

# EL CONCEPTO DE EXPLICACIÓN EN LA CONCEPCIÓN ESTRUCTURALISTA

Magí CADEVALL

El presente artículo pretende aplicar la concepción estructuralista a la definición o precisión de la idea de explicación científica.

La noción de explicación es importante en epistemología porque expresa el carácter sistemático de la ciencia como estructura explicativa. No es de extrañar que haya originado largos debates filosóficos. Pero la noción de explicación tiene también un papel importante en la historia de la ciencia, principalmente en los períodos revolucionarios: Galileo, Darwin, Einstein, más que insistir en que la teoría anterior estaba equivocada, pretendieron que la teoría por ellos combatida no explicaba realmente los fenómenos considerados. La noción de explicación ha sido la gran arma polémica de las nuevas ciencias contra las doctrinas obsoletas.

El caso de Darwin es clarísimo. Para construir la nueva ciencia biológica basada en la idea de evolución deberá combatir el catastrofismo inspirado en Cuvier y el creacionismo. Podemos comprobar que Darwin puso muy poco empeño en demostrar que el creacionismo era una opinión errónea, y que, en cambio, insiste repetidamente en que el creacionismo no explica nada. Los creacionistas, dice, ocultan su ignorancia bajo expresiones como «unidad de diseño» y «plan de creación», con lo que se limitan a repetir el enunciado de un hecho en vez de explicarlo<sup>1</sup>. Fiel a la idea de *vera causa* propugnada por Herschel y recogida en la geología de Lyell, Darwin sostiene que los continuos cataclismos y los actos separados de creación no son *verae causae* que merezcan un lugar en la ciencia, ya que no actúan en el momento presente.

El caso de Darwin es particularmente claro, pero no singular. Para Einstein, por ejemplo, la asimetría injustificada de las leyes de la electrodinámica exigía una nueva teoría explicativa tanto o más urgentemente que las anomalías experimentales<sup>2</sup>.

## LA CONCEPCIÓN CLÁSICA Y SUS CRÍTICAS

La noción de explicación es tan importante como polémica. Hay grandes discrepancias en la manera de entenderla. Seguramente la concepción más difundida es el modelo de cobertura legal de Hempel. Explicar un hecho es englobarlo en una ley. En el caso más sencillo de las ciencias deterministas tenemos el patrón nomológico-deductivo: explicar un hecho es dar un argumento que tenga como premisas leyes y condiciones iniciales, y como conclusión el enunciado del hecho a explicar. La doctrina de Hempel es lo bastante conocida para excusar una exposición detallada, pero permitidme algunas observaciones. La teoría de Hempel presupone o al menos es compatible con la concepción de Hume de las leyes y la causalidad, en cuanto no recurre a ningún patrón esencialista de explicación. En segundo lugar es una caracterización puramente (o al menos básicamente) deductiva, ya que una auténtica explicación requiere ante todo un argumento correcto. Está basada en la simetría explicación-predicción. Podemos constatar finalmente que se trata de la concepción más extendida y que seguramente lo seguiría siendo aunque Hempel no hubiera escrito una sola línea sobre el tema, pues va indisolublemente unida a la concepción hipotético-deductiva de la ciencia. Así, por ejemplo, Herschel en el siglo XIX o Popper en el actual mantienen una noción de explicación muy próxima a la de Hempel, porque igual que él tienen una concepción hipotético-deductiva de la ciencia.

Pero aunque podamos llamar clásica a la concepción de Hempel, en las últimas décadas ha sido objeto de numerosas críticas. Puesto que sólo nos interesan para centrar la aportación de la corriente estructuralista, no vamos a detallar las críticas de cada autor significativo, sino que trataremos de agruparlas temáticamente.

Una postura tan infundada como extendida es la que podríamos llamar la de los filósofos separatistas. Para ellos el modelo de cobertura legal se podría aplicar a lo sumo a las ciencias físicas, pero no a las ciencias humanas ni a la biología, que tendrían un estatuto epistemológico distinto, fuera del imperio de los patrones lógicos. No es que sostengan que la biología es una ciencia distinta de la física (tesis que sería una trivialidad innegable), sino que hay

<sup>1</sup> CH. DARWIN, *L'origen de les espècies*, Edicions 62, Barcelona 1982, p. 405.

<sup>2</sup> A. EINSTEIN, «Sobre la electrodinámica de cuerpos en movimiento», A. EINSTEIN et al., *La teoría de la relatividad*, Alianza Editorial, Madrid 1973, p. 62.

un abismo infranqueable entre sus modos de argumentar. En la biología y en las ciencias humanas sólo serían admisibles (o posibles) explicaciones genéticas, narrativas, funcionales, etc., que se conciben como opacas al análisis lógico.

Otra postura crítica la podríamos calificar de antilogicismo. Ya el separatismo tiene matices antilógicos, pero circunscribe la imposibilidad de análisis lógico al dominio de la biología y de las ciencias humanas. Toulmin piensa que en las ciencias físicas se usan patrones muy diversos de explicación (gráficas, programas de computadora, etc.) no analizables lógicamente y por tanto no reducibles al modelo de cobertura legal<sup>3</sup>. Una consecuencia lógica del antilogicismo es el sociologismo (o elitismo, usando el expresivo término de Lakatos). Toulmin es consecuente con la tesis de que no hay un patrón lógico intersubjetivo al afirmar que primariamente no son las ciencias las que explican, sino los científicos<sup>4</sup>. No hay criterios para detectar una buena explicación, pero puede haberlos, aunque sean sociológicos, para detectar a los científicos de prestigio. Ideas parecidas podríamos encontrar en Kuhn, que llega a sostener que el éxito pragmático (de la teoría de Newton) acaba transformándose por la fuerza de la costumbre en capacidad explicativa<sup>5</sup>.

Otros críticos insisten en que no existe la simetría explicación-predicción exigida por Hempel. La teoría de la evolución contendría explicaciones sin predicción (confundiendo la teoría de la evolución con la filogenia), mientras que podrían existir predicciones sin ningún valor explicativo o, usando la terminología de Hanson, esquemas locos de predicción. Así, por ejemplo, si he doblado en un libro un ángulo de las páginas que contengan erratas (y sólo ellas), la presencia de la esquina doblada me permite predecir la existencia de erratas, pero difícilmente las explica.

Este último argumento me interesa porque

<sup>3</sup> Reconozco que no alcanzo a comprender el profundo sentido que pueda tener la idea de que las gráficas no son analizables lógicamente, pero si las funciones que las representan.

<sup>4</sup> S. TOULMIN, *La comprensión humana*, Alianza Editorial, Madrid 1977, p. 167.

<sup>5</sup> TH. S. KUHN, «Las nociones de causalidad en el desarrollo de la física», M. BUNGE et al., *Las teorías de la causalidad*, Ediciones Sigueme, Salamanca 1977, p. 21.

enlaza con la crítica más sensata que se ha hecho a la concepción de Hempel: que la existencia de una ley englobante (*covering law*) es condición necesaria de la explicación científica, pero no condición suficiente. Tal crítica resulta incompatible con un antilogicismo radical: los esquemas explicativos tienen forma argumentativa y, al contrario de la racionalidad implícita y difusa de Toulmin, es posible en principio analizarlos lógicamente. Lo que ocurre es que no basta la corrección del argumento para garantizar su fuerza explicativa. La corrección lógica no evita esquemas explicativos disparatados. Tanto Kuhn como Hanson podrían situarse en esta línea, al menos para las ciencias físicas. Kuhn afirma que «una estructura deductiva especificada puede ser necesaria para la adecuación de una explicación causal, pero no es una condición suficiente»<sup>6</sup>. En el hermoso ensayo póstumo de Hanson, *Observación y explicación*, podemos leer: «cómo alcanzar el éxito predictivo sin explicar nada, es, por tanto, algo más que una parodia de la posición de Hempel. Más bien indica que tal visión no ha dicho lo suficiente sobre la explicación (y sobre la teoría científica) como para excluir a los *meros* mecanismos predictivos como serios candidatos a tales títulos. Hay (y siempre ha habido) mecanismos predictivos no explicativos en la historia de la ciencia... El punto de vista de Hempel necesita suplementación, no revisión»<sup>7</sup>.

Es muy sencillo demostrar que el mismo Hempel está implícitamente de acuerdo con las ideas críticas de Hanson, ya que para Hempel al menos una de las premisas del argumento explicativo debe ser una ley, esto es, un enunciado nómico (*lawlike*). Con ello pretende evitar que los enunciados generales del discurso explicativo sean meras generalizaciones accidentales, lo que nos llevaría a los esquemas predictivos locos de Hanson. El mismo Hempel nos da como ejemplo de generalización accidental el enunciado «todos los cuerpos de oro puro tienen una masa de menos de 100.000 Kg». Pero cuando pretende aclarar el concepto de legalidad, acaba confessando que un enunciado es nómico si y sólo si sirve de base para una explicación científica.

<sup>6</sup> TH. S. KUHN, *op. cit.*, p. 14.

<sup>7</sup> N. R. HANSON, *Observación y Explicación*, Alianza Editorial, Madrid 1971, pp. 41-42.

Con ello incurre Hempel en la más descarada circularidad, ya que una auténtica ley es la que sirve de premisa para una explicación auténtica, mientras que una explicación es un argumento que tiene una verdadera ley como premisa. Esta circularidad confirma la opinión de Hanson de que la concepción de Hempel requiere complementación más que revisión<sup>8</sup>.

La cuestión es qué tipo de suplementación. Pues la suplementación no está exenta de peligros, concretamente el peligro de una regresión a la época prehumeana. Así, por ejemplo, el sugestivo apéndice X de *La lógica de la investigación científica* pone como ejemplo de generalización accidental a evitar «todas las moas mueren antes de tener cincuenta años», donde supone que ningún ejemplar de dicha ave neozelandesa ya extinguida vivió más de cincuenta años, aunque tenía capacidad biológica para vivir más. Para ello introduce el concepto de necesidad física como término intermedio entre la necesidad lógica y la generalización accidental. Aunque la propuesta de Popper parece sugerente, corre el peligro de reinstaurar un concepto prehumeano de causalidad, precisamente por parte de un autor que tanto ha reivindicado en *La lógica de la investigación científica* las críticas de Hume contra la inducción.

Creo que el propio Hempel ofrece un camino más prudente para suplementar su análisis con la noción de apoyo teórico: lo que distingue a una ley científica de una generalización accidental es que las leyes científicas suelen tener apoyo teórico, además de alguna confirmación experimental. La idea es buena, pero imprecisa. Creo que el estructuralismo permite precisar esta noción.

<sup>8</sup> Seguramente el antilogicismo, el elitismo y el relativismo exigirán una revisión más a fondo de la concepción de Hempel. No me extenderé al criticarlos, y no porque no existan críticas. Por ejemplo la de Lakatos que, si la buena ciencia es la que sustentan los científicos de prestigio, el elitista no tiene manera de saber cuándo debe cambiar de camisa. Los artículos de Einstein de 1905 no serían buena ciencia cuando los escribió, ya que incluso uno de ellos fue rechazado como tesis doctoral por resultar incomprendible. ¿Tendríamos que esperar hasta el congreso de Salzburgo de 1909, o todavía más, para cambiar de camisa?

## UNA NUEVA CRÍTICA

Antes de examinar las propuestas positivas hemos de constatar que el estructuralismo exige un nuevo tipo de crítica a la concepción de Hempel. Como señala acertadamente F. Suppe<sup>9</sup>, la teoría de Hempel depende de la llamada *concepción heredada*. La nueva concepción exigirá un cambio en el concepto de explicación. Pero mientras el relativismo, que protagonizó los debates a partir de los años sesenta, tendió a introducir elementos sociológicos, el estructuralismo, inspirado en los análisis de Suppes y Sneed, ha introducido como elemento nuevo el análisis macrológico.

Aplicando a la concepción de Hempel las críticas estructuralistas a la filosofía de la ciencia positivista, podemos decir que el defecto principal de la teoría de la cobertura legal es que realiza un análisis micrológico (relación entre pares de enunciados) y que toma como criterio una relación puramente deductiva.

Al leer el ensayo de Hempel *Aspectos de la explicación científica*<sup>10</sup> resulta evidente que el modelo primario es la explicación de hechos. Incluso diría que el ejemplo de *explanandum* dado por Hempel, aunque curioso, es bastante insignificante: John Dewey observó al lavar la vajilla que al sacar un vaso de agua caliente que contenía jabón y colocarlo invertido sobre una superficie plana, se originó en el borde del vaso una pompa de jabón, que primero se dilató y luego se contrajo. La explicación aislada de hechos singulares da una visión deformada de los objetivos de la ciencia, pero parece que es el sentido primario de explicación en Hempel. Secundariamente puede aplicarse el modelo deductivo a la explicación de leyes.

Hay que invertir las prioridades de Hempel. El sentido primario de explicación es la explicación de regularidades. Secundariamente las leyes, junto con las condiciones iniciales, permiten explicar fenómenos individuales. Sneed proporciona los medios de análisis macrológico.

<sup>9</sup> F. SUPPE, *The structure of scientific theories*, University of Illinois Press, Urbana 1979, p. 618.

<sup>10</sup> C. G. HEMPEL, *Aspects of scientific explanation*, The Free Press, Nueva York 1970, pp. 229-496.

gico, considerando que la unidad básica no es ya el concepto, como sostuvo el primitivo empirismo, ni el enunciado, como supone el empirismo lógico, sino la teoría<sup>11</sup>.

Creo que incluso se puede ir más lejos atendiendo a las sugerencias de U. Moulines sobre el estudio de relaciones interteóricas<sup>12</sup>.

### EL PROBLEMA DE LOS ENUNCIADOS NÓMICOS (*LAWLIKE*)

A pesar de la tinta que ha hecho correr la discusión del problema de los enunciados nómicos *versus* generalizaciones accidentales, tengo la sospecha de que se trata de un falso problema. Un problema que no tiene solución porque se ha planteado en términos inadecuados. En primer lugar un enunciado aislado no puede ser calificado con demasiado sentido de generalización accidental ni de auténtica ley. En el mejor de los casos, sólo respecto a una determinada teoría puede un enunciado ser calificado como tal. Así, por ejemplo, el enunciado «todos los presidentes de Estados Unidos son de raza blanca» podría no ser una ley biológica y ser, en cambio, una ley sociológica. El mismo ejemplo de Hempel del cuerpo de oro puro de 100.000 Kg de peso podría no estar vetado por las leyes físicas, pero su existencia resulta muy improbable, dada nuestra organización económica.

Está mal formulado, y ésta es la razón principal, porque presupone una falsa dicotomía<sup>13</sup> entre generalización accidental y ley científica (¿o generalización esencial?). Hay que desprenderse de la concepción sustancialista, im-

<sup>11</sup> Estas últimas frases parecen más inspiradas en «La naturalización de la epistemología» de Quine, que en Sneed. En realidad el holismo de Quine no es incompatible con el estructuralismo. Stegmüller ha dado una reinterpretación de las ideas de Quine. Pero mientras Quine se queda con formulaciones vagas, Sneed proporciona los instrumentos para precisar los conceptos macroscópicos.

<sup>12</sup> C. U. MOULINES, *Exploraciones metacientíficas*, Alianza Editorial, Madrid 1982, pp. 191 y ss.

<sup>13</sup> U. Moulines ha combatido agudamente el abuso de las dicotomías en epistemología. La presente dicotomía es condenable, tanto porque ignora una gradación como porque incurre en una mezcla de criterios.

pregnada de realismo ingenuo, que está en la base de tal bipartición. Todas las leyes científicas son en parte arbitrarias y en parte tienen un soporte teórico. Este carácter ambivalente de las leyes científicas, en parte convencionales pero cumpliendo también unas exigencias mínimas, ha sido reconocido tanto por filósofos como por científicos creativos. Einstein afirma que «la ciencia no es una mera compilación de leyes, un catálogo de hechos desligados entre sí. Es una creación de la mente humana con sus ideas y conceptos libremente inventados. Las teorías físicas se proponen formar una imagen de la realidad y establecer su relación con el vasto mundo de las impresiones sensibles. Así nuestras construcciones mentales se justifican en la medida y en la manera en que nuestras teorías forman tal lazo»<sup>14</sup>.

En realidad lo que existe es un continuo entre los enunciados descriptivos y los enunciados de las ciencias avanzadas, y sólo con relación a una teoría se puede juzgar el carácter de un enunciado.

### EL ABANDONO DEL ENFOQUE NATURALISTA

En la cuestión de los enunciados nómicos y en general de la explicación científica hay que evitar lo que Popper llamó enfoque naturalista, al tratar del problema de la demarcación. El enfoque naturalista presupone infundadamente que la noción de enunciado nómico y explicación son enteramente objetivos y están ahí esperando ser descubiertos por el filósofo, que debe limitarse a contar lo que ve.

Pero la teoría de la explicación, teoría de segundo nivel, igual que las teorías científicas o de primer nivel, lo que tiene que hacer es interpretar y presentar propuestas plausibles que sean fecundas para comprender la ciencia y su historia. Hay que reconocer que explicar tiene diversos sentidos. Los más importantes son la explicación de sistemas de objetos y la explicación de teorías. Estoy convencido de que el sentido menos interesante de la expresión es el de explicación de fenómenos individuales. El científico teórico se parece poco a

<sup>14</sup> A. EINSTEIN y L. INFELD, *L'evolució de la física*, Edicions 62, Barcelona 1984, p. 234.

un Sherlock Holmes en la búsqueda de responsables de acontecimientos individuales. Es verdad que el mismo Einstein ha usado la metáfora del detective, porque tanto el científico como el detective deben inventar hipótesis que luego someterán a contrastación; ambos usan el método hipotético-deductivo. La diferencia que pretendo señalar es que mientras el detective busca la explicación de acontecimientos individuales, el científico teórico busca la explicación de regularidades y, naturalmente, primero trata de encontrar estas regularidades en el caos de acontecimientos. Tomemos una obra científica. Por ejemplo, en *El origen de las especies* no aparecen hechos singulares parecidos a la burbuja de Dewey, sino regularidades a explicar, tales como la variación gradual de las especies de norte a sur en el continente sudamericano, o el parentesco de especies en las islas oceánicas. No quiero significar con ello que las novedades inesperadas no hayan desempeñado un gran papel en la crisis de teorías anteriores y en la aparición de otras nuevas. El caso de los rayos X es quizás el más famoso. Pero se trata de fenómenos repetibles (el comportamiento del tubo de rayos catódicos). O, volviendo a la biología, la incómoda existencia de caracteres no directamente adaptativos, lleva a Darwin a formular la teoría de la selección sexual. Los científicos, pues, no tratan de explicar fenómenos individuales, sino regularidades presentadas por una descripción de nivel teórico inferior. La teoría no pretende explicar unos objetos neutros existentes en el mundo exterior, sino las descripciones presentadas por una teoría anterior. Así los hechos a explicar por la teoría de la evolución le son suministrados por la biogeografía, la paleontología, la taxonomía, etc.

## CONCEPTO MODELO-TEÓRICO DE EXPLICACIÓN

El estructuralismo proporciona los instrumentos de análisis a nivel macrológico, que permiten superar los inconvenientes de un punto de vista que se limite a la consideración de las relaciones entre pares de enunciados. Tal como señala Stegmüller<sup>15</sup>, el enun-

ciado de Ramsey-Sneed de una teoría puede tomarse como precisión del término «explicación de algo por medio de una teoría».

Tomemos el enunciado de Ramsey de una teoría

$$(\exists) (\bar{x} \text{ es un } E_{\bar{Q}} \wedge \bar{x} \text{ es un } S \wedge C(\bar{x}, R, \rho))$$

que viene a decir que existe un conjunto de expansiones teóricas del conjunto de modelos  $\bar{Q}$ , que cumple con el predicado fundamental  $S$  de la teoría y cumple con las condiciones de ligadura  $C(\bar{x}, R, \rho)$  de las funciones teóricas.

Lo esencial del enunciado de Ramsey generalizado de una teoría es: 1) Propone para la teoría una axiomatización informal pero rigurosa, por medio de la introducción de un predicado conjuntista en el sentido de P. Suppes. 2) Distingue entre la teoría y sus diversas aplicaciones. 3) Usa el concepto de teoricidad de Sneed. 4) Los valores de las funciones teóricas en las distintas aplicaciones están relacionados.

Vemos que el *explanandum* no es un hecho aislado, sino un conjunto de objetos dotados de determinadas funciones (o propiedades en el caso de las ciencias cualitativas). Para la concepción estructuralista el *explanandum* no es la posición de la luna en un instante único, sino el sistema tierra-luna, el sistema solar, un conjunto de partículas en movimiento, etc. Esto exige que el *explanans* sea el enunciado central de la teoría. Es decir, un tipo de fenómenos se explica al mostrar que pueden convertirse, con la ayuda de conceptos teóricos, en modelo del predicado fundamental de la teoría.

Todo ello puede parecer demasiado técnico para los que no simpatizan con la concepción estructuralista, pero puede aclararse con ejemplos porque en la base del estructuralismo hay unas ideas filosóficas relativamente simples, aunque se use un aparato lógico complejo para precisarlas adecuadamente. En el sentido modelo-teórico de explicación propuesto por Stegmüller podemos decir que la teoría de la evolución explica la biogeografía. Pero no sería apropiado decir que el enunciado «todos los pájaros mueren» explica que el canario de mi vecino acaba de morir.

Con ello se soluciona el problema mal planteado de los enunciados nómicos y se ofrece la complementación requerida por la teoría de la explicación de Hempel, puesto que se evitan los esquemas predictivos locos de

<sup>15</sup> W. STEGMÜLLER, *Estructura y dinámica de teorías*, Ariel, Barcelona 1983, p. 149.

Hanson, ya que la teoría entera funciona como una unidad. Pero aun suponiendo que podemos evitar los esquemas de predicción disparatados, el escéptico siempre podrá encontrar una grieta: ¿cómo evitar las teorías insensatas?, ¿qué garantía tenemos de que la teoría entera no sea un artificio predictivo insensato? Estas preguntas tienen un soporte histórico. La pugna no se produjo sobre la legitimidad explicativa de un argumento del creacionismo y uno de la teoría de la evolución, sino sobre la fuerza explicativa del creacionismo y del evolucionismo como cuerpos teóricos. Lo mismo podríamos decir de las grandes revoluciones científicas.

### LAS REDES EXPLICATIVAS

Si las últimas reflexiones fuesen una condena de la idea que defiendo, tal vez no pueda obtener el indulto definitivo, pero si que puedo lograr un aplazamiento de la sentencia apelando a instancias superiores. Existen otros sentidos de explicar: explicación de leyes y explicación de teorías.

La explicación de leyes ocupa un papel importante en la historia de la ciencia. Wallace, en 1855, al formular la hipótesis de la evolución se contentó con una generalización empírica de bajo nivel teórico: cada especie aparecida ha coincidido en el tiempo y en el espacio con otra especie preexistente muy relacionada con ella. En cambio Darwin no sólo defendió una ley de evolución más fuerte (lo que explica la relación de especies es la comunidad de descendencia), sino que no consideró que su hipótesis de la evolución constituyía una teoría científica hasta que logró a su vez explicarla mediante la ley de selección natural.

Podemos tener dos casos en la explicación de leyes. En algún caso podemos derivar una ley a partir de otras leyes ya conocidas de la teoría. Con ello pasamos a conocer mejor la estructura de la teoría en cuestión, que queda simplificada. Axiomatizar una teoría es precisamente deducir (y en cierto sentido explicar) las leyes conocidas de la teoría a partir de unas pocas de ellas, que pasan a ocupar un lugar central. Pero más que de explicación se trata de reestructuración o nueva presentación de una teoría ya conocida.

Los casos más interesantes de explicación de leyes, como muestra el ejemplo de Darwin,

no consisten en reducir una ley a otras ya conocidas, sino en ampliar la teoría con nuevas leyes o en crear una nueva teoría explicativa de la anterior, o en descubrir enlaces entre teorías ya existentes. Para todos estos casos es útil el análisis macrológico porque el análisis de la explicación de leyes se transforma en el estudio de la explicación de teorías.

U. Moulines, entre otros, ha estudiado las relaciones interteóricas, introduciendo el útil concepto de redes teóricas<sup>16</sup>. Con ello se complementa el análisis macrológico, que está en la base de la filosofía de la ciencia de Sneed. Ciento que U. Moulines no parece inclinado a etiquetar como explicación ninguna de las relaciones interteóricas por él esbozadas, y tampoco pretendo polemizar por una cuestión de nombres; incluso puede ser recomendable que conceptos distintos (explicación de sistemas de objetos y explicación de teorías) no lleven el mismo nombre. A pesar de todo, dos puntos me parecen claros: 1) Que el estudio de las redes teóricas es uno de los complementos que necesita la teoría de la explicación de Hempel. 2) Que, al menos algunas veces, la reducción de teorías y, sobre todo, la relación llamada teorización, se encarna en ejemplos históricos que son casos típicos de explicación de teorías. Si la genética biológica fuese reducible a la genética molecular, diríamos que queda explicada por ella. La mecánica teoriza y explica la cinemática.

### LA REDUCCIÓN DE TEORÍAS

La concepción clásica de reducción ha sido expuesta con detalle por Nagel. Una teoría queda explicada por otra si se reduce a ella. La reducción consiste en derivar la teoría reducida (ciencia secundaria) de la teoría reducida (ciencia primaria). Cuando las teorías tienen los mismos términos no existe problema especial. Más debates ha originado la reducción entre teorías heterogéneas, que contienen distintos términos. El ejemplo clásico sería la reducción de la termodinámica a la

<sup>16</sup> C. U. MOULINES, *op. cit.*

mecánica estadística. En tal caso se exige que la teoría reducida sea derivable de la teoría reductora con la ayuda de funciones de reducción o definiciones coordinadoras.

Uno de los inconvenientes de la concepción clásica es que si se aplica rigurosamente, subsistirían muy pocos ejemplos de reducción de teorías, ya que o no se dispone de definiciones coordinadoras totalmente satisfactorias o no es posible una deducción formal rigurosa. También en este punto ha hecho el estructuralismo importantes aportaciones. No sólo porque ha precisado la noción de reducción, usada normalmente de forma harto imprecisa, sino porque también ha debilitado en algunos aspectos la noción de reducción heredada del empirismo lógico. Algunos de estos aspectos ya aparecen en la definición de reducción expuesta por Adams, completada por Sneed<sup>17</sup> para adaptarla a una noción más compleja de teoría. La relación entre las descripciones de sistemas físicos de la teoría reducida y la teoría reductora es una relación uni-multívoca. Varias descripciones de sistemas en la teoría reductora pueden corresponder a una sola descripción de un sistema en la teoría reducida. Además de cumplir con la exigencia intuitiva de que la teoría reductora debe ser más fundamental o más fina que la teoría reducida, evita el problema del cambio semántico tan exagerado por el relativismo<sup>18</sup>. Ya no se exige ningún tipo de sinonimia, ni siquiera equivalencia extensional, entre los términos de ambas teorías. En segundo lugar no hay que relacionar aisladamente los términos de una teoría con los de la otra; lo que se relaciona son las descripciones de estados. Finalmente no hay que entender la relación de deducción como una derivación enteramente formalizada: basta que si  $X'$  es modelo de la teoría reductora  $T'$ , el sistema relacionado  $X$  sea modelo de la teoría reducida  $T$ .

La reducción no es la única forma que puede tomar la explicación de teorías. Con frecuencia lo que se puede deducir no es la

teoría original, sino una teoría corregida. Las leyes de Mendel, por ejemplo, no pueden reducirse a la biología molecular porque, a pesar de su importancia histórica, son falsas en algunos aspectos. En el caso de las ciencias cuantitativas lo que con frecuencia se puede derivar es una aproximación de las leyes previamente enunciadas por la teoría reducida. Varios autores, como Popper, usaron la noción de aproximación, pero de forma un tanto vaga. El estructuralismo ha precisado la noción de aproximación usando instrumentos lógico-matemáticos como el de conjuntos borrosos<sup>19</sup>.

Esto nos lleva a reconocer que los límites entre la reducción y substitución de teorías son seguramente imprecisos. Puede que existan factores de tipo intuitivo, difíciles de precisar, que nos llevan a decir preferentemente que la teoría de la relatividad desplazó a la mecánica anterior, mientras que la genética molecular puede llegar a explicar la genética mendeliana.

## LA EXPLICACIÓN ESTADÍSTICO-INDUCTIVA

Si ya el modelo nomológico-deductivo de Hempel ha recibido abundantes críticas, es innegable que la explicación estadístico-inductiva tiene dificultades supletorias. Por ejemplo, no podemos decir que una ley estadística explique un hecho si no le atribuye una probabilidad muy alta. En cambio, podemos atribuir distintos valores de probabilidad al mismo hecho individual, que sea miembro de distintos colectivos, según el colectivo que tomemos en consideración.

El punto de vista defendido en este artículo, de adoptar un análisis macrológico y considerar más importante la explicación de regularidades y la de teorías que la de hechos individuales, tiene la ventaja de diluir las diferencias entre las ciencias deterministas y las estadísticas respecto a la noción de explicación. Así, cuando Popper sostiene que la hipótesis de la evolución no es una ley universal contrastable sino una hipótesis singular que no permite hacer predicciones, seguramente está confundiendo la teoría de la evolución con la filoge-

<sup>17</sup> J. D. SNEED, *The logical structure of mathematical physics*, Reidel Publishing Company, Dordrecht 1979, pp. 216 y ss.

<sup>18</sup> C. U. MOULINES, *op. cit.*, p. 196.

<sup>19</sup> C. U. MOULINES, *op. cit.*, pp. 164 y ss.

nia y presuponiendo que el objetivo de la ciencia es la explicación de hechos individuales. Por el contrario, la explicación de una ley estadística, como muy bien indicó Hempel, puede ser una explicación deductiva. Por ejemplo, la ley de Hardy-Weinberg sobre la relación entre genotipos, cuando no hay presión selectiva ni mutación, puede deducirse de la frecuencia de los apareamientos entre los distintos tipos y de la ley de segregación.

Es cierto que con esto no se soluciona el problema de la contrastación de las leyes estadísticas, sino que se lo separa del de la explicación. Pues aunque todos los científicos sabían que las hipótesis estadísticas son con-

trastables, no es fácil decir por qué, y quizás fue Popper el primero en explicarlo.

En resumen, podemos decir que explicar es ascender por la red de la estructura explicativa. Con ello concretamos la idea de apoyo teórico, que hace falta para suplementar la concepción de Hempel y evitar los esquemas predictivos locos de Hanson. El escéptico siempre podrá sugerir que quizás toda una red de teorías y toda la ciencia empírica no es más que un esquema predictivo loco; que la auténtica explicación es más profunda. De todas formas, si toda la ciencia fuese un mero esquema predictivo, quizás no serían despreciables los esquemas predictivos.