

momento que permite mostrar la incapacidad de Moisés para reaccionar y provoca la cesación de las últimas ilusiones del personaje.

MYRNA SOLOTOREVSKY

Filosofía

RICHARD B. BRAITHWAITE. LA EXPLICACION CIENTIFICA. Traducción de Victor Sánchez de Zavala. Madrid, Tecnos, 1965. 410 págs.

La obra de R. B. Braithwaite, *Scientific explanation, a study of the function of theory, probability and law in science*, basada en las Tarner Lectures que el autor dictó en 1946, apareció en 1953, siendo pronto reconocida como una de las obras básicas de la epistemología contemporánea. Debemos celebrar, pues, que la Editorial Tecnos la haya puesto al alcance del público de habla española. A fin de dar una impresión de la variedad e importancia de las ideas desarrolladas en este libro, resumimos aquí algunas de las más significativas.

El capítulo introductorio delimita el terreno de que el libro se ocupa y define ciertos conceptos fundamentales. Se tratará sólo de las ciencias empíricas —naturales y sociales. Para Braithwaite, la función de una ciencia, en este sentido, consiste en establecer “leyes generales que abarquen el comportamiento de los sucesos u objetos empíricos de que ella se ocupe, permitiéndonos de este modo enlazar nuestro conocimiento de sucesos conocidos separadamente y hacer predicciones fiables de eventos aún no conocidos” (pág. 17). La experiencia en que descansa la ciencia se entiende aquí como el conjunto de los hechos que en el lenguaje corriente llamaríamos hechos observados: hechos acerca de objetos materiales, fenómenos físicos, pero también acerca de sensaciones o de otras experiencias. La filosofía de la ciencia, a diferencia de una teoría general del conocimiento, no necesita entrar en la discusión acerca de “nuestro conocimiento del mundo externo”, y no hace falta que adopte la postura del fenomenalismo extremo, que sólo acepta como hechos empíricos las apariencias sensibles inmediatamente registradas por la conciencia perceptiva de cada cual. Sobre la base de la experiencia —entendida en la acepción más amplia y ordinaria del término— la ciencia establece leyes. Todo el mundo conviene en que una ley científica comprende siempre una generalización, esto es, una proposición que asevera una conexión universal entre propiedades. Pero algunos filósofos sostienen que una auténtica ley científica, a diferencia de una mera generalización empírica, afirma la *necesidad* de la conexión aseverada por ella. Braithwaite, con Hume, rechaza esta opinión, sobre todo porque introduce, a su juicio, una complicación innecesaria. Se puede considerar, según él, que las leyes científicas no afirman ni más ni menos que las generalizaciones *de facto* que contienen; y explicar, sin embargo, la diferencia que naturalmente hacemos entre ley y mera generalización, haciendo referencia al lugar que las leyes ocupan dentro

de un *sistema científico*. Un sistema científico consiste en un conjunto de hipótesis —esto es, de proposiciones que, si son verdaderas, constituyen leyes científicas—, dispuesto de tal modo que de algunas de estas hipótesis, tomadas como premisas, se desprenden lógicamente las otras. Las hipótesis de un sistema científico se ordenan pues en una jerarquía deductiva, en la que unas tienen un nivel más alto que las otras. El sistema se pone a prueba empíricamente, contrastando las hipótesis de nivel más bajo con los hechos observados; la confirmación o refutación de estas hipótesis decide sobre la verdad o falsedad de las demás. En relación con esto, Braithwaite observa que una hipótesis de bajo nivel no refutada por la experiencia, debe entenderse ratificada directamente por los hechos que la confirman, indirectamente por los hechos que confirman a las hipótesis de nivel más alto de que aquélla se deduce. Estas son ratificadas, a su vez, por los hechos que confirman a todas las hipótesis de nivel inferior deducidas de ellas. "Una de las razones principales que existen para organizar las hipótesis científicas en un sistema deductivo es la de que los testimonios directos en favor de cada hipótesis de nivel ínfimo puedan convertirse en testimonios indirectos en favor de todas las demás del mismo nivel". (Pág. 34). Por otra parte, las premisas de un sistema científico son normalmente una pluralidad de hipótesis. Si una consecuencia de esas hipótesis (una hipótesis de nivel inferior) no concuerda con la experiencia, ello hace imposible la afirmación conjunta de todas las premisas del sistema, pero no basta para decidir cuál de ellas es menester modificar para poner al sistema de acuerdo con los hechos. Esta decisión queda librada a la iniciativa de los hombres de ciencia.

Los capítulos II, III y IV se refieren a varios temas importantes relativos a los sistemas deductivos de la ciencia: su representación mediante "cálculos", la condición que cabe atribuir a los "términos teoréticos" que en ellos figuran, el uso y abuso de "modelos" para interpretarlos. Todo sistema deductivo consta de un conjunto de proposiciones iniciales de las que desprenden, conforme a principios lógicos, todas las demás proposiciones del sistema (proposiciones deducidas). Si se elige un sistema simbólico apropiado para expresar las proposiciones del sistema deductivo, se puede lograr que el hecho de que una proposición sea consecuencia inmediata de otras, corresponda al hecho de que la cláusula (*sentence*) que expresa esa proposición pueda formarse a partir de las cláusulas que expresan a estas otras, mediante una manipulación simple de los símbolos que figuran en dichas cláusulas. Un *cálculo* es una representación simbólica de un sistema deductivo, en que a cada principio de deducción corresponde una regla de manipulación de los símbolos. Braithwaite presenta varios cálculos sencillos, con ayuda de los cuales ilustra luego sus ideas sobre el papel y la naturaleza de los "términos teoréticos" de la ciencia. En ciencias como la física, cuyos sistemas deductivos se representan mediante cálculos, éstos no se interpretan asignando un significado a cada cláusula, separadamente. Se atribuye un significado directo a

aquellas cláusulas que entendemos que representan proposiciones sobre entes observables; se atribuye un significado indirecto a las demás, en cuanto se entiende que representan proposiciones de un sistema deductivo dentro del cual las proposiciones observables se deducen como conclusiones. En las proposiciones que no se refieren directamente a entes observables figuran "términos teoréticos", como *electrón*, *campo electromagnético*, etc., que no designan cosas ni hechos visibles o palpables. Se ha sugerido que estos términos denotan construcciones establecidas según reglas lógicas a partir de hechos u objetos observados; según esta interpretación, toda frase en que figure un término teorético equivale exactamente a otra frase en que sólo aparecen términos que denotan entes (hechos, objetos, propiedades) directamente observables. Braithwaite, siguiendo a F. P. Ramsey, critica y rechaza esta sugerición, por cuanto una teoría cuyos términos teoréticos no sean sino construcciones lógicas a partir de entes observables, está incapacitada para extenderse de modo de que explique hechos nuevos. En una teoría científica capaz de crecer, los términos teoréticos no pueden pues definirse explícitamente, como sinónimos de expresiones que denotan entes observables. Braithwaite dice que es posible en cambio definirlos implícitamente, haciéndolos figurar en las cláusulas iniciales de un cálculo cuyas cláusulas derivadas se interpretan como generalizaciones empíricas. La definición implícita difiere de la definición propiamente tal en cuanto no fija inequívocamente el campo de aplicación del término definido; pero merece llamarse definición, por cuanto restringe el ámbito de sus aplicaciones posibles. Ahora bien "si los términos teoréticos de una ciencia no son definibles explícitamente, sino sólo de modo implícito por la forma en que funcionen en un cálculo que represente un sistema deductivo científico, ¿en qué consiste la "realidad" de las entidades que denotan estos términos?" (pág. 96). Braithwaite propone dos respuestas legítimas a esta pregunta. Digamos que se pregunta "¿Existe el electrón?". Se puede responder diciendo: existe una propiedad E ("ser un electrón") tal que ciertas proposiciones de alto nivel acerca de esta propiedad E son verdaderas, de las cuales se deducen otras proposiciones de ínfimo nivel, empíricamente comprobables. O se puede responder hablando, no ya de la cosa "electrón" o el concepto de "electrón", sino del término "electrón" y el modo como se lo utiliza en el cálculo que representa al sistema deductivo de la física atómica contemporánea. Pero lo verdaderamente interesante es que esta condición de los términos teoréticos, que carecen de significado aparte del contexto representativo de un sistema científico en que figuran, es compartida también por términos lógicos tan corrientes como la voz *todo* (*every*) que figura en el enunciado de cualquier generalización. "Todo el pensamiento científico... se ocupa de vincular entre sí fragmentos de conocimiento empírico; los conceptos teoréticos constituyen sólo un modo especialmente perfilado de llevar a cabo estas conexiones, y los términos teoréticos nada más que un caso particularmente llamativo de significado contextual". (Págs. 102 sq.). El distingo entre

los sistemas deductivos de la ciencia y los cálculos que los representan permite a Braithwaite precisar el concepto corriente de *modelo* de una teoría científica. Una teoría y su modelo son dos sistemas deductivos representados por el mismo cálculo; ambos tienen pues la misma estructura formal y hay una correspondencia biunívoca entre las proposiciones de la teoría y las de su modelo, de suerte que si la proposición M es una consecuencia lógica de $A, B, C \dots$ en la teoría, a ella corresponden en el modelo una proposición M' , consecuencia lógica de las proposiciones $A', B', C' \dots$ correspondientes a $A, B, C \dots$. Pero teoría y modelo no tienen la misma estructura epistemológica: en el modelo, las premisas determinan el significado de los términos que figuran en la representación de las conclusiones; en la teoría, en cambio, son las conclusiones, directamente comparables con la experiencia, las que determinan el significado de los términos teóricos que figuran en la representación de las premisas. Braithwaite señala dos inconvenientes del uso de modelos en el pensamiento científico. En primer lugar, se corre el riesgo de identificar la teoría con su modelo, pensándose que los objetos sobre los que versa el modelo son los entes designados por los conceptos teóricos de la ciencia; a estos conceptos teóricos se atribuyen entonces propiedades que pertenecen a los objetos del modelo, pero que caen fuera de la analogía estructural requerida para la conexión entre modelo y teoría. En segundo lugar, existe la tentación de transferir a la teoría la necesidad lógica propia de algunos de los rasgos del modelo elegido y suponer entonces, erradamente, que la teoría o partes de ella poseen una necesidad lógica que en verdad es ficticia. Para Braithwaite, este es uno de los motivos por los cuales se ha solido atribuir a las conexiones causales una necesidad que va más allá de la mera conjunción constante.

Los capítulos v, vi y vii tratan una serie de difíciles problemas que suscita el empleo de hipótesis estadísticas en la ciencia: la interpretación del concepto de probabilidad, el significado empírico de las hipótesis estadísticas, y el criterio para elegir entre ellas. Braithwaite favorece la doctrina moderna, según la cual la probabilidad de que una cosa β sea α tiene que ver con la frecuencia relativa de los casos α entre los miembros de la clase de los β . Pero rechaza la versión clásica de esta doctrina, sustentada por Richard von Mises y otros. Según estos autores, dada una serie infinita de clases $\beta_1, \beta_2 \dots$, formadas por cosas β , cada una de las cuales comprende a los miembros de la clase precedente, decimos que la probabilidad de que una cosa β sea α es el límite a que tiende el cociente entre los miembros de β_n que son α y el total de miembros de β_n , cuando n crece indefinidamente (siempre, claro está, que ese límite exista). Braithwaite objeta que, como la noción del límite es un concepto ordinal, esta doctrina hace depender el valor de la probabilidad del orden en que se agrupan las observaciones en la serie infinita de las clases $\beta_1, \beta_2 \dots$; objeta además que, como una secuencia de números puede empezar con cualquier conjunto finito de términos sin que esto determine el límite a que tiende, resulta que el límite de que hablamos

ción de una verdad universal? Braithwaite hace ver que la justificación de este paso nunca puede conferir a las verdades universales establecidas de este modo la necesidad que posee una verdad universal establecida deductivamente; pretender tal cosa es ignorar la irreductible contingencia de las verdades empíricas. Todas las generalizaciones empíricas se establecen, sobre la base de hechos observados, con arreglo a algún principio de inferencia inductiva. La justificación de la inducción es la justificación del empleo de estos principios. Braithwaite, siguiendo a Peirce, estima que el uso de un cierto principio de inferencia inductiva queda justificado si su empleo en el pasado se ha traducido en la formulación de predicciones exitosas. Esta justificación debe precisarse más; todos los principios inductivos de uso común en la ciencia han sido usados más de una vez para establecer verdades que luego se han probado falsas, no se puede esperar, pues, que estos principios sean infalibles. Braithwaite precisa su criterio así: Un procedimiento inductivo P debe juzgarse eficaz (y las generalizaciones establecidas mediante él deben aceptarse como válidas) en una época t , si a contar de una época t_0 anterior a t , en cada intervalo de un cierto número de años d , comprendido entre t y t_0 , muchas de las hipótesis establecidas con arreglo a P en cada uno de esos intervalos nunca han sido empíricamente refutadas y a lo menos una vez han sido empíricamente confirmadas entre la fecha de su establecimiento y t . El criterio contiene tres elementos arbitrarios: la época t_0 (que puede tomarse como el comienzo de la historia de la ciencia), el concepto de "muchas hipótesis" y la duración de d ; también puede distinguirse arbitrariamente entre los grupos de personas cuyo empleo del procedimiento P será tenido en cuenta para calificarlo. Como es obvio, la confianza en la eficacia futura de cualquier procedimiento inductivo se apoya en la confianza que merece la inducción por enumeración simple (examen de los casos en que el procedimiento en cuestión ha tenido éxito); esta última forma de inducción sólo podrá justificarse, pues, apelando a ella misma. Braithwaite gasta mucha tinta en probar que este procedimiento es sólo aparentemente circular y no es vicioso.

El capítulo IX discute los diversos sentidos de la conexión causal, emite una opinión, sencilla y satisfactoria, sobre el debatido problema de los condicionales contrafácticos (proposiciones de la forma: "Si Napoleón hubiera vencido a Wellington en Waterloo, la política europea hubiera seguido tal o cual curso"), y precisa el distingo entre lo que estamos dispuestos a llamar una ley de la naturaleza y lo que consideramos simplemente como una mera generalización empírica. Como vimos, Braithwaite sostiene con Hume que las leyes naturales no expresan una conexión necesaria entre hechos o propiedades, sino sólo una conexión constante. Reconoce, sin embargo, que no toda proposición que establezca una conexión de este tipo merece ese nombre. La diferencia estriba según él en la función que la proposición desempeña dentro de un sistema científico. Una hipótesis científica h se llama ley en caso de que sea verdadera, siempre que esa hipótesis figure en un sistema científico deductivo

como hipótesis de alto nivel que contenga conceptos teóricos, o como hipótesis derivada de otras hipótesis de alto nivel corroboradas por datos empíricos que no son pruebas directas de *h*. Braithwaite emplea también la referencia al contexto del sistema científico a que una proposición pertenece para resolver las dudas sobre los condicionales contrafácticos (que él prefiere llamar, con una expresión que sería aconsejable adoptar en español, "condicionales subjuntivos" —porque se emplea el modo subjuntivo para enunciarlos).

Los últimos dos capítulos del libro abordan por fin directamente el concepto de explicación científica. Un hecho puede explicarse indicando las condiciones para que suceda (sus "causas") o el fin con vistas al cual ocurre. La explicación de un hecho puede ser, pues, *causal* o *teleológica*. Ambos géneros de explicación envuelven una referencia implícita o explícita a una ley natural. Puede pedirse también una explicación de esta ley. Ella sólo puede consistir según Braithwaite en situarla dentro de un sistema deductivo como una proposición derivada de otras hipótesis de nivel más alto. Una de las contribuciones originales que Braithwaite destaca especialmente en el prólogo del libro es su concepción de la explicación teleológica expuesta en el capítulo x. Como es sabido, hay quienes dudan de que este género de explicaciones sea admisible en la ciencia; por otra parte, hay campos de estudio, particularmente la biología, en que no parece fácil prescindir de ellas. Braithwaite elabora conceptos que permiten a su juicio comprender la explicación teleológica sin excluir su eventual reducción a una explicación causal de tipo fisicoquímico y sin introducir una noción modificada de ley causal. Dado un sistema *b* con estado inicial *e*, pueden darse una o más cadenas causales que conduzcan todas a un mismo estado final o meta *M*, en caso de que se cumplan ciertas condiciones ambientales, definimos la variancia *V* con respecto a *b*, *e* y *M* como la clase de todos los conjuntos de condiciones ambientales tales que toda cadena causal determinada por uno de ellos en *b* y que empiece por *e* conduce a la meta *M*. Si la variancia tiene muchos miembros, son muy variadas las condiciones en que *b* pasa de *e* a *M*: el proceso de transformación *T* que lleva de *e* a *M* tiene entonces gran plasticidad. Si conocemos la variancia porque conocemos las leyes causales que rigen *b* y su ambiente, es ocioso explicar la ocurrencia de *T* (en cualquiera de sus varias versiones) como determinada por la meta *M*; la explicación teleológica en este caso es trivial (piénsese por ejemplo en una máquina construida según las leyes de la física para obtener un cierto resultado; es trivial explicar sus operaciones en función de este resultado). Pero si nuestro conocimiento de la variancia se ha obtenido por inducción basada en experiencias anteriores de procesos que llevaban a una meta similar a *M*, puede ser útil y legítimo proponer una explicación teleológica del proceso *T*; lo mismo cabe decir si determinamos la variancia por deducción a partir de generalizaciones teleológicas establecidas a su vez por inducción.

En sus observaciones finales Braithwaite formula con gran precisión