

Javier Echeverría

*Introducción a la metodología
de la ciencia*

La filosofía de la ciencia en el siglo XX

CATEDRA
TEOREMA

CAPÍTULO 1

El Círculo de Viena

1.1. INTRODUCCIÓN

Numerosos científicos e historiadores de la ciencia pueden ser considerados como precursores de la filosofía de la ciencia: Mach, Russell, Duhem, Poincaré, Metzger, etc. Sin embargo, la primera institución dedicada específicamente al cultivo de la nueva disciplina fue la cátedra de filosofía de las ciencias inductivas de la Universidad de Viena, que ocupó Moritz Schlick en 1922. En torno a ella se constituyó el Círculo de Viena, que suele ser considerado como la primera gran escuela de Epistemología y Teoría de la Ciencia.

Aunque tenga a Hume y a Comte como predecesores lejanos, el Círculo de Viena tiene unos orígenes netamente alemanes. Tras la crítica del materialismo mecanicista por parte de los neokantianos de Marburgo (Helmholtz, Hermann Cohen), el físico Ernst Mach derivó hacia un neopositivismo que negaba todo tipo de elementos *a priori* en las ciencias empíricas. Casi simultáneamente, la física teórica dio un giro radical con la aparición de la teoría einsteiniana de la relatividad y la mecánica cuántica. Estos cambios en la física, así como la crisis de fundamentos en matemáticas, tuvieron una gran influencia sobre los neopositivistas. El convencionalismo de Poincaré y Duhem también incidió sobre el Círculo de Viena, al igual que la lógica matemática, perfectamente configurada como nueva disciplina científica desde los *Principia Mathematica* por Russell y Whitehead (1905). Así como las matemáticas habían resuelto sus problemas teóricos hallan-

do una fundamentación lógica y una metodología axiomática, también las ciencias empíricas deberían hallar unas bases sólidas en la lógica y en la experiencia.

Ya en 1907, el economista Neurath había fundado un grupo de trabajo con el matemático Hahn y el físico Frank, que se ocupaba de filosofía de la ciencia. La nueva denominación se oponía frontalmente a la *Naturphilosophie* que había predominado en Alemania, sobre todo porque rechazaba la especulación metafísica sobre las ciencias de la naturaleza y propugnaba el contacto directo de los filósofos con los científicos. Los filósofos de la ciencia no derivan sus ideas de un sistema filosófico general, como los *Naturphilosophen*, sino del trabajo previo de los científicos. Por otra parte, la publicación del *Tractatus Lógico-Philosophicus* de Wittgenstein en 1921, con su célebre tesis según la cual «el mundo es la totalidad de los hechos, no de las cosas»¹, reforzó notablemente las ideas neopositivistas, sobre todo porque Wittgenstein enlazaba perfectamente la tradición empirista y la nueva lógica matemática. Schröder y Hilbert, junto con la Escuela de Varsovia, que agrupaba a importantes lógicos polacos, pasaron a ser referencias obligadas desde la constitución del Círculo.

Sus miembros fueron en su mayor parte personas con formación científica: Karl Menger, Hans Hahn, Philipp Frank e incluso Kurt Gödel asistían regularmente a las sesiones, junto con Schlick, Carnap, Neurath, Feigl, Krah, Waismann y otros muchos. Un segundo libro importante fue *Der logische Aufbau der Welt*, publicado por Carnap en 1923 e implementado con explicaciones y debates sobre el contenido de dicha obra entre Carnap y los miembros del Círculo a partir de 1925. La distinción de Russell entre hechos atómicos y moleculares² y la distinción paralela entre proposiciones atómicas y moleculares permitieron aplicar el aparato de la lógica de enunciados a las ciencias con contenido empírico. Por este motivo pasó a ser habitual la denominación de *empirismo lógico*, o atomismo lógico, junto a otras como empirismo científico o empirismo consistente. En 1926 surge la Sociedad Ernst Mach, formada por este mismo grupo de pensadores, quienes hacen público en 1929 un Manifiesto y pasan a denominarse definitivamente Círculo de Viena.

Tras la publicación de dicho manifiesto teórico, obra de Carnap, Neurath y Hahn, el Círculo se constituyó como una escuela con con-

¹ L. Wittgenstein, *Tractatus*, § 1.1, pág. 35 de la traducción en lengua española.

² B. Russell, *La filosofía del atomismo lógico*, pág. 278 del volumen *Lógica y conocimiento*, Madrid, Taurus, 1966.

cepciones propias sobre la ciencia y adquirió renombre internacional. En 1929 organizaron su primer congreso internacional en Praga, que tuvo continuidad en las reuniones de Königsberg, Copenhague, otra vez Praga, París y Cambridge. En 1930 salió la revista *Erkenntnis*, bajo la dirección de Carnap y Reichenbach. Asimismo se publicaron una serie de monografías bajo el lema «Ciencia unificada», entrando en la fase de máxima actividad durante la primera mitad de la década de los 30. Los vieneses estrecharon relaciones con el círculo de Berlín (Reichenbach, von Mises, Hempel...), con los lógicos de Varsovia (Lukasiewicz, Tarski), con la escuela de Copenhague en mecánica cuántica (Bohm), con lingüistas y semiólogos (Bloomfield, Morris), con psicólogos conductistas (Skinner) y mantuvieron siempre a Russell, Wittgenstein y Einstein como mentores principales. El Círculo se convirtió en una institución muy influyente, pero el ascenso del nazismo, así como algunos avatares personales (Carnap y Frank pasaron a ser catedráticos en Praga, Feigl se trasladó a Iowa, y Hahn murió en 1934), resultaron muy negativos para la nueva institución. La condición de judíos (y socialdemócratas) de muchos de sus miembros les acarreó dificultades. Finalmente, Carnap se estableció en Chicago en 1936, y Neurath marchó a Holanda tras el asesinato de Moritz Schlick en 1938, a manos de un perturbado. Neurath trató de continuar la publicación de *Erkenntnis* en La Haya, bajo el título *The Journal of Unified Science*, y Carnap sacó a la luz en los Estados Unidos la *International Encyclopedia for the Unified Science*. Finalmente, el propio Feigl hubo de huir a los Estados Unidos y el nazismo disolvió los grupos de Berlín y de Varsovia, con lo que el Círculo de Viena dejó de existir como tal. Sin embargo, su influencia internacional no decayó, muy al contrario. La emigración de varios de sus miembros, prestigiados por la aureola de haber sido perseguidos por el nazismo, a los Estados Unidos y a otros países, permitió una rápida difusión internacional de sus ideas, principalmente en los países y universidades anglosajonas. Este éxodo les llevó a converger con diversos grupos de filósofos analíticos anglosajones, surgiendo lo que muchos denominan *filosofía analítica de la ciencia*.

El gran proyecto del Círculo de Viena fue la elaboración de la *Enciclopedia para la Ciencia Unificada*. Sus posturas fueron netamente opuestas a la metafísica, y en particular a Hegel y Heidegger. Las obras metafísicas clásicas son estériles desde el punto de vista científico porque están construidas sobre la base de pseudoproposiciones, sin correlato empírico. Esta ausencia de referentes empíricos y la defectuosa estructuración del discurso metafísico desde el punto de vista de la lógi-

ca matemática, fueron los motivos que les llevaron a descartar buena parte de la filosofía occidental, propugnando una nueva forma de filosofía, la *filosofía científica*.

La filosofía científica tenía a las matemáticas, la lógica y, sobre todo, a la física como el gran modelo a imitar. El programa positivista de Comte debía ser culminado, convirtiendo a la psicología, la sociología y la propia filosofía en ciencias positivas. Para ello, convocaron y atrajeron a científicos de diversas disciplinas para reflexionar sobre la unidad de la ciencia y sobre la manera de lograrla: los problemas lógico-sintácticos, la inducción y la probabilidad, la teoría del conocimiento y las aplicaciones de la lógica a otras disciplinas fueron algunos de sus temas de investigación. Entre las distintas tendencias existentes dentro del Círculo en relación con el modo de lograr la unificación de la ciencia, acabó imponiéndose el fisicalismo, formulado por Otto Neurath y aceptado finalmente por Carnap. La reducción de todos los enunciados científicos a lenguaje fisicalista (estrictamente empirista) era el medio de llevar a cabo la unificación de la ciencia, y para ello había que partir siempre de enunciados empíricos atómicos, estrictamente observacionales. La inducción y la lógica matemática permitirían luego construir teorías y enunciados más generales. Sin embargo, la distinción entre lo teórico y lo observacional les acarreó problemas importantes en el caso de las ciencias empíricas, como veremos más adelante. El fisicalismo pretendía basarse en proposiciones atómicas expresadas en lenguaje puramente observacional y con una misma forma lógica para todas las ciencias empíricas. Así lo afirmó Carnap en 1932: «el lenguaje fisicalista es un lenguaje universal, esto es, un lenguaje al cual puede traducirse cualquier proposición»³. Por eso, la irreductibilidad de los términos teóricos a observacionales y la inexistencia de una misma forma lógica para las diversas ciencias suscitaron graves dificultades al positivismo.

Para leer los principales escritos de los miembros del Círculo de Viena hay que remitirse a las publicaciones ya señaladas: *Erkenntnis*, *Journal of Unified Science*, *International Encyclopedia for the Unified Science*. En lengua castellana la recopilación más completa es la de Ayer⁴ aunque también Kraft y Weinsberg escribieron obras expositivas accesibles sobre las tesis y la evolución del Círculo⁵. También hay traduci-

³ En A. J. Ayer (comp.), *El positivismo lógico*, México, FCE, 1965, pág. 176.

⁴ Véase la nota anterior.

⁵ V. Kraft, *El Círculo de Viena*, Madrid, Taurus, 1966; J. R. Weinberg, *Examen del positivismo lógico*, Madrid, Aguilar, 1959.

das varias obras de Carnap, así como algunas de Reichenbach y de Bridgman⁶. Para conocer las raíces positivistas del Círculo de Viena, se puede leer el libro de Leszek Kolakowski, *La filosofía positivista*⁷. Entre los estudios sobre el positivismo lógico que no son traducciones, se puede consultar el ensayo de Pascual Casañ Muñoz⁸. Un estudio más completo en catalán es el publicado por Ramón Cirera⁹. Asimismo, hay que resaltar que durante los últimos años se está procediendo a una relectura y reinterpretación de los escritos del Círculo de Viena, en particular los de Otto Neurath, de las que se desprende que la imagen canónica del neopositivismo (que nosotros hemos resumido en los párrafos precedentes) no se corresponde con la multiplicidad de tendencias que aparecen en sus obras. Para estas matizaciones y precisiones, puede leerse provechosamente el libro sobre Carnap editado por Ramón Cirera, Andoni Ibarra y Thomas Mormann¹⁰.

1.2. LA CIENCIA UNIFICADA

Como indicamos en la Introducción, el proyecto institucional —y también teórico— común a casi todos los miembros del Círculo de Viena es la elaboración de la *Enciclopedia para la Ciencia Unificada*. Dentro de la tradición de Mach, Avenarius, etc., sus posturas son netamente contrarias a la metafísica, y muy particularmente a tendencias como las de Hegel o Heidegger. Carnap escribió un célebre artículo, «La superación de la metafísica mediante el análisis lógico del lenguaje», en el que afirmó que «en el campo de la metafísica, el análisis lógico ha conducido al resultado negativo de que las pretendidas proposiciones de dicho campo carecen totalmente de sentido»¹¹. Según Carnap, en las grandes obras de la metafísica abundan dos tipos de pseudoproposiciones: unas que contienen palabras a las que con criterio erróneo se supone un significado, y otras que están mal construidas sintácticamente. Lo que Hempel llamó luego *criterio empirista de*

⁶ Véase Bibliografía.

⁷ L. Kolakowski, *La filosofía positivista*, Madrid, Cátedra, 1979.

⁸ P. Casal, *Corrientes actuales de filosofía de la ciencia: el positivismo lógico*, Valencia, Nau, 1984.

⁹ R. Cirera, *Carnap i el Cercle de Viena. Empirisme i Sintaxi Lògica*, Barcelona, Anthropos, 1990.

¹⁰ R. Cirera, A. Ibarra y T. Mormann (eds.), *El Programa de Carnap. Ciencia, lenguaje, filosofía*, Barcelona, Ed. del Bronce, 1996.

¹¹ En A. Ayer, *op. cit.*, pág. 66.

significado, así como la inadecuación de la forma de las proposiciones filosóficas a las prescripciones de la lógica matemática, permitieron al positivismo lógico aplicar radicalmente la navaja de Ockham, descartando del pensamiento científico numerosos conceptos y propuestas de la filosofía especulativa.

Para llevar a cabo la Enciclopedia era preciso elaborar una *filosofía científica*, que fue la tarea principal que afrontaron Carnap y Reichenbach. En la convocatoria de la Preconferencia de Praga, en 1934, cuyo objeto era preparar el Primer Congreso Internacional sobre Ciencia Unificada, este objetivo se señala como general para todas las ciencias:

Hay que tratar sobre los fundamentos lógicos de todos los ámbitos científicos, y no sólo de la matemática y de la física¹².

El tema del que iba a ocuparse inicialmente era «Filosofía científica», pero se modificó: «Congreso para la Unidad de las Ciencias». Se convocaba a científicos de diversas disciplinas para reflexionar sobre la unidad de la ciencia y sobre la manera de lograrla: los problemas lógico-sintácticos, los de la inducción y la probabilidad, las aplicaciones de la lógica a otras disciplinas, la sociología científica y la historia de la ciencia eran señalados expresamente como ámbitos de trabajo del Congreso. De hecho, la historia de la ciencia fue poco investigada por el Círculo de Viena, que abundó, en cambio, en trabajos sobre biología, psicología y semiótica, entendidas desde un punto de vista conductista.

Entre las distintas tendencias existentes dentro del Círculo en relación con la unificación de la ciencia acabó imponiéndose el fisicalismo, formulado por Otto Neurath y aceptado finalmente por Carnap, cuyo estricto empirismo e inductivismo le habían acercado al principio al solipsismo. Sin embargo, el pretendido solipsismo de *Der logische Aufbau der Welt* era exclusivamente metodológico, puesto que Carnap afirmaba rápidamente la posibilidad de un lenguaje intersubjetivo y dejaba claro que: «el mundo intersubjetivo (en el sentido de la constitución antes indicada) forma el dominio genuino de la ciencia»¹³. Se introducía así una tesis muy importante en la filosofía de la ciencia del siglo XX: la intersubjetividad del conocimiento científico como garantía de su objetividad.

Para el Círculo de Viena, la intersubjetividad no era una garantía suficiente, y por eso adoptaron las tesis fisicalistas, afirmando la exis-

¹² *Erkenntnis*, 5 (1935), pág. 1.

¹³ R. Carnap, *La construcción lógica del mundo*, México, UNAM, 1988, pág. 266.

tencia de una base empírica común a todos los seres humanos, en la tradición de Locke y de Hume. El fisicalismo se interesa por los enunciados observacionales, que pasan a ser la base de cada ciencia positiva. Al comparar la forma lógica de dichos enunciados (por ejemplo, 'Karl observa' y 'la máquina fotográfica saca fotos') se comprueba que es la misma: la unificación de la ciencia debe llevarse a cabo reduciendo todas las proposiciones observacionales a lenguaje fisicalista, con lo cual se mostraría que existe un núcleo común a todas las ciencias positivas. La reducción a lenguaje fisicalista es el medio para llevar a cabo el programa de unificación de la ciencia, y para ello hay que partir siempre de enunciados empíricos, preferentemente observacionales.

1.3. EL LENGUAJE FISCALISTA

Carnap defendió en un primer momento la reducción de los conceptos sociales, culturales e históricos a los conceptos del psiquismo propio: tanto los conceptos ajenos como los propios debían ser reducidos primero a conceptos físicos, y luego, a conceptos psíquicos propios. Los fenómenos del psiquismo individual, en la medida en que traducen hechos físicos, fundamentarían desde el punto de vista epistemológico la reducción del conocimiento de las distintas ciencias a una misma ciencia unificada. Pero esta posición fenomenalista de Carnap encontró oposición, por no garantizar suficientemente la objetividad de los enunciados ni la realidad empírica de las entidades científicas. De ahí que el fisicalismo, que se basaba en proposiciones expresadas en lenguaje observacional y con la misma forma lógica para todas las ciencias empíricas, acabara imponiéndose. Tal y como afirma el propio Carnap en 1932,

el lenguaje fisicalista es un lenguaje universal, esto es, un lenguaje al cual puede traducirse cualquier proposición¹⁴.

Dicho lenguaje fisicalista tiene como elemento característico y constitutivo las *proposiciones protocolares*, las cuales fueron estudiadas por Otto Neurath en un artículo titulado, precisamente, «Proposicio-

¹⁴ R. Carnap, «Psicología en lenguaje fisicalista», en A. J. Ayer, *El positivismo lógico*, pág. 171.

nes protocolares»¹⁵. Según Neurath, la ciencia unificada consta de proposiciones protocolares y de proposiciones no protocolares; en todo caso, unas y otras son proposiciones fácticas. Las primeras no son las proposiciones primarias para el sujeto individual, como a veces tendió a pensar Carnap, sino que son discernibles por su forma lingüística.

Por ejemplo, una proposición protocolar completa podría decir:

Protocolo de Otto a las 3.17: {la forma lingüística del pensamiento de Otto a las 3.16 era: (a las 3.15 había en el cuarto una mesa percibida por Otto)}¹⁶.

Todavía estamos ante un lenguaje fisicalista trivial. El lenguaje fisicalista altamente científico, que estaría completamente depurado de elementos metafísicos, exigiría que cada uno de los términos presentes en dicha proposición (por ejemplo, 'Otto') fuese sustituido por un sistema de determinaciones fisicalistas, definiendo la posición del nombre 'Otto' en relación con otros nombres propios. En una proposición protocolar del lenguaje fisicalista trivial es esencial que aparezca algún nombre propio, porque así se acredita el carácter observacional de dicha proposición. Se presupone que todo nombre propio designa entidades físicas.

Las leyes científicas y, en general, los enunciados utilizados por los científicos, surgirían a partir de las proposiciones protocolares por vía inductiva. Desde el punto de vista metodológico, el papel central de la inducción es una de las características principales del Círculo de Viena, así como de la Escuela de Berlín. Para estos autores, la metodología de las ciencias empíricas está basada en la inducción. Popper disintió con energía de esta tesis.

Por otra parte, las proposiciones protocolares no pueden contradirse. Neurath precisó que es posible eliminar proposiciones protocolares del sistema científico por motivos basados en su forma lógica. En este sentido, las proposiciones protocolares requieren verificación, y están regidas por el criterio empirista de significado. Si son contradictorias, o si alguno de sus términos no tiene significación empírica (observable), entonces no son auténticas proposiciones protocolares, y deben ser eliminadas.

¹⁵ En Ayer, *op. cit.*, págs. 205-214.

¹⁶ Ayer, *op. cit.*, pág. 208.

1.4. EL CRITERIO EMPIRISTA DE SIGNIFICADO

El Círculo de Viena distinguió la ciencia de la metafísica basándose en un criterio epistemológico de significatividad cognoscitiva. Entre la multiplicidad de enunciados posibles, hay dos tipos propiamente científicos: las proposiciones analíticas o contradictorias y las que pueden ser confirmadas por la experiencia. Las primeras recogen los enunciados de las matemáticas, de la lógica y, en general, de las ciencias formales. El positivismo lógico considera que ninguna de esas ciencias es empírica. Conforme había afirmado Wittgenstein, los enunciados de las ciencias formales son tautologías. Su verdad depende exclusivamente de las reglas sintácticas que rigen el sistema formal correspondiente. Los enunciados de las ciencias formales no aportan información alguna sobre el mundo, y por ello, hablando en términos kantianos, han de ser considerados como enunciados analíticos. En cuanto a las ciencias que poseen un contenido empírico, todos y cada uno de sus enunciados han de ser confirmables, al menos en principio, por la experiencia. Dicho en términos kantianos, han de ser verdades *a posteriori*.

Por tanto, la verificabilidad pasa a ser el criterio para distinguir las ciencias empíricas de otros tipos de saber. Un enunciado es científico si es verificable, y para ello sus términos han de tener significado empírico. Posteriormente, este criterio de significación empírica sufrió algunas modificaciones. Tal y como afirma Hempel en su artículo «Problemas y cambios en el criterio empirista de significado», el Círculo de Viena exigía al principio que dicha verificación fuese completa y por medio de la observación:

Una oración *S* tiene significado empírico si y sólo si es posible indicar un conjunto finito de oraciones de observación O_1, O_2, \dots, O_n , tales que, si son verdaderas, *S* es necesariamente verdadera también¹⁷.

Al depender dicho criterio de las propiedades del condicional lógico, hubo que matizarlo, dado que toda proposición analítica sería inferible a partir de un conjunto finito de oraciones cualesquiera; y asimismo oraciones observacionales contradictorias entre sí nos per-

¹⁷ *Ibid.*, pág. 118.

mitirían inferir correctamente cualquier proposición, que de esta manera tendría significación empírica. Para evitar estas consecuencias inconvenientes de la primera formulación del criterio, hubo que excluir los enunciados analíticos de la significatividad empírica, así como exigir que el conjunto de proposiciones observacionales O_n fuese consistente.

Esto trajo consigo dos consecuencias importantes. Por una parte, las ciencias formales quedaron radicalmente escindidas de lo que Carnap llamó ciencias reales (*Realwissenschaften*), y, por otra, las inferencias de las ciencias empíricas debían satisfacer determinados requisitos lógicos y, en particular, debían adaptarse a las formalizaciones derivadas de la lógica matemática entonces vigente. Una ciencia es modélica si ha podido ser axiomatizada total o parcialmente. Los razonamientos científicos son correctos si funcionan conforme a las reglas de derivación estudiadas por la metalógica. Al darse por supuesto que las ciencias son reducibles a cálculos lógicos axiomatizados, el criterio de significatividad empírica complementado con la lógica matemática pasa a ser el fundamento principal de la teoría de la ciencia.

Aun así, el criterio de significación empírica seguía presentando problemas. El principal de ellos estribaba en que los enunciados universales en general, y más concretamente las leyes científicas, quedaban excluidas del lenguaje de la ciencia. Para un enunciado del tipo 'todos los cisnes son blancos' no existe una inferencia necesaria del mismo que parta de un número finito de observaciones. Resurge así el célebre *problema de la inducción*, que ya había sido señalado por Hume, y que en el siglo xx va a ser discutido ampliamente a partir de las críticas de Popper al inductivismo del Círculo de Viena.

Aparte de otros problemas ligados a las peculiaridades de la tabla de valores de verdad del condicional lógico, Hempel indicó una nueva dificultad: de acuerdo con el criterio empirista de significado, una oración existencial ('existe un cisne blanco') es plenamente verificable desde el punto de vista observacional, pero su negación no, por ser universal; ello plantea una importante dificultad lógica, pues algunos enunciados serían admisibles mientras que su negación no, siendo así que, desde tiempos de Aristóteles, está plenamente aceptado que, si un enunciado pertenece a un determinado dominio científico, su negación también tiene sentido en él, independientemente de que sea verdadera o no.

El debate que surgió en torno a estas cuestiones fue amplio y prolongado, y no se trata aquí de considerarlo en sus detalles, sino única-

mente en sus líneas generales¹⁸ Hempel, por ejemplo, consideró que «mientras nos esforcemos por establecer un criterio de verificabilidad para las oraciones individuales de un lenguaje natural, en términos de sus relaciones lógicas con las oraciones observacionales, el resultado será demasiado restrictivo o demasiado amplio, o ambas cosas»¹⁹. Algunos autores, como Carnap, intentaron resolver la cuestión tratando a fondo el problema de la inducción y, en particular, la lógica probabilística. Otros prefirieron distinguir en la estructura de una teoría aspectos distintos de los estrictamente lógicos, suscitando la cuestión de los términos teóricos, los términos observacionales y las reglas de correspondencia, sobre la cual volveremos en el capítulo 2. El propio Carnap hizo aportaciones relevantes a este debate. Mas la crítica de Popper a la verificabilidad como criterio de significación empírica tuvo un impacto enorme, haciendo que estas posturas iniciales del Círculo de Viena fueran consideradas como un empirismo excesivamente ingenuo. Volveremos sobre estas cuestiones en el capítulo 3.

1.5 VERIFICACIÓN

Las expresiones y fórmulas de la lógica y de las matemáticas no han de verificarse, por ser analíticas. Pero el resto de los enunciados científicos ha de ser comprobable en la realidad y, a poder ser, por observación.

Wittgenstein estableció en el *Tractatus* una dependencia lógica entre los enunciados científicos y las proposiciones elementales (cuyo equivalente en el Círculo de Viena son las protocolos).

La proposición es una función de verdad de la proposición elemental²⁰

Pero este criterio se reveló excesivamente estricto: no es posible inferir los enunciados generales a partir de los atómicos. Y desde el punto de vista de la metodología de la ciencia, las leyes científicas, que son proposiciones cuantificadas universalmente, constituyen componentes fundamentales en una teoría científica.

¹⁸ Para un estudio minucioso de este debate, vease el libro de Andrés Rivadulla, *Fi losofía actual de la ciencia* (Madrid, Tecnos, 1986).

¹⁹ En Ayer, *op. cit.*, pag. 123.

²⁰ L. Wittgenstein, *op. cit.*, § 5, pag. 113.

El Círculo de Viena osciló entre la verificación y la simple confirmación de dichos enunciados. En su primera época, aún creía en la posibilidad de una verificación concluyente de los enunciados científicos a partir de las proposiciones elementales. Pero posteriormente fue derivando hacia tesis menos estrictas, aun afirmando, como sucede con Schlick²¹, que el último paso de verificación ha de consistir en observaciones o en percepciones de los sentidos.

Los enunciados generales, las leyes científicas y, muy en particular, las teorías, no pueden ser verificadas directamente, confrontándolas con la empiria. Lo que sí puede hacerse es extraer las consecuencias lógicas concretas de una ley o de una teoría y comprobar que, efectivamente, la experiencia ratifica dichos resultados. Este procedimiento de verificación, que en realidad nunca es total respecto de la ley o de la teoría, ya que siempre hay otras consecuencias que todavía no han sido verificadas, reviste particular importancia en el caso de las predicciones. Para el Círculo de Viena, y posteriormente para otros muchos filósofos de la ciencia, lo esencial del saber científico es su capacidad de predecir exactamente fenómenos físico-naturales. Al ser verificada la corrección de una determinada predicción, las teorías y las leyes, si no verificadas, quedan al menos confirmadas, aunque sea parcialmente. El astrónomo Leverrier, por ejemplo, predijo la existencia de un octavo planeta en el sistema solar, Neptuno, como una consecuencia que se derivaba lógicamente de la mecánica newtoniana. Años después, el 23 de septiembre de 1846, otro astrónomo, J. G. Galle, comprobó por observación que, efectivamente, el planeta predicho existía. Y otro tanto sucedió ulteriormente con Plutón. Para el empirismo lógico, estos logros ejemplifican lo que debería ser la metodología científica. No puede decirse que la teoría haya quedado totalmente verificada, pero sí disponemos de una confirmación objetiva de dicha teoría. Consecuentemente, cualquier ley universal o teoría general pueden ser confirmadas a través de sus consecuencias empíricas concretas y determinadas, inferidas lógicamente de la ley o la teoría. Una vez llevada a cabo esta labor, que es propiamente deductiva, y común entre las ciencias empíricas y las ciencias formales (tal es la componente lógica de las teorías), tiene lugar lo más característico de las ciencias empíricas: la confrontación de dichas predicciones con la experiencia, que puede confirmar o no lo previsto. La verificabilidad experimental de sus predicciones distingue a la ciencia de otros tipos de saber humano.

²¹ M. Schlick, «Meaning and Verification», *Philosophical Review*, 45 (1936), páginas 337-369.

Verificar, al decir de Kraft, es «comprobar la conformidad de un hecho predicho con uno observado»²². Una teoría científica posee contenido empírico porque es capaz de predecir hechos concretos y perceptibles. Es aceptable en la medida en que sus predicciones hayan sido confirmadas empíricamente.

Ahora bien, estudios ulteriores han mostrado que los procedimientos de verificación no son metodológicamente tan inocuos como se supuso en el Círculo de Viena. Por ejemplo, sucede con frecuencia que los aparatos de observación y de medición presuponen por su propia construcción algunas otras teorías científicas, e incluso la teoría misma que se trata de verificar, con lo cual, desde un punto de vista metodológico, en los procesos de verificación empírica podría incurrirse en un círculo vicioso. Los términos teóricos (masa, electrón, campo, etc.) sólo son traducibles a términos directamente observacionales por medio de una serie de artilugios metodológicos que genéricamente suelen denominarse reglas de correspondencia. Posteriormente habremos de ocuparnos de esta cuestión, que desborda el marco epistemológico del Círculo de Viena, pero que supuso una fuerte objeción a sus postulados observacionales como criterios de verificación empírica.

Aunque basándose en otras argumentaciones, ya en el propio Círculo de Viena surgieron objeciones al criterio wittgensteiniano de verificación concluyente por derivación lógica a partir de proposiciones elementales, e incluso contra la propia noción de verificación. Neurath y Hempel, por ejemplo, afirmaron que las proposiciones sólo pueden ser confrontadas con otras proposiciones, y no con hechos: de ahí su insistencia en la delimitación de los enunciados protocolares como base empírica de una determinada teoría.

La cuestión de la verificación y de la confirmación, por otra parte, está ligada a un tema fundamental para la filosofía de la lógica: la teoría de la verdad. La concepción clásica de la verdad, presente ya en Parménides, pero formulada de manera explícita por Aristóteles, la conceptuaba como una adecuación entre el *decir* y el *ser*: decir las cosas como son era sinónimo de discurso verdadero. El empirismo lógico renunció a la categoría de ser, así como a la de cosa, por metafísicas, sustituyéndolas por la de *hechos*; pero desde el punto de vista de la concepción de la verdad, siguió adherido al criterio clásico de la *adequatio* o correspondencia entre proposiciones y hechos. Los enunciados científicos pueden ser verificados en la medida en que se corres-

²² Kraft, *op. cit.*, pág. 137.

pondan con los hechos observados o, si se prefiere, las observaciones empíricas han de concordar con las predicciones realizadas por los científicos. El criterio de verificación sufrió, por tanto, nuevos embates, que provenían de los defensores de otro tipo de teorías sobre la verdad científica, como la teoría de la coherencia o la concepción pragmatista de la verdad. Todo lo cual dio lugar a diversas modificaciones de la noción de verificación.

Una de las distinciones que, en etapas ulteriores, fue generalmente aceptada por los miembros del Círculo es la que diferencia verificación y verificabilidad. Una proposición es verificable cuando, al menos en principio, es posible llevar a cabo experimentos y observaciones empíricas concordes con lo dicho en la proposición. En cada momento, no todas las proposiciones empíricas han sido efectivamente verificadas, pero sí lo han sido algunas, y las demás son verificables en principio. Esta corrección, muy importante, matizaba el criterio de cientificidad inicial.

Schlick habló de una comprobabilidad en principio, mientras que Carnap prefería el término de verificabilidad en principio. Por su parte, Ayer introdujo otro matiz, al distinguir entre verificabilidad en sentido fuerte, cuando una proposición puede quedar establecida concluyentemente por medio de la experiencia, y verificabilidad en sentido débil, cuando la experiencia sólo permite determinar que esa proposición es probable en un grado suficientemente elevado²³. Surge así un nuevo concepto de verificación, cuyos orígenes están en Reichenbach y en Carnap: el probabilístico, ligado a las investigaciones que se llevaron a cabo en esta época sobre lógica inductiva y lógica probabilitaria.

1.6. INDUCCIÓN Y PROBABILIDAD

Tal y como ha mostrado Rivadulla²⁴, las tesis de Carnap fueron evolucionando desde sus posiciones verificacionistas iniciales hacia una afirmación de la confirmación progresiva y de grados de confirmación de los enunciados empíricos. En 1936 ya admitía la confirmabilidad como criterio, y a partir de 1949 desarrolló su teoría del grado de confirmación, que imbricó al empirismo inicial del Círculo de Viena con la lógica probabilitaria.

²³ A. J. Ayer, *Lenguaje, verdad y lógica*, Barcelona, Martínez Roca, 1971, pág. 41.

²⁴ A. Rivadulla, *op. cit.*, cap. III.

La confirmación de un enunciado, según Carnap, es estrictamente lógica: los datos observacionales han de ser confrontados lógicamente con las consecuencias que se derivan de una determinada ley o teoría. Si en un momento dado disponemos de una serie de datos O , obtenidos por observación y de una serie de hipótesis que explican esos datos, h , a continuación hemos de determinar la probabilidad de cada una de las hipótesis h , con respecto a las observaciones con que se cuenta en un momento dado. La comparación entre las probabilidades respectivas define el grado de confirmación de cada hipótesis y nos permite elegir como hipótesis confirmada aquella que, para unos determinados datos observados, posee mayor grado de probabilidad. Considerar como admisible una hipótesis, y como descartable otra, es una decisión estrictamente lógica; pero depende de una lógica probabilitaria, no determinista, que no lleva a elegir la hipótesis verificada o totalmente comprobada, sino aquella que, en relación con las demás y con los datos observacionales, tiene un mayor grado de probabilidad.

Surgió así el concepto de *grado de confirmación* de un enunciado científico, que conlleva la previa cuantificación de la noción de confirmación, lo cual es posible si se apela a la teoría de la probabilidad. Una hipótesis posee una probabilidad inductiva que va aumentando o disminuyendo según las nuevas observaciones confirmen o no dicha hipótesis. El valor de una hipótesis va ligado al mayor o menor número de datos empíricos conformes con dicha hipótesis. Consecuentemente, el científico admite unas u otras hipótesis en función del aumento de su grado de confirmación. Hay una lógica inductiva de base netamente probabilista que subyace a las teorías empíricas. Lejos ya del criterio wittgensteiniano de la verificación deductiva concluyente a partir de unas proposiciones elementales cuya verdad ha sido sólidamente establecida por la vía de la observación, en los últimos desarrollos del Círculo de Viena se acabó apelando a una lógica inductiva que Carnap intentó axiomatizar en forma de cálculo lógico. En la obra ya mencionada de Rivadulla pueden seguirse las sucesivas tentativas de Carnap en este sentido.

En cualquier caso, el empirismo lógico acabó confluyendo en la afirmación de la inducción como método principal de las ciencias empíricas. La lógica inductiva permitiría fundamentar el criterio de significación empírica, inicialmente basado en la verificabilidad observacional, y finalmente en el grado probabilístico de confirmación de una determinada hipótesis. Como señalan Moulines y Díez Calzada, «la tesis central de la lógica inductiva es que la relación de *confirmación*

inductiva es una relación lógica. Esto es, la expresión ‘confirmar inductivamente’ es análoga a ‘implicar deductivamente’, ambas expresiones no denotan relaciones empíricas, sino relaciones analíticas o lógicas»²⁵. Hempel propuso una definición puramente sintáctica de la noción de confirmación cualitativa, mientras que Carnap prefirió cuantificar la confirmación, e incluso medirla²⁶. Ello dio lugar a un vasto programa inductivista, desarrollado ante todo por Carnap, con aportaciones de Kemeny, Bar Hillel y, posteriormente, Hintikka y Kuipers²⁷. Entre tanto, y desde otras posturas, se hacían críticas de principio a las tesis del Círculo de Viena y de sus epígonos. Así sucedió, en particular, con Popper, quien orientó la metodología científica en un sentido deductivista y conjetural²⁸.

1.7. EPISTEMOLOGÍA Y FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

Para terminar este capítulo, haremos una breve mención a otra de las tesis básicas del Círculo de Viena y sus adláteres: la identificación entre la filosofía de la ciencia y la epistemología. Reichenbach la expresó con toda claridad, por lo que partiremos de un pasaje de su libro *Experience and Prediction* (1938), que tuvo gran influencia en la primera época del empirismo lógico. Según él, cuando se analizan los diversos procesos científicos «la epistemología considera un sustituto lógico, más bien que los procesos reales»²⁹. Reichenbach utilizó una denominación que ha hecho fortuna, la de *reconstrucción lógica*, para nombrar la tarea que habían de llevar a cabo los epistemólogos:

Podríamos decir que una reconstrucción lógica se corresponde con la forma en que los procesos de pensamiento son comunicados a otras personas, en lugar de la forma en que son subjetivamente conformados³⁰.

²⁵ U. Moulines y J. A. Díez Calzada, *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, Barcelona, Ariel, 1997, pág. 408. El capítulo 12 de esta obra contiene un excelente estudio de la evolución del inductivismo (y sus problemas) en la obra de Carnap y en la concepción heredada.

²⁶ Véase R. Carnap, *Logical Foundations of Probability* (1950).

²⁷ Véase la obra ya mencionada de Moulines y Díez Calzada, págs. 410-418, para una descripción detallada de la evolución de dicho programa.

²⁸ Véase apartado 3.3.

²⁹ H. Reichenbach, *Experience and Prediction*, University of Chicago Press, 1938, pág. 5.

³⁰ *Ibid.*, pág. 8.

Conforme a dicha propuesta, los filósofos no tienen por qué ocuparse de cómo se llega a producir un descubrimiento científico: lo importante no son las fases previas ni las intermedias, sino el resultado final, que suele expresarse en forma de artículos o libros, algunos de los cuales se convierten en obras clásicas de la disciplina correspondiente. Reichenbach dejaba así de lado algunos aspectos de la ciencia que difícilmente podían ser asumidos por los Círculos de Viena y de Berlín, que él mismo lideraba. Por ejemplo, la ideología subyacente a los científicos concretos.

Un científico puede estar guiado en sus investigaciones por hipótesis metafísicas, creencias religiosas, convicciones personales o intereses políticos o económicos. Para los defensores del empirismo lógico, estos aspectos de la actividad científica no deben ser estudiados por los epistemólogos. De hecho, Reichenbach mencionaba el ejemplo de Kepler, quien partió en sus investigaciones de una analogía entre la Santísima Trinidad y el sistema solar, lo cual le resultó heurísticamente muy útil. Lo importante para los empiristas lógicos no son estas especulaciones teológicas, que en todo caso habrían de ser estudiadas por los historiadores o los psicólogos de la ciencia. Lo esencial son los resultados finales de la investigación científica: los hechos descubiertos, las teorías elaboradas, los métodos lógicos utilizados y la justificación empírica de las consecuencias y predicciones que se derivan de las teorías. La génesis de las teorías no tenía interés alguno para los defensores de la epistemología científica en los años 30.

Consecuentemente con esas ideas, el positivismo lógico estableció una distinción entre las *relaciones internas y externas* en el conocimiento científico, que también ha tenido mucha influencia. Para Reichenbach,

la epistemología está interesada sólo en las relaciones internas, mientras que la sociología, aunque puede considerar parcialmente relaciones internas, siempre las mezcla con relaciones externas [...] Podemos entonces decir que a la tarea descriptiva de la epistemología le interesa la estructura interna del conocimiento y no las características externas que se le presentan a un observador que no toma en consideración su contenido³¹.

El objeto del que deben ocuparse los filósofos de la ciencia queda así claramente distinguido de otros estudios sobre la ciencia. La filoso-

³¹ *Ibíd.*, pág. 3.

fia de la ciencia parte de las teorías y experimentos realizados por los científicos, pero no los toma tal y como fueron, sino que los reconstruye, intentando clarificar su estructura lógica. En el mejor de los casos, puede llegar incluso a axiomatizar las teorías en función de criterios lógico-filosóficos, como suele hacer la concepción estructural³². Lo que al filósofo de la ciencia le interesa es el conocimiento científico mismo, su estructura lógica y metodológica interna, y no cómo se ha logrado, o cómo se difunde externamente. En este sentido, la filosofía de la ciencia intenta convertirse en una ciencia de la ciencia, o en una metaciencia, como se dirá ulteriormente. Y es importante resaltar que su objeto de estudio es el conocimiento: por eso los filósofos de la ciencia son, ante todo, epistemólogos. En el capítulo 9 de esta obra veremos que esta reducción de la ciencia al conocimiento, descuidando los aspectos prácticos de la actividad científica, será otro de los puntos criticables del Círculo de Viena.

Independientemente de todas las críticas que ha ido recibiendo a lo largo del siglo xx, el Círculo de Viena tuvo el gran mérito de presentar un proyecto claro y preciso para elaborar una teoría de la ciencia que pudiera llevarlos a una filosofía científica que, a su vez, tendría como tarea principal la búsqueda de la unidad de la ciencia en torno al fisicalismo, la lógica y el empirismo. A finales del siglo xx, la mayoría de sus tesis no son aceptables. Pese a todo, los miembros del Círculo de Viena fueron quienes sentaron las bases de una nueva disciplina que realizó progresos importantes durante las décadas siguientes.

³² Véase apartado 6.3.