relevancia explicativa del explanans con respecto al explanandum. En cambio, en el enfoque de Achinstein, hasta que no se determina empíricamente la verdad del explanans, no está garantizado que éste sea explicativamente pertinente con respecto al explanandum, pero esta garantía sólo puede obtenerse empíricamente.

Con todo, Achinstein sostiene que puede defender su modelo de la acusación de ser inferior a los formulados en el marco de la concepción tradicional de la explicación, ya que considera que estos otros modelos tampoco satisfacen efectivamente el requisito de aprioridad. Con el propósito de sustentar su afirmación, menciona contraejemplos del modelo nomológico deductivo en los cuales, aunque el explanans es verdadero y que se satisfacen las otras condiciones, el explanandum no es un suceso que ocurre a causa de lo que se menciona en el explanans sino por otra razón. Similarmente, con otros contraejemplos que propone para algunas de las variantes del modelo nomológico deductivo, Achinstein argumenta que aunque se pueda determinar a priori si satisfacen los requisitos del modelo, no se puede establecer a priori si el explanans explica correctamente el explanandum. Pues aunque en el explanans se incluya una ley que diga que los sucesos mencionados en el explanans y en el explanandum están necesaria e invariablemente ligados, la verdad de la ley y de las otras proposiciones explanantes no es garantía de que el explanandum ocurrió a causa de los sucesos mencionados en el explanans. Pero, si se incluye en el explanans una oración que especifique que el suceso a explicar ocurrió a causa de los factores mencionados en el explanans, entonces se viola el requisito NIOS.

Así, por ejemplo, en el caso del modelo de interdependencia funcional de Woodward, si el explanandum es "Este péndulo tiene una longitud de 100 cm" podríamos proporcionar el siguiente explanans "Este péndulo es un péndulo simple. El período de este péndulo es de 2.03 seg. El período T de un péndulo simple está relacionado con su longitud L por medio de la fórmula $T=2\pi\sqrt{L/g}$, siendo $g=980 \text{ cm/seg}^2$ " Achinstein argumenta que aunque se satisfacen las condiciones del modelo en cuestión, el período de un péndulo no es la causa de su longitud. Así, aun cuando el explanans sea verdadero y se satisfaga la condición de interdependencia funcional, no se sigue que sea verdadera la proposición "ese péndulo tiene una longitud de 100 cm. porque es un péndulo simple con periodo de 2.03 seg. y es válida la ley del péndulo simple". De acuerdo con Achinstein, el valor de verdad de esta oración sólo puede determinarse empíricamente.

Achinstein afirma que tampoco podría resolverse esta dificultad restringiendo las condiciones que debería satisfacer la oración legaliforme explanante, por ejemplo, requiriendo, una oración legaliforme que relacione sucesos espacio-temporalmente contiguos. Así, el autor cuestiona la exigencia de Jaegwon Kim de que el explanans tenga que describir un suceso o cadena de sucesos espacio-temporalmente contiguos al suceso explanandum. De acuerdo con Jaegwon Kim, un enunciado nomológico debería tener la siguiente forma:

1. $\Delta x \Delta t \Delta t'$ (x tiene P en t y $ubi(x,t)$ es espacialmente contiguo a $ubi(x,t')$ y t es temporalmente contiguo a t' \rightarrow x tiene Q en t')
2. $\Delta x \Delta y \Delta t \Delta t'$ (x tiene P en t y $ubi(x,t)$ es espacialmente contiguo a $ubi(y,t')$ y t es temporalmente contiguo a t' \rightarrow y tiene Q en t')

En estas definiciones, " $ubi(x, t)$ " designa la ubicación espacial de x en el momento t, y el símbolo " \rightarrow " expresa la idea de implicación causal o nomológica.³⁹

Achinstein considera que esta solución también sería rechazada por los partidarios de la concepción tradicional, porque si el signo " \rightarrow " debe interpretarse causalmente, entonces en el explanans aparecerán oraciones de explicación que contienen conectivas de carácter explicativo que estos autores intentan definir por medio de sus modelos de explicación. Pero, además, quedarían excluidas explicaciones generalmente consideradas aceptables pero en las cuales los sucesos mencionados en el explanans y en el explanandum no son espacio-temporalmente contiguos. Por otra parte, esta propuesta no evitaría todos los contraejemplos, como el del péndulo, si se interpreta el signo de implicación como una implicación nomológica pero no causal. Pero si la implicación se interpreta nomológica pero no causalmente, no podrá determinarse a priori si el explanans, en el caso de ser verdadero, explica correctamente al

³⁹ Kim, J., "Causation, Nomic Subsumption and the Concept of Event", *Journal of Philosophy*, 70, 1973, 217-236

explanandum, o si el explanandum ocurrió porque fue operativo otro suceso no mencionado en el explanans ni relacionado con él. Achinstein considera que toda explicación causal garantiza la pertinencia explicativa del explanans con respecto al explanandum. Sin embargo, el autor admite explícitamente en el capítulo en el que caracteriza las explicaciones causales es que emplea una noción de causalidad que no ha definido.⁴⁰

El autor concluye que no se puede cumplir el requisito de aprioridad porque es una cuestión empírica la de si el explanans explica correctamente el explanandum. Y si se incluye en el explanans una oración de carácter explicativo que garantice esto, no se cumplirá el requisito NIOS: Por lo tanto, no pueden tener éxito los modelos que exigen simultáneamente la satisfacción del requisito de aprioridad y del NIOS. En otras palabras, si el explanans no puede contener oraciones singulares que impliquen el explanandum —es decir, si se cumple el requisito NIOS— entonces será una cuestión empírica y no a priori la de si el explanans en caso de ser verdadero explica correctamente el explanandum —es decir, no se cumplirá el requisito de aprioridad—. La resolución de esta cuestión empírica supone la determinación de los valores de verdad de ciertas oraciones singulares —oraciones de explicación, oraciones que confieren contenido a un sustantivo, o similares— que implican el explanandum, de lo contrario los factores mencionados en el explanans no serán explicativamente pertinentes con respecto al suceso descrito en el explanandum.

Así, supongamos que para el explanandum "ocurrió e" ofrecemos el explanans "la razón por la que ocurrió e es que sucedió f". En esta explicación se satisface el requisito de aprioridad, por que es una cuestión a priori la de si el explanans, en caso de ser verdadero, explica correctamente el explanandum. Pero no se cumple el requisito NIOS, ya que "La razón por la que ocurrió e es que sucedió f" es una oración singular que implica el explanandum, es una oración de explicación que contiene el término "razón", un término del tipo que los modelistas quieren eliminar del explanans. Supongamos, ahora, que modificamos el explanans de modo que no contenga tales términos empleando la oración explanante "ocurrió f". Pero ahora será una cuestión empírica y no a priori la de si el explanans, en caso de ser verdadero, explica correctamente el explanandum. Esta cuestión empírica supone la determinación del valor de verdad de una oración del tipo de "La razón por la que ocurrió e es que sucedió f", y esto no puede determinarse simplemente apelando a la existencia de una ley que relaciones e con f—como en el modelo de cobertura legal—, o a la homogeneidad de una partición—como en el modelo de relevancia estadística de Salmon— o a la posesión de ciertas propiedades esenciales—como pretende Brody.

En suma, Achinstein sostiene que si buscamos un conjunto de condiciones suficientes cuya satisfacción garantice que un explanans explicará correctamente el explanandum, entonces tendremos que emplear oraciones de explicación o, de manera más general, oraciones que confieren contenido a un sustantivo de contenido, como "La razón por la que ocurrió e es que sucedió f". Los modelistas excluyen estas oraciones del explanans porque no

⁴⁰ Achinstein, P., *La naturaleza de la explicación*, FCE, México, 1989, pp.267-269.

cumplen con el requisito NIOS, pero Achinstein considera que esa no es una buena razón para hacerlo. En consecuencia, el autor argumenta que, si buscamos un conjunto de condiciones suficientes que garanticen que el explanans explicará correctamente el explanandum, entonces no se podrá satisfacer el requisito NIOS.

Achinstein considera que su propio modelo satisface el requisito de aprioridad aunque no el NIOS. Sin embargo, es evidente que no cumple con el espíritu del requisito de aprioridad, ya que al incluir proposiciones que contiene términos explicativos -tales como "La razón por la quees que...."- y cuya verdad debe determinarse empíricamente, no es sólo la verdad del explanans lo que depende de consideraciones empíricas, sino también la relación de relevancia explicativa que se afirma en el explanans. Esta limitación del modelo de Achinstein parece -paradójicamente- reconocida en forma explícita por el autor, quien admite que no puede proporcionarse un conjunto de condiciones suficientes para oraciones de la forma "La razón de que p es que r", donde p y r son oraciones constitutivas de las explicaciones que ofrecen una razón como [la razón de que p es que r; explicar p]. En efecto, el criterio que Achinstein sugiere es:

Una oración de la forma "La razón de que p es que r" es verdadera si y sólo si p es verdadera, r es verdadera, y se cumple una tercera condición mediante la alternación de las siguientes condiciones:

- la causa de que suceda p es que r;
- r es una ley de la cual el hecho de que p es un caso particular;
- p es una oración de la forma "x es un A" y r es de la forma "x es un B", y de acuerdo con tal y cual definición de "A" algo es A si y sólo si es B;
- p es una oración de la forma "x es un A", r es de la forma "x es un B", la propiedad de ser A es idéntica a la propiedad de ser B, y "A" es un macro-predicado y "B" es un micro-predicado, o a la inversa.

Este criterio no constituye una condición suficiente porque la ley, la clasificación, etc. pueden no ser relevantes en el caso en cuestión. Por ejemplo, en la explicación [La razón de que Juan muriera dentro de un lapso de 24 luego de haber ingerido arsénico es que todo aquel que ingiere una libra de arsénico muere en un plazo de 24 horas; explicar por qué murió Juan], el explanans no es explicativamente operativo porque Juan murió en un accidente automovilístico no relacionado con la ingestión de arsénico. Es claro que, para evitar el problema de la irrelevancia del explanans necesitamos una noción de ley, de definición, de identidad entre macro-predicados y micro-predicados, etc. que garantice la pertinencia explicativa. Por ejemplo habría que cambiar la condición "r es una ley de la cual el hecho de que p es un caso particular", por la condición "r es la ley operativa -en este caso- de la cual el hecho de que p es un caso particular". Pero que una ley sea explicativamente operativa en una circunstancia determinada en la que

ocurre un caso particular suyo no puede significar solamente que sea verdadera, porque eso ya se satisface en la condición de corrección, ni tampoco puede significar que la existencia de la ley expresada en r causa que suceda p , porque eso sería suponer que las únicas explicaciones en las que el explanans es explicativamente pertinente son las causales. Lo que se quiere significar con "operativa" es que r es una ley tal que la razón de que p es que r . Pero si empleamos esto como definición, la condición propuesta por Achinstein se tornaría circular. Y lo mismo pasaría si a las otras condiciones se las modificara de manera que incluyeran el término "identidad operativa", "definición operativa", etc.

Achinstein considera que este problema sólo podría evitarse recurriendo a una condición causal del tipo "la causa de que suceda p es que r ", de modo que una oración de la forma "la razón de que p es que r " será verdadera si y sólo si p es verdadera, r es verdadera, y la causa de que suceda p es que r . Así, Achinstein asume que las razones causales son necesariamente explicativamente relevantes, pero que las razones a partir de un caso particular de una ley no lo son. Esto se debe a que la verdad de p y de r y la satisfacción de la condición de que r sea una ley de la cual el hecho de que p es un caso particular no garantiza la verdad de una oración del tipo "La razón de que p es que r ". Pero este criterio contradice la convicción del autor de que existen explicaciones que no son causales, explicaciones que ofrecen razones que no son causales. Por ejemplo, si suponemos que la existencia de una ley constituye una razón de que exista una cierta regularidad que es un caso particular de esa ley, y si suponemos que la existencia de esa ley no es la causa de la existencia de tal regularidad, entonces debe rechazarse este criterio. En suma, Achinstein sostiene que r puede ser una razón de que p , aunque no suceda que este tipo de razón sea necesariamente operativa. Por ejemplo, un caso de ingestión de arsénico puede ser la causa de la muerte de alguien, aunque la ingestión de arsénico no necesariamente sea una causa operativa de la muerte, porque alguien que haya ingerido arsénico puede morir por una causa no relacionada con esa ingesta. Pero las razones que no son necesariamente operativas, no requieren ni pueden requerir de la causalidad para ser operativas.

Así, Achinstein reconoce que no brinda criterios generales para la determinación de si las razones son explicativamente relevantes en cada caso, y por lo tanto no proporciona un conjunto de condiciones suficientes para la verdad de oraciones del tipo "La razón de que p es que r ". No obstante, el autor cree que sí puede formular un conjunto de condiciones suficientes para oraciones de la forma "E es una explicación correcta de q ", condiciones que satisfagan el requisito de aprioridad pero no el requisito NIOS. Y ese conjunto de condiciones es el que ya mencionamos:

Si $[P; \text{explicar } q]$ es una explicación, entonces es correcta si P es verdadera.

Esta condición es equivalente a:

“E es una explicación correcta de q, si Q es una pregunta de contenido y E es un par ordenado cuyo primer miembro es una proposición verdadera, la cual es una proposición completa que confiere contenido con respecto a Q, y cuyo segundo miembro es el acto del tipo explicar q”.

Achinstein sostiene que esta condición satisface el requisito de aprioridad porque la única consideración empírica en la determinación de si la explicación es correcta es la verdad del explanans P. Sin embargo, como ya señalamos, esta condición no satisface –creemos- el espíritu de este requisito, porque la relevancia explicativa del explanans con respecto al explanandum también es una cuestión empírica. Por otra parte, el requisito NIOS no se satisface, pues la proposición P puede ser una proposición expresable mediante oraciones de la forma “La razón de que es que” . Las condiciones que Achinstein propone no recurren a términos explicativos tales como “explicación”, “razón”, “causa”, pues la noción de acto de explicación, la de pregunta de contenido y la de proposición completa que confiere contenido con respecto a una pregunta Q se definen sin hacer referencia a tales términos explicativos. Pero el problema es que las proposiciones que confieren contenido, que son las proposiciones constitutivas de las explicaciones incluyen, entre otras, aquellas proposiciones que son expresables mediante oraciones de la forma “La razón de que es que” que sí contienen términos explicativos.

Es evidente, entonces, que su criterio de corrección no sólo plantea la dificultad de estar fundado en nociones oscuras e imprecisas -como la de sustantivo de contenido, proposición que confiere contenido a un sustantivo, etc,- sino que, además, si se lo considera un criterio a priori, será circular, y si se lo considera empírico, no será de utilidad alguna. En su defensa, Achinstein afirma que el criterio de corrección que propone está destinado a ser demasiado débil para evaluar las explicaciones. Es decir, su satisfacción no es una condición necesaria y suficiente para que una explicación sea una buena explicación, o “correcta de una forma conveniente”, pues esto está determinado por factores contextuales, metodológicos y empíricos. Pero a pesar de ser un requisito muy débil es muy general, porque no sólo se aplica a las preguntas por-qué de Hempel, sino a preguntas de contenido cualesquiera como “la causa de que ... es que”, o “La importancia de que es que”, o “El método por el cuales....”, o “El deseo dees que”. Con todo, Achinstein admite que su enfoque no proporciona las condiciones de verdad para estas oraciones. Pero no considera que esto sea una desventaja con respecto a la concepción tradicional, ya que las teorías de la explicación que se limitan a preguntas por-qué e intentan proporcionar condiciones de verdad para oraciones de la forma “la razón de que ...es que...” como las tradicionales, son infructuosas. Pues se enfrentan con el problema de que no permiten discriminar entre las razones explicativamente relevantes y las no pertinentes. Lo que, de todos modos es evidente, es que su enfoque no es capaz de superar la concepción tradicional de las explicaciones, puesto que enfrenta las mismas dificultades que aquellas.

En este punto, es necesario destacar que la definición de evidencia que Achinstein formula en términos del concepto de explicación correcta adolece de los mismos defectos que este último. Es decir, recurre a una concepción de explicación fundada sobre ideas insuficientemente elucidadas como la de pregunta de contenido, proposición que confiere contenido a un sustantivo, sustantivo de contenido, etc. Además, como ya señalamos en la sección anterior, este enfoque ilocucionario no proporciona un criterio demarcatorio para establecer cuándo un cierto par ordenado que satisface los requisitos impuestos por Achinstein es una explicación. Con respecto a la noción de explicación correcta, este enfoque ilocucionario conduce a una conclusión de que la relevancia explicativa sólo puede establecerse empíricamente. De modo que tampoco podremos disponer de un criterio claro que determine cuándo cierta información es evidencia de una hipótesis y cuándo no lo es; en consecuencia, la relevancia de la evidencia con respecto a la hipótesis será una cuestión puramente empírica.

Achinstein no cuestiona este último punto, pero no lo considera un problema de su concepción. Por el contrario, el autor cuestiona la convicción de los lógicos de la tradición carnapiana de que es posible aislar un aspecto a priori de la evidencia de manera tal que la única consideración empírica en la determinación de si un enunciado del tipo "E es evidencia de H" es correcto es la verdad de E. Por su parte, Achinstein sostiene que E no es evidencia para H a menos que E sea verdadera, y esto no es una cuestión a priori. Y una situación equivalente se plantea con respecto al requisito de aprioridad para la corrección de las explicaciones. Con todo, no es claro cuál sería la utilidad de una noción de evidencia que sólo pudiera aplicarse cuando ya se mostrara empíricamente que cierta información es evidencialmente relevante con respecto a cierta hipótesis. Y tampoco parece útil una concepción de la corrección de las explicaciones que sólo pueda emplearse cuando ya se ha determinado empíricamente que cierto explanans es explicativamente relevante con respecto a un explanandum dado.

Recapitulación de la tercera parte.

En la última parte de esta tesis se examinan algunas tentativas de vincular los conceptos de explicación y evidencia confirmadora, con el propósito de establecer la capacidad de estas propuestas para superar las dificultades lógicas y epistemológicas suscitadas en torno de la caracterización de la noción de evidencia. Se procura determinar si puede considerarse adecuada la concepción de la relación de relevancia explicativa que subyace a cada una de estas tentativas. Se evalúa, además, la posibilidad de formular una noción apropiada de evidencia inductiva aun cuando no se disponga de un criterio para distinguir entre enunciados nomológicos y generalizaciones accidentales.

En el octavo capítulo se analiza la teoría de la confirmación formulada por Glymour, de acuerdo con la cual una hipótesis puede confirmarse con respecto a una teoría si empleando esa teoría se puede deducir, a partir de la evidencia, una instancia de la hipótesis. Esta estrategia *bootstrap* requiere, además, que se pueda garantizar la posibilidad —al menos, en principio— de deducir a partir de la evidencia y la teoría, una instancia disconfirmadora de la hipótesis. Se examinan, luego, las críticas formuladas por Edidin, Earman y Christensen, quienes sostiene que la propuesta de Glymour no proporciona un criterio adecuado para establecer la relevancia de la evidencia con respecto a una hipótesis. Aunque la definición de evidencia propia de la concepción de Glymour no refiere al concepto de explicación, el análisis de su propuesta permite discutir una convicción ampliamente extendida acerca de la relación entre evidencia y explicación. En efecto, el autor sostiene que hay una correlación directa entre la medida en que está confirmada una teoría y su capacidad explicativa, y considera que la principal virtud de su estrategia *bootstrap* reside, precisamente, en su capacidad para poner de manifiesto esta correlación. En este capítulo se cuestiona la legitimidad de la crítica de Glymour contra la concepción bayesiana de la confirmación, señalando que no es evidente que confirmación y explicación deban vincularse del modo que el autor pretende. Argumento que la crítica de Glymour contra la concepción bayesiana parece injustificada, así como su afirmación de que su propuesta supera la bayesiana en la medida en que permite mostrar la existencia de una correlación directa entre confirmación y explicación. Concluyo que ni siquiera la estrategia *bootstrap* permite probar la necesidad de considerar que una hipótesis con mayor capacidad explicativa que sus rivales debe estar mejor confirmada que aquellas.

En el siguiente capítulo se examina el problema que plantean las condiciones de consecuencia especial y consecuencia conversas, cuya satisfacción conjunta conduce al paradójico resultado de que cualquier enunciado es una evidencia confirmadora de cualquier otro. Se discute la opinión de Carnap respecto de que, pese a la intuitiva plausibilidad de estas condiciones de adecuación, deben rechazarse ambas condiciones para evitar la trivialización de la relación de confirmación. Luego se analiza la crítica de Brody contra los argumentos de Carnap. De acuerdo con Brody, Carnap sólo muestra que ni la condición de consecuencia especial y ni la de consecuencia conversas se

satisfacen para la confirmación cuantitativa, pero no prueba que no se satisfacen para la confirmación cualitativa. Brody defiende la conveniencia de estas condiciones de adecuación con el propósito de dar cuenta de la aceptabilidad de ciertas inferencias científicas, como aquellas en las que se concluye que la evidencia de una hipótesis constituye una evidencia indirecta de otras hipótesis, o las que sustentan la aplicación a una nueva área de una teoría bien confirmada en otro campo. Brody considera que la aceptación de estas dos condiciones permitiría, además, eludir la objeción de que la concepción Hempeliana de la relación de confirmación cualitativa no da cuenta del modo cómo los enunciados teóricos son confirmados por la evidencia empírica. Se examina, luego, la tentativa del autor de eludir las conclusiones paradójicas a las que conduce la aceptación de las condiciones en cuestión, abandonando las caracterizaciones puramente sintácticas de la noción de evidencia y definiéndola en términos del concepto de explicación.

A continuación, se analiza la propuesta de Brody de complementar las condiciones de adecuación del modelo nomológico deductivo con otros dos requisitos que involucran las nociones de causa y de propiedad esencial. Se cuestionan los modelos de explicación formulados por Brody, a la luz de los problemas epistemológicos y metodológicos que plantean las nociones de causalidad y propiedad esencial. Se discute la opinión del autor de que tenemos conocimiento de las causas de los fenómenos y de las propiedades esenciales de las entidades, y de que este conocimiento es empírico. Argumento que Brody se apoya en consideraciones modales y contrafácticas para interpretar las nociones de propiedad esencial y de causalidad, de modo que no logra mostrar el carácter empírico de los juicios acerca de causas y propiedades esenciales. Se señala, además, que la satisfacción de las condiciones de adecuación del modelo de propiedades esenciales no garantiza que el explanans sea explicativamente relevante con respecto al explanandum. De modo que la tentativa de Brody tampoco logra su cometido de proporcionar condiciones suficientes de adecuación, porque resulta vulnerable a algunos de los mismos contraejemplos que se han formulado contra el modelo de Hempel, por lo menos en el caso de las explicaciones que mencionan propiedades esenciales. Cuestiono, también, que la información empírica parece tener escaso valor en la evaluación de los enunciados acerca de propiedades esenciales, por lo menos en el caso de que una entidad tenga como propiedad esencial una propiedad teórica. De modo que, por lo menos en el caso de las propiedades esenciales, tampoco la propuesta de Brody da cuenta de cómo las hipótesis teóricas son confirmadas por la evidencia empírica. Concluyo que esta tentativa de superar las dificultades que plantea la relación de confirmación vinculando el concepto de evidencia inductiva con el de explicación resulta infructuosa, pues el autor no logra proporcionar un conjunto de condiciones suficientes de adecuación para las explicaciones. En efecto, los modelos de explicación elaborados por Brody no parecen satisfactorios; puesto que el autor no brinda una apropiada elucidación de las nociones de causalidad y de propiedad esencial en las que se fundan estos modelos.

En el décimo capítulo se evalúa, en primer lugar, la tentativa de Harman de justificar las inferencias inductivas apelando a la noción de explicación. Cuestiono la pretensión del autor de que toda inferencia no deductiva es reductible a un caso de inferencia abductiva. De este modo, concluyo que la relación entre la noción de evidencia confirmadora asociada a los argumentos inductivos y el concepto de explicación que Harman asocia a la inferencia abductiva no están vinculados de modo que el autor pretende.

Se examina, luego, la propuesta de Smokler, que procura evitar la paradoja de la transitividad de la relación de confirmación derivada de la aceptación conjunta de algunas de las condiciones de adecuación para la noción de evidencia, distinguiendo entre dos conceptos diferentes de evidencia. Uno de esos conceptos es el que corresponde a la noción de confirmación asociada a la inferencia inductiva por enumeración. El otro es el que concierne a la relación de corroboración, que el autor vincula con la relación entre las premisas y la conclusión de una inferencia abductiva. Smokler considera que la paradoja de transitividad surge como consecuencia de que generalmente se identifican erróneamente estas dos nociones diferentes de evidencia. Se cuestiona, en esta sección, la adecuación del concepto cualitativo de evidencia confirmadora propuesto por Smokler porque, a menos que se cuente con un criterio apropiado para diferenciar leyes genuinas de generalizaciones accidentales, será susceptible a la paradoja de Goodman. Procuró mostrar, además, que la satisfacción simultánea de las condiciones de adecuación impuestas por Smokler da origen a una noción excesivamente amplia de evidencia pues se aplica incluso a algunos casos en los que la evidencia es considerada irrelevante con respecto a una hipótesis. En cuanto a la noción de evidencia corroboradora, señalo que el autor no proporciona una elucidación de la noción de explicación involucrada en este concepto de evidencia. De modo que aunque esta noción permitiera dar cuenta de cómo la evidencia empírica confirma hipótesis teóricas, no es seguro que pueda evitarse la trivialización de la relación de corroboración correspondiente a la inferencia abductiva.

Se evalúa, a continuación, la efectividad de la estrategia de Smokler para eludir el problema que suscita la transitividad de la relación de confirmación, estrategia que consiste en adoptar el criterio de elevada probabilidad como equivalente métrico de la noción de confirmación. Se señala que si bien esta elección refleja una condición de aceptabilidad de hipótesis intuitivamente plausible, este criterio de aceptabilidad es frecuentemente cuestionado porque da lugar a la paradoja de la lotería. Finalmente, concluyo que la tentativa de Smokler resulta infructuosa porque nos deja ante el siguiente dilema: o bien aceptamos una noción transitiva de confirmación que permite dar cuenta de algunas de las formas de inferencia más habituales en ciencia, pero que es trivial, o bien elegimos una noción no trivial pero incapaz de mostrar cómo las hipótesis teóricas son confirmadas por la evidencia empírica y, en general, cómo la evidencia confirmadora de una hipótesis puede confirmar indirectamente otras hipótesis.

En la siguiente sección se examina el tratamiento que la propuesta de Smokler recibe por parte de Tuomela y Niiniluoto. Estos autores establecen una correlación entre la dicotomía confirmación–inducción enumerativa y

corroboración—inferencia abductiva, por un lado, y la distinción entre las explicaciones fenomenológicas y las teóricas, por el otro. Ambas clases de explicación son variantes del modelo elaborado por Tuomela que, básicamente, resulta de complementar el modelo hempeliano con el requisito de no comparabilidad, el de creatividad observacional del explanans sobre el explanandum y el requisito de no creatividad teórica del explanans con respecto a su parte campbelliana. Tuomela incluye, además, ciertas condiciones materiales de adecuación que dependen del contexto comunicativo, que determinan, por ejemplo qué predicados se refieren a clases naturales, qué relaciones se consideran causales, qué medidas probabilísticas deben emplearse para el cálculo del poder explicativo de los enunciados, cómo deben interpretarse, etc.. En este punto, se objeta la concepción de Tuomela porque la elucidación de los rasgos lógicos y metodológicos de las explicaciones está condicionada a la tarea de establecer las condiciones pragmáticas que validan la explicación, condiciones que son relativas al paradigma aceptado por una determinada comunidad científica en un momento histórico determinado. Se concluye, entonces, que la estrategia de Tuomela de superar las deficiencias del modelo de cobertura legal relativizando el concepto de explicación adecuada a un determinado paradigma es inadecuada. Pues este modelo permite que para cualquier argumento que satisfaga sus requisitos lógicos, pueda postularse un paradigma en el marco del cual esa explicación sea adecuada. Finalmente, se señala que si se adopta la sugerencia de Niiniluoto y Tuomela de emplear esta noción de explicación para completar la definición de evidencia corroboradora propuesta por Smokler, se obtendrá un concepto de evidencia excesivamente amplio. Se discute, además, la pretensión de Niiniluoto y Tuomela de que su noción de corroboración es equivalente a la de Smokler, pues estas nociones no satisfacen las mismas condiciones de adecuación. En particular, sostengo que la confirmación abductiva tal como la definen Niiniluoto y Tuomela no satisface la condición de equivalencia. Pues las explicaciones teóricas o interpretativas del modelo de Tuomela no son invariantes con respecto a la sustitución de explanans lógicamente equivalentes.

En el último capítulo se discuten las críticas que Achinstein dirige contra el concepto cuantitativo de evidencia fundado en el criterio de relevancia estadística, contra el que se sustenta en el criterio de elevada probabilidad, y contra la posibilidad de elaborar una definición adecuada de evidencia mediante la combinación de ambos criterios. Cuestiono la interpretación de Achinstein de los criterios de relevancia estadística y elevada probabilidad, porque el autor no toma en consideración que la aplicación de estos criterios requiere de una evaluación comparativa de la hipótesis en estudio y sus rivales alternativas. Sin embargo, esta crítica de los argumentos de Achinstein no implica desconocer las dificultades que estos criterios probabilísticos plantean. Pues el criterio de elevada probabilidad es susceptible a la paradoja de la lotería, mientras que el criterio de relevancia positiva da lugar una noción no transitiva de confirmación, porque no satisface ni la condición de consecuencia especial ni la de consecuencia converso. Pero

una noción no transitiva de confirmación no da cuenta de los tipos de inferencia más usuales en la práctica científica, que permiten la confirmación indirecta de hipótesis teóricas.

A continuación, se cuestiona la interpretación de Achinstein de la definición bayesiana de evidencia, que da origen al problema de que la evidencia conocida antes de la formulación de una teoría no podría considerarse como una evidencia genuina de ésta. Luego se analiza una interpretación alternativa del teorema de Bayes que elude esta dificultad. Según esta interpretación, la fórmula de Bayes sólo permite calcular el grado de compatibilidad de la información previamente disponible con la adquirida posteriormente, de modo que no se puede exigir que exprese el incremento del grado de confirmación de una hipótesis en función del aumento de la evidencia que la apoya. Se discute también la sugerencia de Salmon de complementar la definición bayesiana de evidencia con la evaluación comparativa del grado de confirmación que ésta aporta a hipótesis rivales. Cuestiono el peso que en esta propuesta cobran los factores subjetivos que intervienen en la evaluación comparativa de hipótesis. En este punto, rechazo la crítica que Mayo dirige contra la propuesta de Salmon, crítica encaminada a mostrar que la propuesta de Salmon es inaceptable para el empirismo lógico. Creo que algunos representantes de esta corriente, no parecen renuentes a aceptar la influencia de los factores subjetivos en la evaluación y elección de hipótesis.

Se examinan, luego, las objeciones de Achinstein contra las definiciones habituales del concepto de evidencia en términos de la noción de explicación. A continuación, argumento que es injustificada la pretensión del autor de haber logrado una caracterización adecuada de evidencia mediante una combinación de las definiciones de evidencia en términos de probabilidades y de conexiones explicativas. Señalo que algunos de los mismos contraejemplos que Achinstein esgrime contra las definiciones tradicionales de evidencia, ponen de manifiesto que su propia concepción tampoco es adecuada. Considero que la definición de Achinstein sólo difiere de las tradicionales cuestionadas por él en la inclusión de un requisito que vincula la idea de confirmación inductiva con la de corrección explicativa. Pero este requisito torna vaga e imprecisa su caracterización de la relación entre teoría y evidencia, pues el autor no proporciona un criterio que permita distinguir entre explicaciones genuinas y pseudo-explicaciones. En consecuencia, no parece posible determinar en qué casos hay una conexión explicativa entre cierta hipótesis y su supuesta evidencia, de modo que no se puede establecer si se satisface este requisito de su definición de evidencia.

En la última sección de este capítulo, se discute la posibilidad de que la forma de evaluar las explicaciones propuesta por Achinstein permita eliminar los factores pragmáticos involucrados en su definición de evidencia inductiva. Argumento que el criterio de corrección formulado por el autor es insatisfactorio, porque se sustenta en las nociones de sustantivo de contenido, proposición que confiere contenido a un sustantivo de contenido y pregunta de contenido, nociones cuya imprecisión y ambigüedad ya discutimos en la segunda parte de este trabajo. Pero, además, este criterio permite considerar como una explicación correcta incluso a un par ordenado que no es una explicación genuina sino sólo una pseudo-explicación que satisface los requisitos del enfoque ilocucionario. Así, el concepto de acto de explicar

y el de explicación son, en este enfoque, relativos al contexto de emisión. Cuestiono, en este punto, que Achinstein no proporciona criterios objetivos para determinar la conveniencia de las instrucciones que deben satisfacerse en cada contexto para que una cierta preferencia sea un acto de explicar, y su producto sea una explicación. Por esta razón, considero que el autor no formula una noción de explicación correcta que pueda juzgarse objetiva aunque sea dentro de un cierto contexto.

Sin embargo, creo que el problema central del enfoque ilocucionario de la explicación es el de la determinación de la relevancia explicativa. En este punto, discuto la opinión de Achinstein de que la única consideración empírica involucrada en la determinación de si el explanans explica correctamente cierto explanandum es la verdad del explanans. Argumento que la circunstancia de que sea necesario determinar empíricamente la verdad de la oración constitutiva de la explicación implica que la relevancia explicativa del explanans con respecto al explanandum se establece empíricamente. Sostengo, además, que el criterio de corrección para las explicaciones no sólo plantea la dificultad de estar fundado en nociones oscuras e imprecisas -como la de sustantivo de contenido, proposición que confiere contenido a un sustantivo, etc.- sino que, además, si se lo considera un criterio a priori, será circular, y si se lo considera empírico, no será de utilidad alguna.

Concluyo que la definición de evidencia formulada por Achinstein en términos del concepto de explicación correcta adolece de los mismos defectos que este último. Es decir, se sustenta en una concepción de explicación fundada sobre ideas insuficientemente elucidadas como la de pregunta de contenido, sustantivo de contenido, etc. Además, este concepto de evidencia tampoco es objetivo ni independiente de consideraciones pragmáticas. Más aún, la ausencia de un criterio demarcatorio para establecer cuándo un par ordenado que satisface los requisitos impuestos por Achinstein es una explicación, no permite disponer de un criterio para determinar cuándo cierta información es evidencia de una hipótesis. Así, dado que en el enfoque ilocucionario la relevancia explicativa sólo puede establecerse empíricamente, lo mismo sucede con la determinación de la relevancia de la evidencia.

Las consideraciones efectuadas en esta última parte de la tesis sugieren que las tentativas de elucidar el concepto de evidencia confirmadora en términos de la noción de explicación son infructuosas. Pues estas propuestas se sustentan en concepciones de la explicación incapaces de establecer una caracterización adecuada de la relación de relevancia explicativa. En efecto, los modelos de explicación examinados en este trabajo procuran definir la relevancia explicativa o bien en términos puramente sintácticos, o bien recurriendo a nociones tales como la de causalidad o la de propiedades esenciales, o bien considerándola dependiente de consideraciones pragmáticas. Pero los enfoques sintacticistas no logran formular un conjunto de condiciones necesarias y suficientes para la pertinencia explicativa, porque vinculan esta relación con la presencia de una conexión nomológica. Sin embargo, los partidarios de la concepción sintáctica no consiguen establecer un criterio para diferenciar leyes genuinas de concomitancias

accidentales. En cambio, propuestas como las de Brody procuran eludir esta dificultad identificando la relevancia explicativa con nexos causales o relaciones que se verifiquen no sólo de hecho, sino necesariamente. Con todo, si bien la mera relevancia nomológica no es condición suficiente para la pertinencia explicativa, la dificultad de establecer en qué caso una relación es efectivamente causal o necesaria torna poco promisorio esta clase de propuesta. Finalmente, las concepciones que enfatizan la importancia de los factores pragmáticos, dan lugar a una noción de explicación imprecisa, subjetiva e incluso trivial, cuyos límites sólo pueden establecerse en función del contexto de enunciación.

Conclusión

En la primera parte de esta tesis se examinó cómo el problema de la justificación de la inducción dio lugar al análisis de las dificultades que suscita la elucidación de la noción de evidencia confirmadora. Generalmente se considera correcto un argumento inductivo que permita inferir un enunciado universal a partir de información referida a cierto número finito de casos particulares, sólo si la conclusión es confirmada por las instancias mencionadas en las premisas. Así, la cuestión de la justificación la solidez de los razonamientos inductivos conduce a la búsqueda de un conjunto de condiciones necesarias y suficientes de adecuación para la relación de confirmación.

Sin embargo, si se pretende eludir dificultades como las planteadas por la paradoja de Goodman, la definición de evidencia confirmadora requerida debe ser tal que sólo aquellos enunciados que expresan leyes genuinas puedan recibir apoyo inductivo de sus instancias. Pues la observación de un individuo de tipo X que tiene la propiedad Y sólo puede ser considerada evidencia confirmadora de que todos los individuos de tipo X tienen la propiedad Y si sabemos que hay una conexión nómica -y no una mera asociación casual- entre el hecho de ser un X y la circunstancia de tener la propiedad Y. De este modo, la dificultad de determinar cuándo una instancia particular es evidencia inductiva de una hipótesis universal, es equivalente al problema de establecer un criterio para distinguir leyes genuinas de generalizaciones accidentales.

Se argumentó en este trabajo que el fracaso de las tentativas de resolver el problema de la justificación de la inducción y las de elucidar la noción de evidencia, se debe a que quienes persiguen estos propósitos presuponen la existencia leyes y que podemos identificarlas. En efecto, las pretendidas soluciones al problema de justificar la inducción asumen explícita o implícitamente la existencia de conexiones nomológicas –universales o estadísticas- entre los fenómenos. Así, los principios inductivos sugeridos por los autores que intentan justificar deductivamente la inducción sólo pueden juzgarse verdaderos si se cree que el universo responde a un orden de tipo determinista. En el caso de la justificación analítica formulada por Carnap, señalamos que aunque todos los axiomas y teoremas de la lógica inductiva sean analíticos, su aplicación empírica supone la existencia de conexiones nomológicas entre los fenómenos. Estas conexiones no necesariamente deben ser estrictamente universales, sino que también pueden ser estadísticas. Por su parte, Reichenbach reconoce que no puede justificar la suposición de que la frecuencia relativa de una propiedad en una sucesión finita de eventos efectivamente observada es igual al límite al que se aproxima la frecuencia relativa de esa propiedad en una sucesión infinita. Sin embargo, el autor sostiene que sí puede proporcionarse una justificación pragmática de este proceder, ya que la aplicabilidad del postulado inductivo es condición necesaria para la predictibilidad de los fenómenos. Pero los fenómenos sólo pueden predecirse si están relacionados entre sí mediante conexiones nomológicas, sean éstas universales o estadísticas.

Similarmente, las tentativas de elucidar la noción de evidencia suponen la existencia de leyes y nuestra capacidad para identificarlas. Así, las propuestas encaminadas a la solución de las paradojas e inconsistencias planteadas por las caracterizaciones puramente sintácticas del concepto de evidencia asumen que los fenómenos están gobernados por conexiones nomológicas. De lo contrario, carecería de sentido la búsqueda de criterios para distinguir enunciados legaliformes genuinos de espurios. Sin embargo, la incapacidad de las tentativas sintacticistas para resolver las paradojas de la relación de confirmación y las inconsistencias inductivas sin tener que recurrir a presuposiciones empíricas injustificadas, pone de manifiesto la imposibilidad de establecer una distinción entre enunciados nomológicos genuinos y espurios en términos puramente sintácticos. De este modo, el problema de caracterizar la noción de evidencia inductiva y el de distinguir enunciados nomológicos genuinos de generalizaciones accidentales no pueden resolverse independientemente. Pero, en la medida en que los esfuerzos por diferenciar conexiones nómicas de asociaciones accidentales empleando únicamente consideraciones formales se muestran infructuosos, el empleo de esta clase de estrategias para abordar la caracterización de la noción de evidencia tampoco parece promisorio.

Por otra parte, quienes procuran discriminar entre generalizaciones nomológicas y accidentales apelando a la posibilidad de identificar clases naturales, propiedades esenciales o relaciones causales, no resuelven las pertinaces dificultades filosóficas que estas nociones plantean. De modo que ni el tratamiento brindado a la cuestión de la naturaleza de las leyes, ni la caracterización de la noción de evidencia propios de este enfoque pueden considerarse satisfactorios. Finalmente, la propuesta de Goodman de distinguir enunciados legaliformes genuinos de generalizaciones accidentales sobre la base de la práctica lingüística efectiva, conduce a una concepción de la relación de confirmación inaceptable para cualquier posición filosófica que reconozca un papel significativo a la experiencia sensible. Pues esta noción de confirmación es relativa al uso del lenguaje y, en particular, a la historia de las proyecciones efectuadas en el pasado desde los casos particulares a las afirmaciones generales. Pero esta historia es contingente, ya que puede variar de una cultura a otra según se modifique el modo en que se conceptualice la realidad. En consecuencia, no es claro cómo el mundo externo podría constreñir nuestras creencias acerca de cuáles hipótesis son confirmables por sus instancias y cuáles no lo son.

En la segunda parte de esta tesis se analizaron diferentes caracterizaciones del concepto de explicación, en particular, se estudiaron las dificultades que enfrentan las concepciones pragmáticas, causales y nomológico-inferenciales para elucidar la relación de relevancia explicativa. Se argumentó que si bien los modelos inferenciales no dan cuenta de nuestra idea intuitiva de pertinencia explicativa porque se limitan a una consideración puramente sintáctica de la relación entre explanans y explanandum, las concepciones alternativas tampoco aportan una elucidación satisfactoria de esta noción. Pues los modelos pragmáticos conducen a una trivialización de la relación de

relevancia explicativa, mientras que los modelos causales la hacen depender de consideraciones modales o contrafácticas que plantean importantes dificultades filosóficas. Se defendió, además, la hipótesis de que los problemas suscitados en torno a la elucidación de la noción de relevancia explicativa son, por lo menos en parte, consecuencia de la falta de una caracterización adecuada del concepto de ley. En efecto, los problemas que enfrentan los enfoques nomológico-inferenciales como resultado de definir sintácticamente la relación de pertinencia explicativa evidencian que la conexión nomológica que hace esperable el explanandum a la luz del explanans, no puede interpretarse en términos de la relación de deducibilidad. Además, esta concepción de la relevancia explicativa en términos de la noción de expectabilidad nómica pone de manifiesto no sólo que se presupone la existencia de leyes, sino también que éstas se conciben como deterministas. Similarmente, la tentativa de interpretar la pertinencia explicativa recurriendo a relaciones de relevancia estadística no sólo no logra proporcionar condiciones suficientes de adecuación para las explicaciones, sino que además presupone la existencia de conexiones nomológicas, aunque éstas pueden ser estadísticas. De todos modos, ni la deducibilidad ni la relevancia estadística permiten discriminar las relaciones nomológicas genuinas de las puramente accidentales, por esta razón el enfoque nomológico-inferencial no dispone de criterios puramente formales para diferenciar leyes universales o estadísticas genuinas de generalizaciones que expresan sólo vínculos casuales entre los fenómenos.

Por su parte, los defensores de la concepción causal de la explicación científica, consideran que la existencia de una conexión nomológica entre explanans y explanandum es condición necesaria pero no suficiente para que el explanans sea explicativamente pertinente con respecto al explanandum. Estos autores requieren la presencia de un vínculo nomológico pero estrictamente causal para dar cuenta del carácter direccional de la relación de relevancia explicativa. Así, la concepción causal no sólo supone que los fenómenos están gobernados por leyes sino, además, por leyes causales —aunque no necesariamente estrictamente universal-. Sin embargo, los partidarios de este enfoque o bien no proporcionan una elucidación de la noción de causalidad, o bien procuran hacerlo recurriendo explícita o implícitamente a consideraciones contrafácticas o modales. Pero estos autores no ofrecen un tratamiento de estas controvertidas nociones que permita resolver los problemas lógicos, epistemológicos y metodológicos que ellas suscitan. En consecuencia, no puede considerarse que hayan logrado formular un criterio apropiado para distinguir conexiones nomológicas genuinas de meras correlaciones accidentales. En contraste, los partidarios del enfoque pragmático no necesitan suponer que los fenómenos están vinculados por leyes, ya que la circunstancia de que una cierta preferencia se considere una explicación depende de factores contextuales propios de la situación comunicativa en la que ésta se profiere. Sin embargo, la relativización contextual de las explicaciones propia de este enfoque da lugar a una noción excesivamente amplia —e incluso, trivial- de explicación. De modo que la concepción pragmática no consigue formular una relación de relevancia explicativa capaz de superar las dificultades planteadas por los modelos causales y nomológico-inferenciales.

En suma, el análisis de las concepciones nomológico-inferenciales y causales de la de explicación pone de manifiesto que la noción de relevancia explicativa en que se fundan estos modelos supone la existencia de leyes, y la posibilidad de distinguirlas de las conexiones meramente accidentales entre fenómenos. Ahora bien, si esta distinción se considera independiente de todo marco conceptual, objetiva e intemporal, entonces el supuesto en cuestión parece injustificado a la luz de las dificultades que enfrentan tanto los enfoques sintacticistas como los causales para definir el concepto de ley. En consecuencia, toda tentativa de caracterizar la relación de pertinencia explicativa sustentada en la creencia de que es posible efectuar esta distinción, ya sea atendiendo únicamente a la forma lógica de los enunciados, o recurriendo a consideraciones causales, contrafácticas o modales, será infructuosa. Pero si la distinción entre generalizaciones legaliformes genuinas y espurias se considera dependiente de los rasgos pragmáticos propios de la situación comunicativa, entonces no permitirá elaborar una noción de explicación científica capaz de eludir el relativismo contextual. En otras palabras, la elucidación de la noción de relevancia explicativa tiene como condición de posibilidad la formulación de un criterio adecuado para identificar conexiones nomológicas. No obstante, si rechazamos el compromiso metafísico implícito en la búsqueda de un criterio como éste, aún es posible elaborar un concepto de explicación, un concepto pragmático de explicación. Pero una noción contextualmente relativizada de explicación, como las propias de los enfoques pragmáticos, está completamente dissociada de las relaciones objetivas entre los fenómenos, de modo que la capacidad explicativa de una hipótesis no podrá vincularse con su verosimilitud ni con su grado de confirmación. En consecuencia, una concepción pragmática de la explicación no puede ser útil para el propósito de elucidar la noción de evidencia.

Ahora bien, aunque no se dispone de argumentos que prueben la existencia de alguna relación lógica entre la capacidad explicativa y la verdad de un enunciado, algunos defensores del realismo científico sostienen que la búsqueda de hipótesis con mayor capacidad explicativa puede conducirnos -de modo más o menos indirecto- hacia hipótesis más probables, mejor confirmadas por la evidencia disponible. Así, como ya señalamos, autores como Kornblith, Harman, Brody y Smokler —entre otros- consideran que la inferencia según la mejor explicación permite seleccionar la hipótesis más verosímil aun en el caso de que se refiera a entidades teóricas. Por su parte, Glymour procura mostrar que las teorías con más poder explicativo son también las que pueden confirmarse en mayor medida con respecto a la evidencia disponible, siempre que se emplee la estrategia *bootstrap* de contrastación empírica que el autor propone. De modo que si se identifica la confirmación con el incremento de probabilidad, la búsqueda de teorías más explicativas puede concebirse como un modo de aproximarnos a la verdad. Similarmente, Friedman¹ considera que las hipótesis que proveen mejores explicaciones están mejor confirmadas por la evidencia y, en consecuencia, que son más verosímiles. Pues, como indicamos anteriormente, el autor sostiene que las mejores explicaciones son las proveen

una mayor sistematización o unificación de la información. Y las hipótesis que participan de las relaciones sistematizadoras que integran o unifican los datos aportados por la evidencia pueden ser mejor contrastadas con respecto a esa evidencia y, por lo tanto, pueden recibir mayor confirmación de parte de esas observaciones. Asimismo, aunque cuestiona las definiciones habituales de evidencia en términos de la noción de explicación, Achinstein considera que su concepción ilocucionaria de la explicación, junto con el criterio de elevada probabilidad, permite caracterizar adecuadamente la noción de evidencia. Sin embargo, ninguno de estos autores proporciona una elucidación satisfactoria de la relación de relevancia explicativa en la que se sustentan sus modelos.

En efecto, la concepción de la explicación científica propuesta por Friedman carece de criterios adecuados para determinar cuáles son las mejores sistematizaciones, cuáles son las formas más apropiadas de unificar cierto cuerpo de conocimientos. Además, este enfoque no dispone de un modo de discriminar enunciados nomológicos genuinos de generalizaciones casuales. Por otra parte, en la última parte de esta tesis concluimos que tampoco parecen sólidos los argumentos de Glymour en defensa de la existencia de una correlación directa entre el grado de confirmación de una teoría y su capacidad explicativa. En particular, el examen de su crítica contra el bayesianismo pone de manifiesto que ni siquiera su estrategia *bootstrap* permite probar la necesidad de considerar que una hipótesis con mayor capacidad explicativa que sus rivales debe estar mejor confirmada que aquellas. Recordemos, también, que en la tercera parte de esta tesis se cuestionó la tentativa de Brody de eludir las paradojas de la transitividad de la relación de confirmación mediante la redefinición de esta noción en términos del concepto de explicación. De acuerdo con el autor, su propuesta permite superar, además, la objeción de que la concepción Hempelian de confirmación cualitativa no da cuenta del modo cómo los enunciados teóricos son confirmados por la evidencia empírica. Sin embargo, Brody no brinda una apropiada elucidación de las nociones de causalidad y de propiedad esencial en las que se sustenta su caracterización de la explicación y, en consecuencia, no logra establecer un conjunto de condiciones necesarias y suficientes de adecuación para las explicaciones. De modo que su tentativa de superar las dificultades que plantea la relación de confirmación vinculando el concepto de evidencia inductiva con el de explicación resulta infructuosa. Más aún, las consideraciones efectuadas en el sexto capítulo de este trabajo evidencian que tampoco podría corregirse la propuesta de Brody recurriendo a la caracterización de la relación de causalidad elaborada por Salmon, ni a la formulada por Dowe, ni a la defendida por Grimes, ni a la enunciada por Woodward. En efecto, se argumentó en la segunda parte de esta tesis que, como consecuencia de su dependencia de consideraciones contingentes, la caracterización de la noción de intervención proporcionada por Woodward no permite una elucidación adecuada del concepto de contrafáctico activo sobre el cual este autor sustenta su concepción de la relevancia causal. Indicamos, además, que tampoco la teoría causal de Salmon es satisfactoria en la medida en que depende de consideraciones contrafácticas. Pues el único modo de prescindir de estos supuestos contrafácticos en el

¹ Friedman, M., *Foundations of Space-Time Theories*, Princeton, Princeton University Press, 1983, caps 6 -7

marco de su modelo, requiere disponer de un criterio para identificar instanciaciones de una propiedad a través del tiempo. Pero el autor no proporciona un criterio tal, circunstancia que debilita la crítica de Salmon respecto de que la teoría de Dowe presupone una noción de identidad de objetos a través del tiempo que no ha sido elucidada aún. También cuestionamos la adecuación de la concepción de Grimes de la relación causal pues, en tanto se sustenta sobre consideraciones contrafácticas, no permite dar cuenta de los casos en los que no se pueden determinar todas las condiciones antecedentes necesarias, ni de los casos de sobredeterminación. Además, los autores que, como Woodward y Grimes, no evitan apelar a condicionales contrafácticos para caracterizar la relación causal, no abordan siquiera la cuestión de cómo pueden establecerse las condiciones de verdad de estos enunciados.

En lo que respecta a la tentativa de Smokler de eludir las paradojas de la transitividad distinguiendo dos nociones de evidencia, y vinculando evidencia corroboradora con el concepto de explicación, objetamos que el autor no proporciona una caracterización de la noción de explicación. En consecuencia, no puede probar que la noción de evidencia asociada a la inferencia según la mejor explicación no sea trivial pero sí transitiva. Tampoco parece fructífero el desarrollo posterior de esta iniciativa de Smokler, llevado a cabo por Niiniluoto y Tuomela. Pues el modelo pragmático de Tuomela da lugar a que para cualquier argumento que satisfaga sus requisitos lógicos, pueda postularse un paradigma en el marco del cual ese argumento constituya una explicación adecuada. De modo que la adopción de esta noción de explicación para complementar la definición de evidencia corroboradora propuesta por Smokler, da lugar a un concepto de evidencia excesivamente amplio, e incluso trivial. En cuanto a la concepción ilocucionaria de Achinstein, en el último capítulo se argumentó que el autor no resuelve el problema de cómo se determina cuál es el factor realmente operativo en una explicación. Señalamos, además, que su definición de acto de explicar se funda en las nociones de sustantivo de contenido y de proposición que confiere contenido al concepto expresado por un sustantivo de contenido, nociones que el autor no caracteriza satisfactoriamente. Asimismo, indicamos que la idea de comprensión presupuesta en la definición de acto de explicar no sólo se sustenta en estas problemáticas nociones, sino también en ciertas ideas filosóficas controvertidas que el autor no esclarece: la de conocimiento por familiaridad de una proposición y la de seguir una regla. Además, esta concepción contextualmente relativizada de los actos de explicar se objetó porque conduce a negar la posibilidad de establecer las condiciones necesarias y suficientes para que un acto ilocucionario sea un acto de explicar. En consecuencia, la concepción de Achinstein tampoco permite efectuar una demarcación entre productos de actos ilocucionarios que constituyen explicaciones de los que no lo son. También cuestionamos la extrema relatividad epistémica de su propuesta evaluativa, porque la generalidad de sus reglas permite que para cualquier par ordenado que cumpla las condiciones gramaticales de este modelo se pueda encontrar-al menos, en principio- un auditorio tal que ese par ordenado sea una buena explicación para brindarla al auditorio en cuestión.

De este modo, en el último capítulo de este trabajo se concluye que la caracterización de la noción de evidencia formulada por Achinstein en términos del concepto de explicación correcta adolece de los mismos defectos que este último. Así, la ausencia de un criterio demarcatorio para establecer cuándo un par ordenado que satisface los requisitos impuestos por Achinstein es una explicación, no permite disponer de un criterio para determinar cuándo cierta información es evidencia de una hipótesis. Y como en el enfoque ilocucionario la relevancia explicativa sólo puede establecerse empíricamente, la determinación de la relevancia de la evidencia no es una cuestión decidible a priori. Además, el concepto de evidencia resultante no es independiente del contexto ni objetivo.

En suma, se ha procurado mostrar en este trabajo que las tentativas de elucidar el concepto de evidencia confirmadora en términos de la noción de explicación son infructuosas. Pues estas propuestas se sustentan en concepciones de la explicación incapaces de establecer una caracterización adecuada de la relación de relevancia explicativa. En efecto, los modelos de explicación examinados en este trabajo procuran definir la relevancia explicativa o bien en términos puramente sintácticos, o bien recurriendo a nociones tales como la de causalidad o la de propiedad esencial, o bien considerándola dependiente de consideraciones pragmáticas. Pero los enfoques sintacticistas no logran establecer las condiciones necesarias y suficientes para la pertinencia explicativa porque vinculan esta relación con la presencia de conexiones nomológicas, aunque no disponen de un criterio para diferenciar leyes genuinas de concomitancias accidentales. Por su parte, propuestas como las de Brody, Woodward, Grimes, Salmon o Dowe, procuran eludir esta dificultad identificando la relevancia explicativa con nexos causales o relaciones que se verifiquen no sólo de hecho, sino necesariamente. Sin embargo, tampoco la existencia de un vínculo causal entre explanans y explanandum garantiza la relevancia explicativa del primero con respecto al segundo. Además, la dificultad de establecer en qué caso una relación es efectivamente causal o necesaria torna poco promisorio esta clase de enfoques. Finalmente, las concepciones que enfatizan la importancia de los factores pragmáticos, dan lugar a una noción de explicación imprecisa, subjetiva e incluso trivial, puesto que sus límites sólo pueden establecerse en función del contexto de enunciación. De modo que para cualquier explanans elaborado con el propósito de explicar un cierto explanandum, puede proponerse —al menos, en principio— un contexto en el cual ese explanans proporcione una explicación genuina del explanandum en cuestión.

Considero que la posibilidad de caracterizar adecuadamente tanto la noción de evidencia como la de explicación supone la previa solución del problema de establecer un criterio para identificar conexiones nomológicas genuinas. Sin embargo, en el caso de la definición de explicación, aunque dispusiéramos de un criterio para discriminar leyes de generalizaciones que sólo expresan conexiones accidentales entre fenómenos, no se solucionaría el problema de caracterizar la noción de explicación. Pues la existencia de una conexión nomológica entre el evento a explicar y los fenómenos mencionados en el explanans no garantiza la relevancia explicativa del explanans con respecto al

explanandum. Creemos, además que, como consecuencia de las dificultades que plantea la caracterización de la relación de relevancia explicativa, las tentativas de elucidar el concepto de evidencia en términos del de explicación son poco promisorias.

Asimismo, las consideraciones efectuadas en este trabajo sugieren que el sólo propósito de caracterizar la noción de evidencia presupone que existen leyes universales o estadísticas, y que sus instancias son evidencias confirmadoras de ellas. En otras palabras, esta tentativa supone la adopción de una concepción "determinista", en un sentido amplio que incluye el caso de experimentos aleatorios que, bajo ciertas condiciones, dan lugar a la ocurrencia de uno de sus posibles resultados con una determinada frecuencia relativa. En efecto, generalmente parece considerarse innecesario justificar la interpretación de los fenómenos que no obedecen a leyes universales como regulados por leyes estadísticas, es decir como fenómenos que obedecen los axiomas del cálculo matemático de probabilidades. Sin embargo, dado que no disponemos de criterios que permitan diferenciar leyes estadísticas genuinas de correlaciones estadísticas casuales, podría suceder que no hubiera conexiones nómicas -ni universales, ni estadísticas-, de modo que los fenómenos no fueran azarosos en el sentido matemático del término sino intrínsecamente fortuitos. Si éste fuera el caso, entonces toda tentativa de elucidar la noción de evidencia estaría condenada al fracaso, y lo mismo podría sostenerse con respecto al propósito de caracterizar la noción de explicación. Con todo, si supiéramos que de hecho no hay conexiones nomológicas, o si no quisiéramos comprometernos el supuesto de su existencia, el enfoque pragmático en el análisis de la explicación científica sería más apropiado que las concepciones nomológico-inferenciales y causales. Pues, en este caso, sólo esperaríamos de una explicación que sea capaz de satisfacer ciertos intereses antropocéntricos, en lugar de exigir que haga nómicamente esperable, o altamente probable el fenómeno explanandum, o que muestre las causas o la necesidad de su ocurrencia.

Bibliografía:

1930 - 1939

Jeffreys, H., *Theory of Probability*, Clarendon Press, Oxford, 1939.

Keynes, J.M., *Treatise on Probability*, Macmillan and Co., London, 1921.

Nagel, E., *Principles of the Theory of Probability*, University of Chicago Press, Chicago, 1939.

Popper, K., (1935) *La lógica de la investigación científica.*, Trad. Sánchez de Zavala, Tecnos, Madrid, 1980.

Popper, K., "A Set of Independent Axioms for Probability", *Mind*, 47, 1938. p. 275-277

Reichembach, H., *Experience and Prediction*, University of Chicago Press, Chicago, 1938.

Von Mises, R., *Probability, Statistics and Truth*, Macmillan, New York, 1939

1940 - 1949

Carnap, R., "The Two Concepts of Probability", *Readings in Philosophical Analysis*, Feigl, H. & Sellars, W., (eds.) Appleton-Century Croft, New York, 1949

Carnap, R., "Truth and Confirmation", *Readings in Philosophical Analysis*, Feigl, H. y Sellars, W. (eds.), Appleton Century-Crofts, New York, 1949, pp. 119-127.

Hempel, & Oppenheim, P, "Studies in the Logic of Explanation", *Philosophy of Science*, 15, 1948

Reichembach, H., *The Theory of Probability*, University of California Press, Berkeley, 1949.

Russell, B., *Human Knowledge, its Scopes and Limits*, Allen & Unwin, London, 1948.

1950 - 1959

Bar-Hillel, Y., "Further Comments on Probability and Confirmation", *British Journal of Philosophy of Science*, 7, 1956.

Carnap, R., *Logical Foundations of Probability*, University of Chicago Press, Chicago, 1950.

Carnap, R., *The continuum of Inductive Methods*, University of Chicago Press, Chicago, 1952.

Carnap, R., "Remarks on Popper's Note on Content and Degree of Confirmation", *British Journal of Philosophy of Science*, 7, 1956, 243-244.

Fisher, R., *Statistical Methods and Scientific Inference*, Oliver & Boyd, Edinburgh, 1956

Good, I.J., *Probability and the Weight of Evidence*, 1950

Goodman, N., *Fact, Fiction and Forecast*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1955

Jeffreys, H., *Scientific Inference*, Cambridge University Press, Cambridge, 1957

Kemeny, G.J., "Degree of Confirmation", *Journal of Symbolic Logic*, V, 1954.

Kneale, W., *Probability and Induction*, Oxford University Press, Oxford, 1952

Popper, K., "Degree of Confirmation", *British Journal for the Philosophy of Science*, 5, 1954

Popper, K. R., " 'Content' and 'Degree of Confirmation': A Reply to Dr. Bar-Hillel", *British Journal of Philosophy of Science*, 6, 1955, 157-163.

Popper, K. R., "Adequacy and Consistency: A Second Reply to Dr. Bar-Hillel", *British Journal of Philosophy of Science*, 7, 1956, 249-256.

Popper, K. R., "Zero Probability and the Fine-Structure of Probability and of Content", Apéndice vii*, *Logic of Scientific Discovery*, London, 1959

Popper, K., "The Aims of Science", *Ratio*, 1, 1959.

Quine, W.V., "Two Dogmas of Empiricism", *From a Logical Point of View*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1953.

Reichembach, H., *The Rise of Scientific Philosophy*, University of California Press, Berkeley, 1951

White, M., "The Analytic and the Synthetic: An Untenable Dualism", *Semantics and the Philosophy of Science*, Linsky, L. ed., University of Illinois Press, 1951.

1960 - 1969

Brody, B.A., "Confirmation and Explanation", *The Journal of Philosophy*, vol LXV, 10, 1968

Carnap, R., "Statistical and Inductive Probability", *The Structure of Scientific Thought*, Maden, E.H (ed.), Houghton Mifflin Co., Boston, 1960, p.269-279.

Carnap, R., "The Aim of inductive Logic", *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, Nagel E., Suppes P. y Tarsky A. (eds.), Stanford University Press, Stanford, 1962,

Carnap, R., "My Basic Conceptions of Probability and Induction", *The Philosophy of Rudolf Carnap*, Schilipp, A. (ed.), La Salle, III, 1963.

Carnap, R., "Replies and Systematic Expositions", *The Philosophy of Rudolf Carnap*, Schilipp, A. (ed.), La Salle, III, 1963.

Carnap, R., *Philosophical Foundation of Physics*, University of California Press, California, 1966.

- Carnap, R., "Inductive Logic and Inductive Intuition", *The Problem of Inductive Logic*, I. Lakatos, North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1968.
- Carnap, R., "On Rules of Acceptance", *The Problem of Inductive Logic*, I. Lakatos, North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1968.
- Cohen, J. L., "Do Illocutionary Forces Exist?", *Symposium on J.L. Austin*, Fann, K.T. ed., 1969
- Fürberg, M., *Locutionary and Illocutionary Acts: A Main Theme in J.L. Austin's Philosophy*, 1963.
- Hacking, I., *Logic of Statistical Inference*, Cambridge University Press, Cambridge, 1965.
- Harman, G., "The Inference to the Best Explanation", *Philosophical Review*, LXXIV, 10, 1965
- Harsanyi, J., "Popper's Improbability Criterion for the Choice of Scientific Hypotheses", *Philosophy*, 35, 1960.
- Hempel, C.G., "Inductive Inconsistencies", *Synthese*, 12, 1960,
- Hempel, C. G., "Implications of Carnap's Work for the Philosophy of Science", *The Philosophy of Rudolf Carnap*, A. Schilpp, 1963.
- Hempel, C., "Aspects of Scientific Explanation", *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*, New York, Free Press, 1965.
- Hempel, C.G., "Studies in the Logic of Confirmation", *Mind*, 54, 1945, proscritum de 1964
- Hempel, C.G., "Deductive Nomological vs Statistical Explanation", *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, III, Feigl y Maxwell eds., 1966
- Hempel, C.G., "Maximal Specificity and Lawlikeness in Probabilistic Explanation", *Philosophy of Science*, vol. 35, n° 2, 1968,
- Hintikka, J., "On a Combined System of Inductive Logic", *Acta Philosophica Fennica*, XVIII, 21-30, 1965
- Hintikka, J., "Towards a Theory of Inductive Generalization", *Proceedings of the 1964 International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science*, Y. Bar Hillel (ed.), North-Holland, Amsterdam, 1965
- Hintikka, J., "Knowledge, Acceptance and Inductive Logic", *Aspects of Inductive Logic*, Hintikka, J., & Suppes, P., (eds) North-Holland, Amsterdam, 1966.
- Hintikka, J., "A Two-Dimensional Continuum of Inductive Methods", *Aspects of Inductive Logic*, Hintikka, J., & Suppes, P., North-Holland, Amsterdam, 1966.
- Hintikka, J., "Inductive Independence and the Paradoxes of Confirmation", *Essays in Honor of Carl G. Hempel*, Rescher, N. (ed.), D. Reidel, Dordrecht, 1969
- Hintikka, J., "The varieties of information and scientific explanation", *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, van Rootselaar, B. and Staal, J.F. (eds.), North-Holland, Amsterdam, 1968

- Kemeny, J. G., "Carnap's Theory of Probability and Induction", *The Philosophy of Rudolf Carnap*, Schilpp, A., 1963
- Kuhn, Th., *The Structure of Scientific Revolutions*, The University of Chicago Press, Chicago, 2^o ed., 1969
- Kyburg, H., *Probability and the Logic of Rational Belief*, Middletown, Conn., 1961
- Lakatos, I., "Changes in the Problem of Inductive Logic", *The Problem of Inductive Logic*, Lakatos, I. (ed.), North-Holland, Amsterdam, 1968.
- Mackie, J. L., "The Paradox of Confirmation", *British Journal of Philosophy of Science*, 13, 1963, 265-277.
- Mackie, J. L., "The Relevance Criterion of Confirmation", *British Journal of Philosophy of Science*, 20, 1969, 27-40.
- Nagel, E., "Carnap's Theory of Induction", *The Philosophy of Rudolf Carnap*, Schilpp, A., 1963
- Popper, K., *El desarrollo del conocimiento científico: conjeturas y refutaciones.*, Trad. N. Míguez, Paidós, Bs. As., 1963.
- Popper, K., "Creative and Non-Creative Definitions in the Calculus of Probability", *Synthese*, 15, n^o 2 1963
- Popper, K. R., "A Theorem on Truth-Content", *Mind, Matter and Method*, Feyerabend, P. K., (ed.), Minneapolis, 1966
- Salmon, W.C., "The Status of Prior Probabilities in Statistical Explanation", *Philosophy of Science*, 32, 1965, pp.137-146
- Salmon, W.C., *The Foundation of Scientific Inference*, Pittsburg, The Pittsburg Press, 1967.
- Scheffler, I., *The Anatomy of Inquiry*, New York, Knopf, 1963
- Skirms, B., "Nomological Necessity and the Paradoxes of Confirmation", *Philosophy of Science*, 33, 1966,
- Smokler, H., "Conflicting Conceptions of Confirmation", *Journal of Philosophy*, 65, 1968,
- Suppes, P., "A Bayesian Approach to the Paradoxes of Confirmation", *Aspects of Inductive Logic*, Hintikka y Suppes (eds), North Holland Publishing Co., Amsterdam, 1966
- Stove, D., "Hume, Probability, and Induction", *The Philosophical Review*, April, 1965
- Wilson, M., "Possibility, Propensity and Chance", *The Journal of Philosophy*, LXVIII, n^o 19, 1967.

1970 - 1979

- Belnap, N. & Steel, Th., *The Logic of Questions and Answers*, New Haven, 1976,
- Brody, B.A., "Towards an Aristotelian Theory of Scientific Explanation", *Philosophy of Science*, 39, 1971,
- Carnap, R., "A Basic System of Inductive Logic", *Studies in Inductive Logic and Probability*, Carnap & Jeffrey, University of California Press, Berkeley, 1971.

- Carnap, R., "Inductive Logic and Rational Decisions", *Studies in Inductive Logic and Probability*, Carnap & Jeffrey, University of California Press, Berkeley, 1971
- Carnap, R., "Notes on Probability and Induction", *Synthese*, 25, 1973, 269-298.
- Essler, W. K., "Hintikka versus Carnap", *Erkenntnis*, 9, 1975, 229-233.
- Gaeta, R., "Analítico y sintético: un dualismo controvertido", (inédito)
- Grünbaum, A., "Can a Theory Answer more Questions than one of its Rivals?", *British Journal of Philosophy of Science*, 27, 1976, 1-23.
- Grünbaum, A., "Is Falsifiability the Touchstone of Scientific Rationality? Karl Popper versus Inductivism", R. S. Cohen y cols. (eds.), *Essay in Memory of Imre Lakatos*, D. Reidel, Dordrecht-Holland, 1976.
- Grünbaum, A., "Is the Method of Bold Conjectures and Attempted Refutations Justifiably the Method of Science?", *British Journal of Philosophy of Science*, 27, 1976, 105-136.
- Hacking, I., "The Leibniz -Carnap Program for Inductive Logic", *The Journal of Philosophy*, LXVIII, 19, 1971.
- Hacking, I., *"The Emergence of Probability"*, Cambridge University Press, Cambridge, 1975. trad. cast. J. Alvarez, *El surgimiento de la probabilidad*, Gedisa, Barcelona, 1995.
- Hesse, M. "Theories and the Transitivity of Confirmation", *Philosophy of Science*, 37, 1, 1970
- Hilpinen, R. "Relational Hypotheses and Inductive Inference", *Synthese*, 23, 1971, 266-286
- Hilpinen, R., "Carnap's New System of Inductive Logic", *Rudolf Carnap, Logical Empiricist*, J. Hintikka (ed), D. Reidel, Dordrecht Holland, 1975.
- Hintikka, J., "On the Different Ingredients of an Empirical Theory", *Logic, Methodology and Philosophy of Science IV*, Suppes, P., Henkin, L., Joja, A., Moisil, Gr., (eds.), North-Holland, Amsterdam, 1973
- Hintikka, J., "Carnap and Essler versus Inductive Generalization", *Erkenntnis*, 9, 1975, 235-244.
- Jeffrey, R. C., "Carnap's Inductive Logic", *Rudolf Carnap, Logical Empiricist*, Hintikka, J. (ed.), 1975.
- Kim, J., "Causation, Nomic Subsumption and the Concept of Event", *Journal of Philosophy*, 70, 1973
- Kim, J., "Events as Property Exemplifications", *Action Theory*, Brand, M. & Walton, D. (eds.), Dordrecht: D. Reidel Publishing, 1976
- Kuhn, Th., "Objectivity, Value Judgment and Theory Choice", *The Essential Tension: Selected studies in scientific tradition and change*, Chicago, University of Chicago Press, 1977.
- Lakatos, L., "Popper on Demarcation and Induction", *The Philosophy of Karl Popper*, Schilpp, A. (ed.), The Library of Living Philosophers, La Salle, Illinois, 1974.

- Michalos, A., *The Popper-Carnap Controversy*, Martinus Nijhoff, The Hague, 1971.
- Miller, D., "On the Comparison of False Theories by their Bases", *British Journal of Philosophy of Science*, 25, 1974.
- Miller, D., "Popper's Qualitative Theory of Verisimilitude", *British Journal of Philosophy of Science*, 25, 1974, 166-177
- Miller, D., "The Accuracy of Predictions", *Synthese*, 30, 1975, 159-191.
- Miller, D., "The Accuracy of Predictions: A Reply", *Synthese*, 30, 1975, 207-219.
- Miller, D., "The Distance between Constituents", *Synthese*, 38, 1978, 197-212.
- Miller, D., "Verisimilitude Redeflated", *British Journal of Philosophy of Science*, 27, 1976, 363-381.
- Niiniluoto, I. & Tuomela, R., *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*, D. Reidel, Dordrecht-Holland., 1973
- Niiniluoto, I., "Conceptual Enrichment, Theories and Inductive Systematization", *Annales Academiae Scientiarum Fennicae*, Helsinki, 1973
- Niiniluoto, L., "Degrees of Truthlikeness: From Singular Sentences to Generalizations", *British Journal of Philosophy of Science*, 30, 1979, 371-380.
- Niiniluoto, L., "Inductive Logic and Theoretical Concepts", *Formal Methods in the Methodology of Empirical Sciences*, Przelecki, M., y cols. (eds.), D. Reidel Publ. Co., Dordrecht-Holland, 1976
- Niiniluoto, L., "On the Truthlikeness of Generalizations", *Basic Problems in Methodology and Linguistics*, Butts & Hintikka (eds.), D. Reidel, Dordrecht-Holland, 1977
- Niiniluoto, L., "Truthlikeness in First-Order Languages", *Essays on Mathematical and Philosophical Logic*, Hintikka, Niiniluoto & Saarinen (eds.), D. Reidel, Dordrecht, 1978.
- Niiniluoto, L., "Truthlikeness: Comments on Recent Discussion", *Synthese*, 38, 1978, 281-329.
- Niiniluoto, L., "Verisimilitude, Theory-Change, and Scientific Progress", *Acta Philosophica Fennica*, XXX, 1978, North-Holland, Amsterdam
- Omer, I., "On the D-N Model of Scientific Explanation", *Philosophy of Science*, 37, 1970
- Pietarinen, J., "Lawlikeness, Analogy and Inductive Logic", *Acta Philosophica Fennica*, XXVI, 1972
- Popper, K. R., "Conjectural Knowledge: My Solution of the Problem of Induction", *Rev. Intern. Phil.*, 1971.
- Popper, K., "A Note on Verisimilitude", *The British Journal for the Philosophy of Science*, 27, 1976, p.147-149
- Railton, P., "A Deductive-Nomological Model of Probabilistic Explanation", *Philosophy of Science*, n° 45, 1978
- Rody, Ph. J., "Instances, the Relevance Criterion and the Paradoxes of Confirmation", *Philosophy of Science*, 45, 1978

Salmon, W.C., "Statistical Explanation", *Nature and Function of Scientific Theories*, R. Colodny (ed.), Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 1970

Salmon, W.C., "Hempel's Conception of Inductive Inference in Inductive-Statistical Explanation", *Philosophy of Science*, 44, 2, 1977

Salmon, W.C., "An 'at-at' Theory of Causal Influence", *Philosophy of Science*, 44, 2, 1977

Salmon, W.C., "Why ask 'Why?'" , *APA Proceedings*, 51, 1978

Scriven, M., "Causation as Explanation", *Nous*, vol.9, 1975.

Tichy, P., "On Popper's Definitions of Verisimilitude", *British Journal of Philosophy of Science*, 25, 1974, 155-160

Tichy, P., "Verisimilitude Redefined", *British Journal of Philosophy of Science*, 27, 1976, 25-42.

Tichy, P., "Verisimilitude Revisited", *Synthese*, 38, 1978, 175-196.

Tuomela, R., "Scientific Change and Approximation", *Acta Philosophica Fennica*, XXX, North-Holland, Amsterdam, 1978

Tuomela, R., *Theoretical Concepts*, L.E.P. 10, Springer, Wien-New York, 1973

Von Wriqth, G.H., *Explicación y comprensión*, Alianza, Madrid, 1979.

Woodward, J., "Scientific Explanation", *British Journal of Philosophy of Science*, 30, 1979.

1980 - 1989

Achinstein, P., *The Nature of Explanation*, Oxford University Press, New York, 1983. (trad. cast. *La naturaleza de la explicación*, FCE, México, 1989)

Achinstein, P., *The Concept of Evidence*, Oxford University Press, New York, 1983.

Black, M., *Inducción y probabilidad*, Cátedra, Madrid, 1984.

Brody, B.A., *Identity and Essence*, Princeton University Press, New Jersey, 1980.

Christensen, D., "Glymour on Evidential Relevance", *Philosophy of Science*, 50, 1983.

Finocchiaro, M., "Scientific Discoveries as Growth of Understanding: The Case of Newton's Gravitation", *Scientific Discovery, Logic and Rationality*, Nickles, T., ed. Reidel, Dordrtch, Holland, 1980

Friedman, M., *Foundations of Space-Time Theories*, Princeton, Princeton University Press, 1983.

Glymour, C. "Bootstrap and Probabilities", *The Journal of Philosophy*, 78, 1980.

Glymour, C. *Theory and Evidence*, Princeton University Press, New Jersey, 1980

- Glymour, C., "Discussion: Revisions of Bootstrap Testing", *Philosophy of Science*, 50, 1983.
- Glymour, C., "Explanation and Realism", *Scientific Realism*, Leplin, J., (ed), University of California Press, Berkeley 1984.
- Glymour, C. & Earman, J., "What Revision Does Bootstrap Testing needs", *Philosophy of Science*, 55, 1988.
- Good, I. J., *Good Thinking: the Foundations of Probability and its Applications*, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1983.
- Grimes, T., "The Promiscuity of Bootstrapping", *Philosophical Studies*, 51, 1987
- Hempel, C.G., "Turns in the Evolution of the Problem of Induction", *Synthese*, n°46, 1981
- Hintikka, J., "On the Incommensurability of Theories", *Philosophy of Science*, 55 1988, pp. 25-38
- Holland, J. et al., *Induction: Processes of Inference, Learning and Discovery*, M.I.T., Cambridge, 1986.
- Hooker, C. A. & Stove, D., "Relevance and the Ravens", *British Journal of Philosophy of Science*, 18, 305-315.
- Horwich, P., "The Dispensability of Bootstrap Conditions", *Journal of Philosophy*, 77, 1980
- Jeffrey, R., *The Logic of Decision*, University of Chicago Press, Chicago, 1983.
- Kitcher, P., "Explanation, Unification and the Causal Structure of the World", *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol XIII: Scientific Explanation, Salmon & Kitcher (eds.), University of Minnesota Press, Minneapolis, 1989
- Levy, R. J., "Regarding the Raven Paradox", *PSA* 1988, vol 1, pp.17-23
- Newton Smith, W.H. *The Rationality of Science*, Routledge and Kegan Paul Ltd., Boston, 1981
- Niiniluoto, L., "Scientific Progress", *Synthese*, 45, 1980, 427-462.
- Niiniluoto, L., "The Growth of Theories: Comments on the Structuralist Approach", *Theory Change, Ancient Axiomatics and Galileo's Methodology*, Hintikka, Gruender, Agazzi, (eds.), D. Reidel, Dordrecht, 1981.
- Peirce, C.S., "A Theory of probable Inference", *Studies in Logic*, C.S. Peirce (ed.), John Betjamins, Amsterdam, 1983
- Popper, K. R., "Realism and the Aim of Science", Proscript to the *Logic of Scientific Discovery*, Bartley W. (ed), Hutchinson, London, 1983.
- Rivadulla Rodríguez, A., *Filosofía de la ciencia actual*, Tecnos, Madrid, 1986.
- Rivadulla, A., "Verosimilitud Medida y Estimada", *Teorema*, 12, fasc. 1-2, 1982, 43-59.
- Railton, P., "Probability, Information and Explanation", *Synthese*, 1981, n° 48
- Salmon, W.C., *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton University Press, New Jersey, 1984

Salmon, W.C. & Kitcher, P., "van Fraassen on Explanation", *The Journal of Philosophy*, vol. 84, n°6, 1987

Van Fraassen, B.C., *The Scientific Image*, Oxford University Press, Oxford, 1985.

Van Fraassen, B.C., *Laws and Symmetry*, Clarendon Press, Oxford, 1989.

Woodward, J., "The Causal Mechanical Model of Explanation", *Scientific Explanation*, Salmon & Kitcher (eds), Minneapolis: University of Minnesota Press, 1989.

1990 - 2000

Achinstein, P., "Explanation and 'Old Evidence' ", *Philosophica*, 1993, 51, pp. 125-137

Achinstein, P. "Explanation vs. Prediction: Which Carries More Weight?", *Proceedings of the Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association*, 2, 1994, pp. 156-164

Bermudez, J. "Syntax, Semantics and Levels of Explanation", *Philosophical Quarterly*, 45 (180), 1995

Bradie, M., "Ontic Realism and Scientific Explanation" *Proceedings of the Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association*, 3 (supl), s315-s321, 1996

Christensen, D., "The Irrelevance of Bootstrapping", *Philosophy of Science*, 57, 1990

Christensen, D. "Confirmational Holism and Bayesian Epistemology", *Philosophy of Science*, 59 (4), 1992

Couvalis, G., "Induction and Probability", *The Philosophy of Science. Science and Objectivity*, SAGE Publications, London, 1997

Couvalis, G., "Popper and Mill: Fallibility, Falsification and Coherence", *The Philosophy of Science. Science and Objectivity*, SAGE Publications, London, 1997

Deshpande, S. "Causation, Explanation and Understanding", *Indian Philosophical Quarterly*, 22 (4), 1995

Di Maio, M. "Inductive Logic. Aims and Procedures", *Theoria*, 60 (2), 1994

Dowe, P., "An Empiricist Defense of the Causal Account of Explanation", *International Studies in the Philosophy of Science*, n° 6, 1992.

Dowe, P., "Wesley Salmon's Process Theory of Causality and the Conserved Quantity Theory", *Philosophy of Science*, n° 59, 1992.

Dowe, P., "Process Causality and Asymmetry", *Erkenntnis*, n° 37, 1992

Dowe, P., "Causality and Conserved Quantities: a Reply to Salmon", *Philosophy of Science*, n° 62, 1995.

Duran, J. "Explanation and Reference", *Metaphilosophy*, 27 (3), 1996

- Eells, E. "Bayesian Epistemology: Probabilistic Confirmation and Rational Decision", *Protosoziologie*, 6, 38-60, 1994.
- Fitelson, B. "Wayne, Horowich and Evidential Diversity", *Philosophy of Science*, 63, 1996, pp.652-660
- Forster, M. "Bayes & Bust", *British Journal of Philosophy of Science*, 46 (3), 1995
- Forge, J., "How Should we Explain Remote Correlations?", *Philosophica*, n° 51, 1993.
- Gaeta, R. et.al., *Modelos de explicación científica*, EUDEBA, Bs. As., 1996
- Gemes, K. "Explanation, Unification and Context", *Nous*, 28 (2), 225-240, 1994
- Gillies, D., "Popper Contribution to the Philosophy of Probability", *Karl Popper: Philosophy and Problems*, O' Hear A. (ed.), Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- Gluck, S. & Gimbel, S., "Discussion: An Intervening Cause Counterexample to Railton DNP-Model of Explanation", *Philosophy of Science*, n° 64, 1997.
- Gottlob, R. "How Scientist Confirm?", *Dialectica*, 46 (2), 1992.
- Grimes, Th., "Explanatory Understanding and Contrastive Facts"; *Philosophica*, 51, 1, 1993
- Harrell, M. "Confirmation Holism and Semantic Holism", *Synthese*, 109 (1), 63-101, Oct. 1996
- Hausman, D., *Causal Asymmetries*, Cambridge University Press, Cambridge, 1998.
- Hirshleifer, J. & Riley, J., *The Analytics of Uncertainty and Information*, Cambridge University Press, Cambridge, 1992.
- Hitchcock, K., "Discussion: Salmon on Explanatory Relevance", *Philosophy of Science*, n° 62, 1995
- Hitchcock, K. "The Role of Contrast in Causal and Explanatory Claims", *Synthese*, 107 (3), 1996
- Howson, C. "The 'Old Evidence' Problem", *British Journal for the Philosophy of Science*, 42, 1991, pp. 547-557.
- Howson, C. "Dutch Book Arguments and Consistency", *PSA*, vol. 2, 1992, pp. 161-168
- Howson, C. & Urbach, P., *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*, Chicago, Open Court Publishing Co., 1993
- Howson, C. "On Chiara's 'The Howson-Urbach Proofs of Bayesian Principles'", *British Journal for the Philosophy of Science*, 48, 1997, pp. 83-90.
- Humphreys, P., "Greater Unification Equals Greater Understanding?", *Analysis*, 53 (3), 183-188, 1993
- Jeffrey, R. "Probability Reparation: The Problem of New Explanation", *Philosophical Studies*, 77 (1), 97-101, 1995
- Jones, T. "Reductionism and the Unification Theory of Explanation", *Philosophy of Science*, 62 (1), 21-30, 1995
- Kahn, J. "A Novel Confirmation", *British Journal of Philosophy of Science*, 43 (4), 1992

- Kelsey, D. & Quiggin, J., "Theories of Choice under Ignorance and Uncertainty", *Journal of Economics Surveys*, nº 6, 1992
- Keupink, A., "Statistical Ambiguity and Inductive Inconsistencies", *Analyomen*, Meggle (ed.), 1994
- Kornblith, H., *Inductive Inference and its Natural Grounds*, Cambridge, MA: MIT Press, 1993.
- Kyburg, H. "The Scope of Bayesian Reasoning", *PSA*, vol 2, 1992, pp. 139-152.
- Kuipers, T.A.F. "An erotetic Approach to Explanation by Specification", *Erkenntnis*, 40 (3), 377-402, 1994
- Kuipers, T.A.F. "The Dual Foundation of Qualitative Truth Approximation", *Erkenntnis*, 47 (2), 145-179, 1997
- Kuipers, T.A.F. "Comparative Versus Qualitative Truthlikeness Definitions: Reply to Th. Mormann", *Erkenntnis*, 47 (2), 187-192, 1997
- Kukla, A., *Studies in Scientific Realism*, Oxford University Press, Oxford, 1998.
- Leavitt, F. "Resolving Hempel's Raven Paradox", *Philosophical Inquiring*, 18 (3-4), 166, Sum-Fall, 1996
- Lipton, P., "Making a Difference", *Philosophica*, nº 51, 1993.
- Maher, P., "Acceptance in Bayesian Philosophy of Science", *PSA*, vol. 2, 1992, pp. 153-160
- Mayo, D.G. *Error and the Growth of Experimental Knowledge*, The University of Chicago Press, Chicago, 1996
- Miller, D., "Propensities and indeterminism", *Karl Popper: Philosophy and Problems*, O' Hear A. (ed.), Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- Miller, D. "What Use Is Empirical Confirmation?", *Economics and Philosophy*, 12 (1), 197-206, Ap. 1996.
- Mitchell, S., "Toward a Defensible Bootstrapping", *Philosophy of Science*, 62, nº 2, 1995
- Mormann, Th. "The Redefined Qualitative Theory of Truth Approximation Does not Deliver: Remark on Kuipers", *Erkenntnis*, 47 (2), 181-185, 1997
- Nelson, D. "Confirmation, Explanation and Logical Strength", *Philosophy of Science*, 47 (3), 399-413, 1996
- Popper, K., *Búsqueda sin término*, Tecnos, Madrid, 1994.
- Popper, K., *Teoría cuántica y cisma en física*, Tecnos, Madrid, 1992.
- Popper, K., *Sociedad abierta, universo abierto*, Tecnos, Madrid, 1992.
- Rivadulla Rodríguez, A., *Probabilidad e inferencia científica*, Anthropos, Barcelona, 1991,
- Rohrlich, F. "Scientific Explanation: From Covering Law to Covering Theory", *Proceedings of the Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association*, 1, 69-77, 1994

- Ruben, D. *Explaining Explanation*, Routledge, New York, 1992
- Ruben, D. (ed.) *Explanation*, Oxford University Press, New York, 1993.
- Sabates, M., "Problems for Kitcher's Account of Explanation", *Truth and Rationality*, Villanueva, E. (ed.), Ahorcadero, Ridgeview, 1994.
- Salmon, W.C., *Four Decades of Scientific Explanation*, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1990
- Salmon, W.C., "The Appraisal of Theories: Kuhn Meets Bayes", *PSA*, 1990, vol. 2, 325-332
- Salmon, W.C., "Scientific Explanation: Causation and Unification", *Critica*, XXII, 66, 1990.
- Salmon, W.C., "The Value of Scientific Understanding", *Philosophica*, 51, I, 1993
- Salmon, W.C., "Causality without Counterfactuals", *Philosophy of Science*, LXI, 2, 1994
- Salmon, W., "Causality and Explanation: a Reply to two Critics", *Philosophy of Science*, 64, 1997
- Salmon, W.C., *Causality and Explanation*, Oxford University Press, Oxford, 1998
- Schesinger, G.N., "Measuring Degrees of Confirmation", *Analysis*, 55 (3), 1995
- Shimony, A., "Empirical and Rational Components in Scientific Confirmation", *Proceedings of the Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association*, 2, 1994
- Smith, Q., "Internal and External Causal Explanations of the Universe", *Philosophical Studies*, 73 (9), 1995
- Steel, D., "Bayesianism and The Value of Diverse Evidence", *Philosophy of Science*, 63, 1996, pp. 665-674.
- Tan, Y.H., "Non-Monotonic Epistemic Aspects of Scientific Explanation", *Logique et Analyse*, 34, 197-220, 1994
- Vahid, H., "Deductive Closure, Skepticism and the Paradoxes of Confirmation", *Ratio*, 8 (1), 70-86, Ap. 1995
- Wayne, A., "Bayesianism and Diverse Evidence", *Philosophy of Science*, 62, 1995, pp. 111-121.
- Weber, E., "Phenomenological Laws and their Application to Scientific Epistemic Explanation Problem", *Logique et Analyse*, 33, 175-189, 1990
- Weber, E., "Models of Explanation", *Communication and Cognition*, 25 (4), 1992.
- Weber, E., "Some Problems for Kitcher's Unification Account of Explanation", *Communication and Cognition*, 28 (4), 1995.
- Weber, E., "Explaining, Understanding and Scientific Theories", *Erkenntnis*, 44 (1), 1-23, 1996
- Woodward, J., "Explanation, Invariance and Intervention", *Philosophy of Science*, 64, n° 4, 1997

Índice

	Página
Presentación.....	1
Parte I: Inducción y evidencia.....	4
Capítulo 1: El problema de la justificación de la inducción.	
Introducción.....	5
1.1. La concepción fundacionalista del problema de la justificación de la inducción.....	8
1.2. El carácter problemático de la justificación de la inducción.....	13
1.3. La concepción formalista de la lógica y el problema de la analiticidad.....	22
1.4. La justificación analítica y la justificación pragmática de la inducción.....	27
Capítulo 2: Las diferentes interpretaciones del concepto de probabilidad.	
Introducción.....	41
2.1. Evolución histórica de las diversas interpretaciones de la probabilidad.....	43
2.2. Las dificultades que plantean las diversas interpretaciones de la probabilidad.....	60
2.3. La controversia acerca de la identidad entre el concepto lógico y el concepto frecuencial de probabilidad.....	81
2.4. El problema de la interpretación de los enunciados probabilísticos referidos a eventos singulares y las inducciones concatenadas.....	94
Capítulo 3: El falsacionismo y la supuesta prescindibilidad de la inducción.	
Introducción.....	117
3.1. La solución falsacionista del problema de la inducción.....	118
3.2. Las dificultades del concepto popperiano de verosimilitud.....	124
3.3. Verosimilitud y realismo.....	129
Capítulo 4: Las dificultades de las definiciones sintácticas de la noción de evidencia confirmadora.	
Introducción.....	132
4.1. Las paradojas de la transitividad y el papel de los términos y enunciados teóricos en la sistematización inductiva.....	134
4.2. Paradojas de la confirmación e inconsistencias inductivas.....	159
4.3. Dificultades de la concepción bayesiana de evidencia confirmadora.....	181
Recapitulación de la primera parte.....	188

Parte II: Explicación científica y relevancia explicativa.....	196
Capítulo 5: Los modelos nomológico-inferenciales de explicación.	
Introducción.....	197
5.1. Relevancia explicativa e interdependencia funcional.....	200
5.2. La concepción de las explicaciones estadísticas de explananda singulares como inferencias inductivas y el supuesto determinista del modelo de cobertura legal.....	218
5.3. La ambigüedad de las explicaciones inductivo-estadísticas y su relatividad epistémica.....	224
5.4. El modelo de relevancia estadística de Salmon.....	232
Capítulo 6: Los modelos causales de explicación.	
Introducción.....	237
6.1. El modelo nomológico-deductivo de explicación probabilística de Railton.....	240
6.2. El modelo causal de Woodward.....	251
6.3. El origen de la concepción causal de Salmon.....	259
6.4. La evolución de la concepción causal de Salmon.....	268
6.5. La controversia entre Salmon y Dowe.....	285
6.6. El problema de la relevancia explicativa en la teoría causal de Salmon.....	290
6.7. El modelo de responsabilidad nómica de Grimes.....	294
Capítulo 7: Los modelos pragmáticos de explicación.	
Introducción.....	309
7.1. El modelo pragmático de van Fraassen.....	311
7.2. La concepción ilocucionaria de la explicación propuesta por Achinstein.....	319
7.3. La evaluación ilocucionaria de las explicaciones.....	332
Recapitulación de la segunda parte.....	339
Parte III: Evidencia y explicación.....	350
Capítulo 8: Evidencia y explicación en la teoría <i>bootstrap</i> de la confirmación.	
Introducción.....	352
8.1. El concepto de evidencia en la teoría <i>bootstrap</i> de la confirmación.....	353
8.2. Capacidad explicativa y confirmación en la teoría <i>bootstrap</i>	366

Capítulo 9: Evidencia inductiva, propiedades esenciales y explicaciones causales.	
Introducción.....	375
9.1. La solución de Brody al problema de la transitividad de la confirmación.....	376
9.2. El modelo causal y el modelo de la propiedad esencial elaborado por Brody.....	383
Capítulo 10: Confirmación enumerativa, abductiva y explicación.	
Introducción.....	395
10.1. Inducción y explicación en la concepción de Harman.....	396
10.2. La distinción entre confirmación enumerativa y abductiva.....	399
10.3. Explicaciones teóricas y fenomenológicas.....	405
Capítulo 11: La concepción ilocucionaria de la relación entre evidencia y explicación.	
Introducción.....	416
11.1. Las objeciones de Achinstein contra las definiciones tradicionales del concepto cuantitativo de evidencia.....	417
11.2. Las objeciones de Achinstein contra concepción bayesiana de evidencia.....	423
11.3. La definición de evidencia proporcionada por Achinstein.....	439
11.4. Evidencia objetiva y corrección explicativa.....	448
Recapitulación de la tercera parte.....	460
Conclusión.....	467
Bibliografía.....	475
Índice.....	487

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas