

**EL MODELO DE COBERTURA LEGAL DE LA
EXPLICACIÓN CIENTÍFICA Y SUS LIMITACIONES**

** AMADOR ANTON ANTON*

This paper offers a logical, rational and critical reconstruction of the covering law conception of scientific explanation in its three versions: deductive-nomological, deductive-statistical and inductive-statistical models.

1. INTRODUCCIÓN.

La explicación científica es un tema fundamental en la metodología y filosofía de la ciencia y, sin duda alguna, constituye el "leitmotiv" de la empresa científica. Por eso, no es de extrañar la gran variedad de teorías sobre la explicación surgidas a lo largo de la historia del pensamiento humano. Podemos recordar a Platón que, en el *Fedón* (95-107), lleva a cabo una extensa discusión de los requisitos de la explicación y, al final del *Teeteto* (201-8), analiza las relaciones entre la explicación y el conocimiento; por su parte, Aristóteles en los *Segundos Analíticos* (Lib. I y II) caracteriza la explicación científica como un argumento deductivo aunque, como él mismo señala, no todos los argumentos deductivos se pueden calificar como explicaciones; también Stuart Mill, inserto en la tradición filosófica empirista, mantiene en su *System of Logic* (Lib. III) que las explicaciones son argumentos en los que para explicar un hecho individual se recurre a leyes causales y para explicar una uniformidad de la naturaleza se apela a otra ley o leyes más generales.

Pero ha sido la teoría de la explicación propuesta en 1948 por Carl G. Hempel y Paul Oppenheim, y denominada *modelo de cobertura* o *modelo nomológico* porque recurre a leyes para explicar los fenómenos, la que más influencia ha ejercido en las investigaciones llevadas a cabo sobre la naturaleza de la explicación científica, unas veces para defenderla y otras para rechazarla presentando nuevas alternativas. Muestra de ello es que con posterioridad a dicho modelo han proliferado en la filosofía de la ciencia una gran variedad de enfoques sobre la explicación científica que podríamos resumir fundamentalmente, además del susodicho modelo, en los seis siguientes: el *modelo analógico* de N. Campbell (1957) y M. Hesse (1966) que concede a las analogías una función esencial en la explicación de los fenómenos, el *modelo de relevancia estadística* de W. Salmon (1973) que emplea como fundamento teórico la concepción de probabilidades objetivas como frecuencias a largo plazo, el

de *relevancia causal* también de W. Salmon (1984) que incorpora criterios causales de relevancia explicativa y cuyo fundamento teórico es la concepción de probabilidades objetivas como propensiones en el caso singular, el *modelo de aplicación de esquemas* de P. Kitcher (1981) basado en el procedimiento de unificar los fenómenos bajo cánones o esquemas, el *pragmático lingüístico* de B. van Fraassen (1980) y P. Achinstein (1983) que caracteriza la explicación como un acto de habla que debe contestar a preguntas del tipo *por qué*, y el *modelo cognitivo integrado* de P. Thagard (1992) que pretende elaborar una teoría de la explicación como parte de una teoría de la arquitectura cognitiva.

2. EL TIPO DE EXPLICACIÓN DE COBERTURA LEGAL

Fue expuesto y formulado detalladamente por vez primera en el ya clásico artículo "Studies in the Logic of Explanation" (1948) de Hempel y Oppenheim y, posteriormente, Hempel ha ido ampliándolo y defendiéndolo de diversas objeciones mediante sucesivos trabajos, entre los que resaltan "The Logic of Functional Analysis" (1959), "Deductive-Nomological vs. Statistical Explanation" (1962), "Explanation in Science and in History" (1962a), *Aspects of Scientific Explanation* (1965) y *Philosophy of Natural Science* (1966).

Como señalé antes, se le denomina de *cobertura legal* y también explicación *nomológica* o por *subsunción nómica* debido a que caracteriza la naturaleza de las explicaciones como *argumentos* donde se da cuenta de los fenómenos, recurriendo, además de a las condiciones iniciales de los mismos, a *leyes* que pueden ser universales o probabilísticas (estadísticas). De modo que un fenómeno particular se explica subsumiéndolo bajo una ley o leyes, una uniformidad o ley subsumiéndola de la misma manera bajo leyes o principios teóricos más globales o comprensivos, y éstos a su vez pueden ser subsumibles bajo principios aún más inclusivos. "Es obvio, apunta Hempel, que esta jerarquía explicativa tiene que terminar en algún punto. O sea que en cualquier momento del desarrollo de la ciencia empírica habrá ciertos hechos que no son explicables. Esto incluye las leyes generales y los principios teóricos más globales conocidos hasta entonces y, por supuesto, muchas generalizaciones empíricas y hechos particulares para los cuales no se dispone en ese momento de principios explicativos. Pero esto no quiere decir que ciertos hechos sean intrínsecamente inexplicables y que lo sean para siempre. Cualquier hecho particular hasta ahora inexplicable y cualquier principio general, por muy inclusivo que sea, puede encontrar su explicación posterior por subsunción bajo principios aún más inclusivos" (1959, 298). Así, por ejemplo, el hecho particular de por qué en un recipiente lleno de agua donde flota un trozo de hielo que sobresale por encima de la superficie cuando el hielo se derrite permanece invariable el nivel del agua, se explica recurriendo a ciertas leyes físicas como el principio de Arquímedes, según el cual un cuerpo sólido que flota en un líquido desplaza un volumen de líquido que tiene igual peso que el

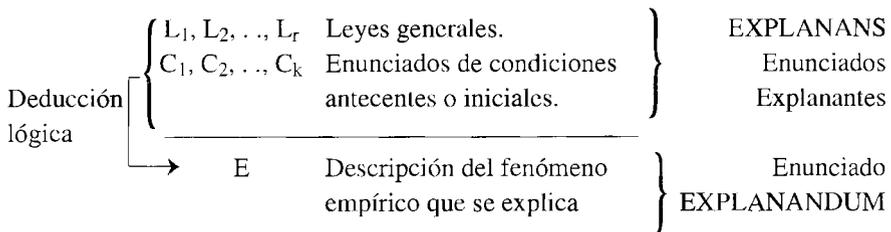
cuerpo mismo, y a la ley de que a temperatura y presión constantes, cantidades de agua iguales en peso también son iguales en volumen; y las regularidades expresadas por la ley de Galileo para los cuerpos físicos que caen libremente cerca de la superficie terrestre, se explican apelando a las leyes del movimiento y de la gravedad de Newton; incluso también se puede dar respuesta a la teoría de la gravedad de Newton subsumiéndola en la teoría general de la relatividad.

Hempel y Oppenheim (1948, nota 7) y Hempel (1965, nota 3) indican que esta idea de concebir la explicación como subsunción nomológica no es en modo alguno novedosa puesto que tiene precedentes en varios pensadores del pasado que adoptaron una concepción similar aunque no la formularon expresamente, tales como Stuart Mill, Jevons y Ducasse, y también ha sido defendida por autores contemporáneos como N. R. Campbell, K. Popper, A. Donagan y M. Scriven.

Partiendo de la idea de que todas las explicaciones son argumentos, Hempel combina las dos formas de argumento, deductiva e inductiva, con los dos tipos de leyes, universales y estadísticas, y elabora tres modelos de explicación de cobertura legal, a saber, el modelo *nomológico-deductivo* (N-D), el *estadístico-deductivo* (E-D) y el *estadístico-inductivo* (E-I) para dar cuenta de dos categorías de hechos, a saber, hechos particulares y regularidades generales. A continuación analizaré dichos modelos.

2.1 El modelo *nomológico-deductivo* (N-D).

Viene representado en Hempel y Oppenheim (1948, 251) y en Hempel (1959, 297; 1965a, 332; 1966, 81) mediante el siguiente esquema:



De acuerdo con el esquema, la explicación se presenta como una argumentación deductiva que consta de dos partes principales denominadas *explanans* (o explicans) y *explanandum* (o explicandum). El *explanans* consta de enunciados de leyes generales L_1, L_2, \dots, L_r , y de otros enunciados C_1, C_2, \dots, C_k que hacen aseveraciones acerca de hechos concretos. Estos enunciados que componen el *explanans* reciben habitualmente el nombre de premisas. La otra parte fundamental de la explicación es el enunciado *explanandum*, E , que es la conclusión y describe el fenómeno a explicar que puede ser un hecho particular o una regularidad. La línea horizontal del esquema significa que el *explanandum* se deduce lógicamente del *explanans*.

A este tipo de explicación Hempel y Oppenheim (1948, 297) lo denominan

explicación *nomológico-deductiva* porque realiza una subsunción del *explanandum* bajo principios que tienen el carácter de leyes generales. En consecuencia para dar cuenta de "por qué se produjo el fenómeno mencionado en el *explanandum*", una explicación N-D respondería mostrando que dicho fenómeno resultó de ciertas circunstancias particulares especificadas en C_1, C_2, \dots, C_k de acuerdo con las leyes L_1, L_2, \dots, L_r .

"El alcance explicativo del razonamiento total, dice Hempel (1965a, 296-297), reside en demostrar que el resultado descrito en el *explanandum* era de esperarse en vista de las circunstancias antecedentes y de las leyes generales numeradas en el *explanans*". Es decir, la naturaleza de la explicación N-D consiste en afirmar que E queda explicado si es una consecuencia lógica de las leyes generales y de las condiciones antecedentes. Por eso, se puede también decir que el modelo permite predecir el *explanandum* "si las leyes y los hechos particulares del *explanans* hubieran sido conocidos y tomados en consideración en un tiempo anterior adecuado" (Hempel 1965a, 361). En este sentido, Hempel y Oppenheim (1948, 251) señalan que el modelo N-D es un modelo de explicación y de predicción: cuando se sabe que el enunciado *explanandum* es verdadero se aduce el *explanans* para explicarlo; y cuando se afirma el *explanans*, entonces el enunciado *explanandum* puede servir de predicción. A esta concepción se la conoce con el nombre de la tesis de la identidad estructural (o de la simetría) de la explicación y la predicción. La diferencia entre ambas, según Hempel y Oppenheim (1948, 251), vendría a ser meramente de carácter pragmático.

Hempel y Oppenheim (1948, 249-250) formularon también las condiciones de adecuación de una explicación N-D para garantizar que los enunciados que constituyen el *explanans* sean capaces de explicar lo que se enuncia en el *explanandum*.

Estas condiciones son cuatro, tres lógicas y una empírica.

Las condiciones lógicas son:

- R1. El *explanandum* debe ser una consecuencia lógica del *explanans*.
- R2. El *explanans* debe contener esencialmente al menos una ley general exigida para la derivación del *explanandum*.
- R3. El *explanans* debe tener contenido empírico.

La condición empírica es:

- R4. Los enunciados que constituyen el *explanans* han de ser verdaderos.

Estrictamente hablando, Hempel y Oppenheim (1948, 250) también lo advierten, R3 viene a ser un requisito redundante dado que no puede dejar de cumplirse si se cumplen R1, R2 y R4.

En cuanto al ámbito de aplicación del modelo N-D, Hempel y Oppenheim en el artículo de 1948 restringen esta explicación a hechos particulares, es decir, a casos donde el *explanandum* es un enunciado singular, y no tratan de proporcionar explicaciones aplicadas de regularidades generales porque, como ellos señalan en la nota 33, dichas explicaciones presentan problemas para los cuales no pueden ofrecer en ese momento ninguna solución. Pero Hempel, aunque sin resolver por completo

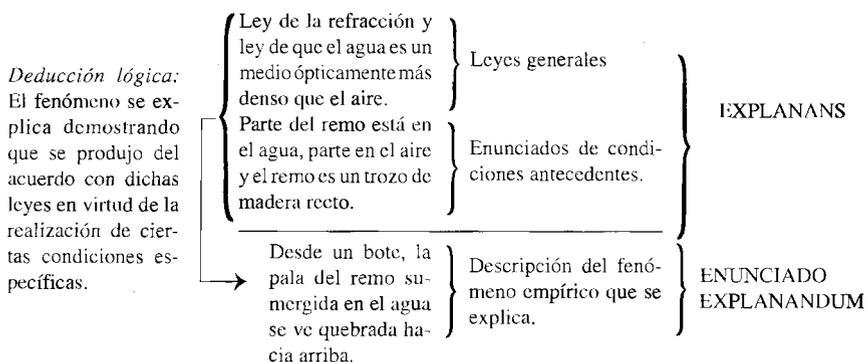
tales problemas, extiende, en 1959, 297 y en 1965a, 339-342, la aplicación de la explicación N-D a regularidades generales. Desde entonces puede hacerse uso del modelo N-D para dar cuenta de un gran número de fenómenos pertenecientes principalmente al ámbito de las ciencias empíricas. Dichos fenómenos o *explananda* pueden clasificarse en dos grupos: a) *hechos particulares* que ocurren en un cierto tiempo y lugar determinados como, por ejemplo, el hecho de que desde un bote, la pala del remo sumergida en el agua se ve quebrada hacia arriba; y b) *hechos generales o regularidades* expresables por medio de leyes de la naturaleza como, por ejemplo, la ley de Galileo para la caída libre de los cuerpos físicos. En este segundo grupo de hechos la explicación deductiva de las regularidades o uniformidades consiste en subsumirla dentro de otra regularidad de mayor alcance, es decir, dentro de una ley más general. Así, las regularidades expresadas por la susodicha ley de Galileo se explican demostrando que esta ley se puede deducir de leyes más generales, a saber, las leyes del movimiento y de la gravedad de Newton.

En la práctica científica, las explicaciones de cualquier fenómeno, bien sea un hecho particular o general, que obedecen al modelo N-D, se encuentran bajo dos formas: la *explícita* que incluye aquellas explicaciones que, en su formulación, se ajustan bastante o muy exactamente a dicho modelo, y la *implícita* o *elíptica* que comprende aquellas explicaciones que aparentemente no parecen obedecer al modelo deductivo porque, en su formulación, "omiten mencionar ciertos supuestos asumidos por la explicación y que se dan como admitidos en un determinado contexto", pero cuando se explicitan tales supuestos, se comprueba que la explicación responde a este modelo (Hempel 1966, 83).

Examinaré seguidamente algunos ejemplos, recogidos de Hempel, que nos ayudarán a identificar mejor las explicaciones deductivas, así como a distinguir la forma en que se presentan.

EJEMPLO 1. *Fenómeno a explicar o explanandum*: "¿Por qué desde un bote, la pala del remo sumergida en el agua se ve quebrada hacia arriba?" (Hempel 1965a, 248).

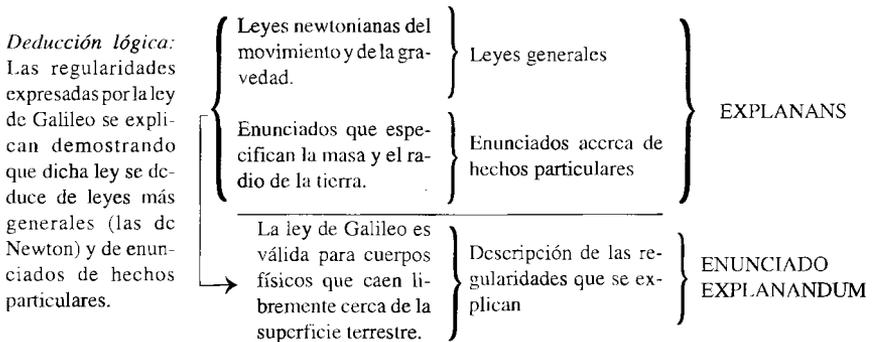
Explicación nomológico-deductiva:



El *explanandum* de este ejemplo es un hecho particular que ocurre en un tiempo y lugar determinados y la forma de explicación es *explicita* porque se ajusta exactamente al esquema del modelo.

EJEMPLO 2. *Explanandum*: "¿Por qué la ley de Galileo es válida para cuerpos físicos que caen libremente cerca de la superficie terrestre?" (Hempel 1965a, 297).

Explicación nomológico-deductiva:



En este caso, el *explanandum* no es un hecho particular, como ocurría en el ejemplo anterior, sino las regularidades expresadas por una ley general, y la forma de explicación, como puede observarse, es también explícita.

EJEMPLO 3. Si examinamos ahora la siguiente explicación: "El agua del cubo del jardín no se heló anoche porque se le echó sal" (Hempel 1966, 83), sucede que a primera vista parece que no responde al esquema N-D, pero si hacemos explícitas las suposiciones tácitas de la misma, comprobaremos que en realidad se trata de una explicación que obedece a dicho modelo, aunque expresada en forma elíptica. En efecto, esta explicación no hace mención explícita de ninguna ley ni de condiciones físicas ambientales, pero supone tácitamente la ley de que la adición de sal al agua disminuye su punto de congelación y admite, también implícitamente, el supuesto acerca de las condiciones físicas ambientales de que la temperatura no desciende hasta un punto muy bajo. Explicitadas estas suposiciones adicionales, la explicación sigue al esquema N-D.

2.2. La explicación estadística.

Como acabamos de ver en las condiciones generales de adecuación, las leyes requeridas en las explicaciones nomológico-deductivas son enunciados verdaderos de forma universal que "afirman la existencia de una conexión uniforme entre diferentes fenómenos empíricos o entre aspectos diferentes de un fenómeno empírico" (Hempel, 1966, 86). Tales leyes tienen la forma condicional universal $\forall x (Fx \rightarrow$

Gx) que dice que cuandoquiera y dondequiera que se dan unas condiciones de un tipo especificado F, entonces se darán también siempre y sin excepción ciertas condiciones de otro tipo G, por ejemplo "todo gas que se expande cuando se lo calienta a presión constante", o "siempre que un rayo de luz se refleja en una superficie plana, el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia". Ahora bien, Hempel y Oppenheim (1948, 252) y Hempel (1965a, 371 y 1966, 91) señalan que no todas las explicaciones genuinamente científicas se basan en leyes universales, sino que hay también explicaciones de gran importancia en la ciencia empírica basadas en leyes de forma *estadístico-probabilística*, esto es, *leyes estadísticas*. Estas leyes tienen la forma $p(G, F) = r$, y son enunciados que afirman que la probabilidad estadística de que un hecho del tipo F sea también del grupo G es r (indica el alto o bajo grado de probabilidad) es decir, que la proporción de los casos de F, que sean también casos de G es aproximadamente r, por ejemplo, al lanzar una moneda la probabilidad estadística de que salga cara es 1/2.

Para Hempel (1965a, 374), toda explicación que haga uso esencial de al menos una ley o principio teórico de forma estadística recibe el nombre de *explicación estadística* y distingue dos tipos lógicamente diferentes: el modelo *estadístico-deductivo* que se da cuando el hecho a explicar o *explanandum* es una *uniformidad* estadística explicada por subsunción deductiva bajo otras leyes estadísticas más amplias y el *modelo estadístico-inductivo* que tiene lugar cuando el *explanandum* es un *hecho particular* explicado por subsunción inductiva bajo leyes estadísticas.

2.2.1. El modelo estadístico-deductivo (E-D).

Aunque Hempel anunció ya en 1962 este tipo de explicación, sin embargo, es en 1965a, cuando presenta su formulación y lo hace de una manera muy sucinta y presurosa.

El modelo se caracteriza porque busca explicar una generalización estadística mediante técnicas deductivas y, esencialmente, consiste en deducir un enunciado *explanandum* que tiene la forma de una ley estadística a partir de un *explanans* que debe contener al menos una ley o principio teórico también de forma estadística. El procedimiento utilizado para realizar esta deducción es la teoría matemática de la probabilidad estadística que "permite calcular ciertas probabilidades derivadas (las aludidas en el *explanandum*) sobre la base de otras probabilidades (especificadas en el *explanans*) halladas empíricamente o afirmadas hipotéticamente" (Hempel, 1965a, 375).

Un ejemplo de aplicación de este modelo vendría a ser la cuestión que, en el siglo XVII, le planteó a Pascal su amigo Antoine Gombauld, Chevalier de Méré: "suponiendo que se juega con dos dados estándares varias veces, ¿cuántas tiradas, como mínimo, habrá que hacer para poder apostar con ventaja de que después de haber hecho esos lanzamientos se haya obtenido un doble seis, al menos una vez?".

Pascal, recurriendo a generalizaciones estadísticas, respondió correctamente que

el número de tiradas habría de ser 25 y no 24 como creía De Méré. La explicación discurre en estos términos: La probabilidad de no obtener un doble seis al lanzar una vez los dos dados es $q_1=35 / 36$; la probabilidad de no obtenerlo al cabo de n lanzamientos es $q_n= (35 / 36)^n$. Luego la probabilidad de obtener al menos un seis doble en n lanzamientos es la opuesta, esto es, $P_n=1-q_n=1-(35 / 36)^n$. Para que la apuesta sea con ventaja, habrá de ser $P_n>1/2$, y esto se verifica para el valor $n\geq 25$, pues de hecho $P_{24}=0,4912$ y $P_{25}=0,5050$. Esta derivación se basa, además de en leyes matemáticas, en dos hipótesis que tienen la forma de leyes estadísticas, la primera es que la probabilidad de obtener un seis es $1/6$, y la segunda es que los resultados de los diferentes lanzamientos son independientes unos de otros.

2.2.2. El modelo estadístico-inductivo (E-I).

Lo presenta Hempel primeramente en 1962 y luego ofrece dos versiones mejoradas en 1965 y 1966. La idea fundamental de este modelo radica en que cuando queremos explicar los *hechos particulares* apelando a leyes estadísticas, la explicación no puede tener la forma de un argumento deductivo, pues es imposible *deducir* el enunciado *explanandum* a partir del *explanans*, sino que ha de ser un argumento inductivo, donde, sobre la base de la información contenida en el *explanans*, la explicación haga predecible el *explanandum* con un alto grado de probabilidad inductiva. El mismo Hempel (1965a, 379) lo introduce así: "Las explicaciones de hechos o sucesos particulares por medio de leyes estadístico-probabilísticas se presentan como razonamientos que son inductivos o probabilísticos en el sentido de que el *explanans* confiere al *explanandum* un grado más o menos alto de apoyo inductivo o de probabilidad lógica (inductiva); por ello, serán llamadas *explicaciones estadístico-inductivas*, o explicaciones E-I".

El esquema básico representativo de la explicación E-I es el siguiente:

$$\begin{array}{r} p(G, F) = r \\ \text{Fb} \\ \hline \text{Gb} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} p(G, F) = r \\ \text{Fb} \\ \hline \text{Gb} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Explanans} \\ \\ \\ \text{Explanandum} \end{array}$$

[r]

La primera premisa del *explanans* es una ley estadística que asevera que la frecuencia relativa de que las cosas que son G sean F es r , donde r es un número cercano a 1. La segunda premisa establece que un individuo concreto, b , es F. La doble línea que separa el *explanans* del *explanandum* indica que el argumento no es deductivo, sino inductivo, es decir, que las premisas (el *explanans*) no implican lógicamente la conclusión (el enunciado *explanandum*), sino que la hacen más o menos probable. Y la expresión [r] señala el grado de probabilidad que las premisas confieren a la conclusión.

Para ilustrar este modelo E-I, Hempel (1965a, 375-76) pone como ejemplo el

relevancia explicativa.

Desafortunadamente, Hempel se encontró con que en el modelo E-I tenía lugar un fenómeno lógico desagradable que él denominó la *ambigüedad estadística* de las explicaciones E-I, consistente en que "para una explicación probalística propuesta, con *explanans* verdadero que confiere la casi seguridad a un suceso particular, habrá a menudo un razonamiento rival de la misma forma probalística y con premisas igualmente verdaderas que confiere la casi seguridad a la no producción del mismo hecho... Esta categoría no tiene análoga en el caso de la explicación deductiva; pues si las premisas de una explicación deductiva propuesta son verdaderas, entonces también es verdadera su conclusión". (Hempel, 1965a, 388).

Para ilustrar dicho concepto de *ambigüedad estadística* podemos recurrir de nuevo al ejemplo anterior de la enfermedad de John Jones, donde la ley estadística invocada afirma la curación como respuesta a la penicilina, para un alto porcentaje de infecciones con estreptococos, pero no para todas ellas; de hecho hay ciertas cepas de estreptococos que son resistentes a la penicilina. Si ahora sucede que John Jones está infectado con dichas cepas de estreptococos que son resistentes a la penicilina, entonces la probabilidad de su curación será muy pequeña. Y simbolizando por R la característica de ser resistente a la penicilina, la representación del argumento inductivo vendría a ser:

$$(2) p(C, E \cdot P \cdot R) = r_1 \quad (r_1 \text{ es cercano a } 0)$$

$$\frac{E_b \cdot P_b \cdot R_b}{C_b} \quad \left[\text{hace muy poco probable} \right]$$

Dado que si r_1 es un número próximo a 0, entonces $1-r_1$ ha de ser un número próximo a 1. Ello nos permite transformar el argumento (2) en el siguiente:

$$(3) p(\neg C / E \cdot P \cdot R) = 1-r_1 \quad (\text{cercano a } 1)$$

$$\frac{E_b \cdot P_b \cdot R_b}{\neg C_b} \quad \left[(\text{hace muy probable}) \right]$$

Observando los argumentos (1) y (3) nos encontramos con el problema de la *ambigüedad estadística* porque tenemos dos argumentos inductivos cuyas premisas son lógicamente compatibles y verdaderas y, sin embargo, apoyan con alto grado de probabilidad conclusiones contradictorias.

Para solucionar dicho problema, Hempel apeló inicialmente al requisito de evidencia total de Carnap, pero luego lo abandonó argumentando que "el propósito de una explicación no es proporcionar evidencia en favor de la ocurrencia del fenómeno *explanandum*, sino presentarlo como algo que es de esperar nómicamente"

(1968, 121). Después introdujo un requisito espistémico de máxima especificidad (RME) del cual ofreció diversas versiones. En 1965 lo formula así: Consideremos una explicación de forma E-I

$$(4) \quad \begin{array}{l} p(G, F) = r \\ Fb \\ \hline \hline Gb \end{array} [r]$$

Sea s la conjunción de las premisas, y sea k el corpus de conocimiento en el tiempo dado, entonces, para ser racionalmente aceptable en esa situación cognoscitiva, la explicación E-I propuesta en (4) debe satisfacer el siguiente requisito de máxima especificidad: «si $s \cdot k$ implica que b pertenece a una clase F_1 , entonces $s \cdot k$ debe también implicar un enunciado que especifique la probabilidad de G y F_1 , digamos:

$$P(G, F_1) = r_1$$

Aquí, r_1 debe ser igual a r , a menos que el enunciado de probabilidad citado sea simplemente un teorema de la teoría matemática de la probabilidad» (1956a, 393).

Habiendo recibido muchas críticas esta formulación del RME, unas en el sentido de que era tan restrictivo que excluía prácticamente cualquier hipótesis estadística y otras en el sentido contrario de que era demasiado relajado, Hempel realiza una reformulación en 1968 donde introduce dos nuevos conceptos: el de "predicado máximamente específico" y el de "predicado más fuerte". Un predicado P_1 es más fuerte que otro P_2 si $\forall x (P_1x \rightarrow P_2x)$ es L-verdadero. Un predicado M es máximamente específico con respecto G_b en K , si (a) M es L-equivalente a la conjunción de los predicados relevantes para G_b en K ; (b) M no implica lógicamente a G ó $\neg G$; y (c) no hay otro predicado más fuerte que M que satisfaga las condiciones (a) y (b). Y apoyándose en dichos conceptos, define ahora el RME de la siguiente manera: Un argumento como el presentado en (4) puede describirse como una explicación E-I con respecto a K si satisface las siguientes condiciones: sea el predicado M bien el máximamente específico con respecto a G_b en K o bien un predicado más fuerte que F y estadísticamente relevante para G_b en K . Entonces, K contiene el enunciado estadístico legaliforme $p(G, M) = r$, donde $r = p(G, F)$.

Este requisito lo impone Hempel a las explicaciones E-I con el fin de eliminar su ambigüedad, pero no es preciso en las explicaciones N-D, ya que en éstas el RME se cumple automáticamente, pues, dado que todo F es G , se sigue inmediatamente que todo F_1 es G si F_1 es una subclase de F . Con ello establece Hempel (1965a, 396) una profunda diferencia entre las explicaciones N-D, que pueden calificarse como verdaderas, y las E-I que, al exigir la relativización con respecto a K , no se pueden calificar como verdaderas.

3. LIMITACIONES

Hemos visto que las tres formas de explicación de cobertura legal se aplican a hechos particulares y a regularidades generales dando lugar de este modo a cuatro categorías de explicación científica que aparecen didácticamente ilustradas en la siguiente tabla de W.C. Salmon (1989, 9):

EXPLANADA LEYES	HECHOS PARTICULARES	REGULARIDADES GENERALES
LEYES UNIVERSALES	N-D [1] NOMOLOGICO-DEDUCTIVO	N-D [2] NOMOLOGICO-DEDUCTIVO
LEYES ESTADISTICAS	E-I [3] ESTADISTICO-INDUCTIVO	E-D [4] ESTADISTICO-DEDUCTIVO

Y las condiciones o requisitos generales de adecuación concernientes a estos tipos de explicación, recogidas del artículo de Hempel-Oppenheim de 1948 al elaborar el modelo N-D más las añadidas por Hempel a lo largo de su posterior elaboración de los modelos E-D y E-I, quedan definitivamente establecidas así:

Condiciones lógicas:

- R'1. Una explicación es un argumento que tiene una forma lógica correcta, bien sea deductiva o bien inductiva.
- R'2. El *explanans* debe contener esencialmente al menos una ley general bien sea universal o bien estadística.
- R'3. La ley general debe poseer contenido empírico.

Condición empírica:

- R'4. Los enunciados que componen el *explanan* han de ser verdaderos.

Condición de relevancia:

- R'5. La explicación debe satisfacer el requisito de máxima especificidad.

Al hacer una valoración del modelo de cobertura legal, no podemos dejar de reconocer que el artículo de Hempel-Oppenheim de 1948 marca, como dice W.C. Salmon (1989, 10), "la división entre la prehistoria y la historia de las discusiones modernas sobre la explicación científica" contribuyendo activamente a la reflexión filosófica sobre el tema. Pero al mismo tiempo, aparecen también serias objeciones que ponen en grave aprieto la viabilidad del modelo y a buen seguro merman considerablemente la legitimidad científica del mismo.

Dichas objeciones afectan a las cuatro categorías de explicaciones científicas y a todas sus condiciones de adecuación. La mayoría suelen estar presentadas por sus

autores en forma de contraejemplos al modelo. Salmon (1989, 46-50, 58-60) y David-Hillel Ruben (1990, 183-195) recogen y analizan una gran variedad de estos contraejemplos ya famosos.

Siguiendo las cuatro categorías de la Tabla anterior estudiaré aquí casos correspondientes a cada una de ellas desde la perspectiva de la argumentación de la irrelevancia. La objeción de la irrelevancia consiste en presentar un ejemplo referente tanto a la explicación de hechos particulares como de regularidades que, a pesar de cumplir las condiciones generales de adecuación exigidas bien por el modelo N-D o bien por el E-I para una adecuada explicación científica, sin embargo sus premisas no son suficientes, es decir, son irrelevantes para dar cuenta del *explanandum*.

Comenzamos con la categoría [1] de la Tabla, ofreciendo un contraejemplo al modelo N-D en la explicación de un hecho particular ideado por P. Achinstein (1983, 168).

EXPLANANS $\left\{ \begin{array}{l} (1) \text{ Jones comió una libra de arsénico en el tiempo } t. \\ (2) \text{ Todo el que ingiere una libra de arsénico muere dentro del} \\ \text{plazo de 24 horas.} \end{array} \right.$

EXPLANANDUM (3) Por tanto, Jones murió dentro del plazo de 24 horas a partir de t .

Suponiendo que las premisas son verdaderas y que (2) es además una ley, entonces, de acuerdo con el modelo N-D, de la conjunción de (1) y (2) se debe deducir la conclusión (3). Y como todas las condiciones de adecuación del modelo N-D se satisfacen, el *explanans* explicaría correctamente el *explanandum*. Sin embargo, en este argumento no queda claro que (3) se haya seguido de (1) y (2), ya que Jones pudo haber muerto en el plazo de las 24 horas a partir de t por cualquier otra causa distinta del arsénico; por ejemplo, después de ingerir el arsénico, podría haber reflexionado y decidir coger su coche para ir urgentemente al hospital y sufrir un accidente mortal en el trayecto dentro del plazo de las 24 horas a partir de t . En ese caso, el *explanans* no explica correctamente el *explanandum*, pues la muerte de Jones se debió a un accidente y no a la ingestión de arsénico. Luego, la verdad de las premisas (1) y (2) no es suficiente a priori para explicar la verdad de (3).

Respecto a la categoría [2] de la Tabla, he aquí otro contraejemplo, debido esta vez a Ardon Lyon (1974, 247), que se refiere a la explicación de una regularidad empírica.

(1) Todos los metales son conductores de electricidad.

(2) Todo lo que conduce electricidad está sometido a la atracción gravitacional.

(3) Por tanto, todos los metales están sometidos a la atracción gravitacional.

Como indica Lyon, nadie estaría dispuesto en su sano juicio a aceptar que, en este argumento, aunque esté bien construido, la conjunción de las premisas (1) y (2) explique (3), pues tales premisas resultan irrelevantes para la verdad de (3), ya que los

metales no están sometidos a la atracción gravitatoria porque sean conductores de electricidad, sino que todos los cuerpos, sean o no conductores de electricidad, se encuentran dentro de un campo gravitatorio.

En cuanto a la explicación E-I para hechos particulares correspondiente a la [3] categoría de la Tabla, Salmon (1984, 92-94) ofrece dos argumentos donde se pone de manifiesto que el cumplimiento de los requisitos exigidos por Hempel para una correcta explicación E-I no constituyen una condición suficiente ni tampoco necesaria para una explicación estadística adecuada. Y es precisamente el requisito de la *alta probabilidad* que conecta el *explanans* con el *explanandum* lo que genera estas dificultades.

El primer ejemplo se basa en que se puede elaborar un argumento correcto que sostenga que las personas que tienen catarro se pueden curar con alta probabilidad en un plazo aproximado de 10 días, si toman vitamina C. Pero, como subraya Salmon (1984, 92), en este argumento no se puede poner el valor explicativo de la curación del catarro en el uso de la vitamina C, dado que casi todos los catarros se curan de forma natural y sin el recurso a la vitamina C en un plazo aproximado de 10 días. Al argumentar en favor de la vitamina C para la prevención y tratamiento de los catarros, como hizo de manera pionera Linus Pauling (1970) en su libro *Vitamin C and the Common Cold*, lo que se establece no es una argumentación que fundamente sus aseveraciones en el alto grado de probabilidad de evitar o curar rápidamente el catarro, sino que se trata más bien de poner el peso del argumento en el hecho de que muchas dosis de vitamina C aumentan la probabilidad de evitar o curar los catarros, es decir, que el uso de vitamina C es relevante para la curación, duración y severidad de los catarros. De este modo, un alto grado de probabilidad de curación, habiendo recurrido a la vitamina C, no contiene valor explicativo a dicha vitamina con respecto a la curación, y un aumento de la probabilidad de la curación indica que el uso de vitamina C, puede tener alguna fuerza explicativa. Con ello se muestra que, para una explicación estadística adecuada, no es una condición suficiente satisfacer los requisitos del modelo E-I.

El segundo ejemplo lo recoge y adapta Salmon (1984, 94) de la *Guía para buscadores de setas* de A.H. Smith (1958, 34, 185) donde se dice: "Hay especies de setas como la *Helvella infula* que son venenosas para algunas personas y comestibles para la mayoría, por tanto, no son recomendables. Hay otras como la *Chlorophyllum molybdites* que son venenosas para algunas personas, pero no para otras, por eso, a quienes no les afecte, las considerarán buenas, y a quienes les afecte, sufrirán desagradables molestias". De acuerdo con la información de la *Guía* de Smith, podemos elaborar un argumento donde se haga ver que el envenenamiento por las setas puede afectar solamente a un pequeño porcentaje de personas que han comido un tipo concreto de setas, pero en esos casos se explicará el envenenamiento precisamente por la ingestión de dicho tipo de setas. Con lo cual se muestra que el alto grado de probabilidad no constituye una condición necesaria para las explicaciones

estadísticas legítimas.

Por lo que respecta a la categoría [4] de la Tabla, debemos recordar que la explicación de cobertura legal presenta tres formas de explicación deductiva: la explicación de hechos particulares mediante la subsunción bajo leyes universales, la explicación de regularidades universales mediante la subsunción bajo leyes universales más generales, y la explicación de regularidades estadísticas por subsunción bajo leyes estadísticas más generales. Esta última forma de explicación es la denominada por Hempel el modelo E-I. Ahora bien, coincido con Salmón (1988, 97-98) en que dicho modelo es redundante del modelo N-D, porque en realidad para tratar las tres categorías (hechos particulares, regularidades universales y regularidades estadísticas) no se requiere ningún modelo distinto del N-D, teniendo en cuenta que en todas ellas se explica siempre un hecho, bien sea particular o general, mediante una deducción a partir de premisas que contienen esencialmente al menos una ley general.

El análisis de los ejemplos precedentes deja en una situación muy difícil la viabilidad del modelo de explicación de cobertura legal y, en el mejor de los casos, reduce en gran manera su valor y legitimidad explicativos, dado que ponen de manifiesto que dicho modelo queda abierto a contraejemplos. ¿Qué decir entonces de su fecundidad científica? Recogiendo la propuesta de Salmon (1989, 181), quisiera responder señalando que tanto Hempel como Oppenheim pretendieron elaborar un modelo de explicación formal de al menos un tipo de explicación científica y que los instrumentos por ellos empleados no resultaron fructíferos para manejar los problemas aparecidos en dicho ámbito; que extendieron equivocadamente el esquema deductivo de explicación a explicaciones probabilísticas de hechos particulares convirtiendo la explicación E-I en un modelo totalmente parasitario de la explicación N-D y expuesto permanentemente a continuos rechazos; que una mejora de la concepción deductivista de la naturaleza de la explicación científica requerirá primordialmente clarificar el concepto de ley de la naturaleza así como su papel y el de la causalidad en la explicación, y la verdad literal de las premisas; y, finalmente, que la búsqueda de un modelo más satisfactorio de explicación científica se debería emprender tendiendo la mirada hacia los mecanismos que realmente actúan en el mundo físico y teniendo presente que la naturaleza de la explicación científica no se expresa únicamente en inferencias a partir de leyes, ni en características causales, ni en formulaciones formales.

NOTAS:

- 1.- ACHINSTEIN, P. (1983), *The nature of explanation*, Oxford University Press, Oxford.
- 2.- CAMPBELL, N. (1957), *Foundations of science*, Dover, Nueva York.
- 3.- HEMPEL, Carl G. (1942), "The function of general laws in history", *Journal of Philosophy* 39, pp. 35-48. Reimpreso en Hempel (1965), pp. 233-246.
- 4.- HEMPEL, Carl G. (1959), "The logic of functional analysis", en Llewellyn Gross (ed.), *Symposium on Sociological Theory*, Harper & Row, Nueva York. pp. 271-307. Reimpreso en Hempel (1965), pp. 295-327.
- 5.- HEMPEL, Carl G. (1962), "Deductive-nomological vs. statistical explanation", en Herbert Feigl & Grover Maxwell (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 3, University of Minnesota Press, Minneapolis, pp. 98-169.
- 6.- HEMPEL, Carl G. (1962a), "Explanation in Science and in History", en Robert G. Colodny (ed.), *Frontiers in science and Philosophy*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, pp. 7-34.
- 7.- HEMPEL, Carl G. (1965), *Aspects of Scientific Explanation and other essays in the Philosophy of Science*, The Free Press, Nueva York. Trad. castellana: *La explicación científica. Estudios sobre la filosofía de la ciencia*, Paidós, Buenos Aires, 1979. [Los artículos contenidos en este libro se citan en el trabajo por esta edición].
- 8.- HEMPEL, Carl G. (1965a), "Aspects of scientific Explanation", en Hempel (1965), pp. 329-479.
- 9.- HEMPEL, Carl G. (1966), *Philosophy of natural science*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. Trad. castellana: *Filosofía de la Ciencia Natural*, Alianza Universidad, Madrid, 1973.
- 10.- HEMPEL, Carl G. (1968), "Lawlikeness and Maximal Specificity in Probabilistic Explanation", *Philosophy of Science*, 35, pp. 116-133.
- 11.- HEMPEL, Carl G. (1977) "Nachwort 1976: Neure Ideen zu den Problemen der statistischen Erklärung", en C.G. Hempel, *Aspekte wissenschaftlicher Erklärung*, Walter de Gruyter, Berlin/Nueva York, pp. 98-123.
- 12.- HEMPEL, Carl G. & OPPENHEIM, Paul (1948), *Philosophy of Science*, 15, p. 135-175. Reimpreso en Hempel (1965) con un Postscriptum añadido.
- 13.- HESSE, M. (1966), *Models and analogies in science*, Notre Dame University Press, Notre Dame.
- 14.- KITCHER, P. (1981), "Explanatory unification", *Philosophy of Science*, 48, pp. 507-531.
- 15.- LYON, A. (1974), "The relevance of wisdom's work for the philosophy of science: A study of the concept of scientific explanation", en Renford Bambrough (ed.), *Wisdom: Twelve Essays*, Balckwell, Oxford, 1974.
- 16.- MILL, John Stuart (1858), *A System of Logic*, Longman, Londres, 1970.
- 17.- RUBEN, David-Hillel (1990), *Explaining explanation*, Routledge, Londres.
- 18.- SALMON, W.C. (1970), Statistical explanation, en R. Colodny (ed.), *The nature and function of scientific theories*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh. 1970, pp. 173-231.
- 19.- SALMON, W.C. (1984) Scientific explanation and the causal structure of the world, en David-Hillel Ruben, *Explanation*, Oxford University Press, Oxford, 1993, pp. 78-112.
- 20.- SALMON W.C. (1988), Deductivism visited and revisited, en A. Grünbaum y W.C. Salmon, *The limitations of deductivism*, University of California Press, Berkeley, 1988, pp. 95-127.
- 21.- SALMON, W.C. (1989), Four Decades of Scientific Explanation, en Ph. Kitcher W.C. Salmon (eds.), *Scientific Explanation, Minnesota studies in the Philosophy of Science*, Vol. XIII, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1989, pp. 3-219.
- 22.- SMITH, A.H. (1958), *The mushroom hunter's guide*, University of Michigan Press, Ann Arbor.
- 23.- THAGARD, P. (1992), *Conceptual Revolutions*, Princeton University Press, Princeton.
- 24.- van FRAASSEN, B. (1980), *The scientific image*, Clarendon Press, Oxford.