

## Explicando la explicación\*

ANTONIO J. DIÉGUEZ<sup>#</sup>

**Resumen:** En el presente trabajo se analizan y evalúan los tres modelos principales que han sido propuestos para dar cuenta de la explicación científica: el modelo de explicación por cobertura legal, el modelo de la relevancia estadística (completado con el modelo mecánico/causal) y el modelo erotético. Estos modelos se han sucedido en un proceso de creciente refinamiento conceptual. Los dos últimos han surgido como respuesta a las dificultades en las que se veía envuelto el modelo de cobertura legal, y han conseguido resolver algunas de ellas, aunque han dado lugar a otras. Ninguno de ellos consigue, sin embargo, establecer las condiciones necesarias y suficientes para determinar cuándo estamos ante una explicación científica, pero tomados como idealizaciones no carecen de utilidad. **Palabras clave:** Explicación científica, modelo de cobertura legal, modelo de relevancia estadística, modelo erotético, causalidad.

**Abstract:** The three main models that have been proposed to account for scientific explanation are here analyzed and evaluated: the covering-law model, the statistical-relevance model (completed with the causal/mechanical model) and the erotetic model. These models follow each other in a process of increasing conceptual refinement. The last two have solved some of the problems that the covering-law model presented, but they have given rise to others. None of them achieves to establish the necessary and sufficient conditions to determine when we face a scientific explanation, but taken as idealizations, they do not lack utility.

**Key words:** Scientific explanation, covering-law model, statistical-relevance model, erotetic model, causality.

### 1. El concepto de explicación

De los temas clásicos en Filosofía de la Ciencia, el de la explicación científica es uno de los que más discusión, más literatura y más ejemplos pintorescos ha generado (W.C. Salmon [1990] recoge en su revisión de las cuatro últimas décadas una bibliografía sobre el tema con más de quinientos trabajos). Según una concepción ampliamente difundida, las ciencias empíricas tienen dos objetivos básicos —que, como veremos después, algunos consideran dos caras de la misma moneda. Estos objetivos son *explicar* los fenómenos que despiertan la curiosidad del ser humano y *predecir* nuevos fenómenos para, sobre todo, propiciar un control de los mismos. Es decir, las ciencias empíricas no se conforman con *descubrir* y *describir* lo que ocurre con una precisión cada vez mayor, sino que buscan también un conocimiento sistemático que englobe los fenómenos dispersos

\* Este trabajo tuvo su origen en una conferencia pronunciada en la Universidad de Murcia el 1 de febrero de 1993 para el curso de doctorado «Aspectos metodológicos de la Investigación Científica», dirigido por el profesor Wenceslao González.

\*\* Dirección para correspondencia: Antonio J. Diéguez Lucena, Depto. de Filosofía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Málaga, 29071, Málaga.

y permita encontrar casos similares no observados con anterioridad. Curiosamente, en muchas ocasiones se oye o se lee que la ciencia sólo debe interesarse acerca del *cómo* y no acerca del *por qué* de los fenómenos. Sin embargo, esta vieja máxima positivista encierra una grave incompreensión del papel de la ciencia. Cuando fue propuesta sólo quería decir que la ciencia debe desentenderse de las causas últimas o metafísicas —como la causa de la gravedad en la mecánica de Newton— y no que la ciencia deba abandonar toda búsqueda de leyes causales y convertirse en un memorándum de observaciones recogidas en leyes empíricas.<sup>1</sup>

Explicar significa etimológicamente extender, desenvolver, desplegar. En su acepción corriente se entiende que explicar un hecho es aclarar por qué se produjo, lo que, por lo general, consiste en señalar la causa del hecho; aunque también puede consistir en otras cosas, como dar más detalles sobre el mismo, por ejemplo. El resultado de la explicación debe ser siempre una comprensión mejor del hecho. Esto se consigue mediante su incorporación al cuerpo de conocimientos previos a través de ciertos lazos que lo muestran como algo racionalmente aceptable dado ese mismo cuerpo de conocimientos y las circunstancias que concurrieron en el caso.

La explicación científica no es algo radicalmente distinto de la explicación ordinaria; no obstante, en virtud del mayor rigor del discurso científico, la explicación científica es más específica y ha de cumplir condiciones más estrictas que la explicación ordinaria. No debe extrañar por ello si ciertas características propias de la explicación científica no son compartidas por cualquiera otra modalidad de explicación en contextos extracientíficos. Lo que pueda decirse acerca de explicar científicamente un hecho no tiene por qué ser aplicable a explicar el significado de un poema o explicarle a alguien que no habla nuestro idioma que se nos ha roto el radiador del coche. En lo que sigue nos ceñimos a la explicación científica exclusivamente, si bien algunas cosas sean generalizables a otras explicaciones.

## 2. Modelos generales de explicación científica

La tarea que ha interesado a los filósofos de la ciencia ha sido la de buscar una estructura común a la diversidad de tipos de explicación en la ciencia, y para ello han formulado diferentes modelos de explicación. Por razón de espacio y en aras de la claridad expositiva analizaremos sólo los tres principales.

### 2.1. Modelo de explicación por cobertura legal

El primer modelo general de explicación que se ensayó y el que más influencia ha tenido fue el modelo por cobertura legal (*covering law model*). Aunque se pueden encontrar antecedentes clásicos (e.g. Aristóteles), los que lo propusieron inicialmente fueron J.S. Mill [1843], N.R. Campbell [1920] y K.R. Popper [1934] y los que lo desarrollaron fueron C.G. Hempel y P. Oppenheim [1948]. Para dicho modelo explicar un fenómeno es proporcionar un argumento en el que el

1 John Stuart Mill advirtió ya claramente del error que suponía desterrar de la ciencia la idea de causa, tal como había hecho Comte. Para Mill, como después para los neopositivistas, la causación es un cierto tipo de relación constante de sucesión formulable en leyes, y no debe ser arrojada por la borda junto con las causas entendidas como principios del ser al modo de la metafísica tradicional. Kuhn [1977] describe lo sucedido como la sustitución de un concepto estrecho de causa entendida como un agente activo por un concepto amplio para el que la causa de un fenómeno es aquello que explica su ocurrencia.

fenómeno en cuestión aparezca como conclusión de unas premisas que incluyan de manera implícita o explícita al menos una ley general —de ahí el nombre del modelo. En otras palabras: «La pregunta ‘¿por qué sucede el fenómeno?’ deberá interpretarse como ‘¿De acuerdo con qué leyes generales y condiciones antecedentes se produce el fenómeno?’» (Hempel [1965/1979], p. 248). De modo similar, si lo que se trata de explicar es una ley en lugar de un fenómeno aislado (las leyes de Kepler o la ley de Galileo sobre la caída de los graves, pongamos por caso), el procedimiento a seguir es subsumirla bajo una ley más general (leyes newtonianas de la mecánica, por ejemplo).

Cuando es posible *deducir* el fenómeno a partir de la *ley* (o una ley a partir de otra ley más general) este tipo de explicación recibe el nombre de **explicación deductivo-nomológica** (abreviadamente D-N), pero como no siempre es posible esto, hay, según veremos a continuación, otros tipos de explicación pertenecientes también al modelo de cobertura legal.

De acuerdo con la presentación de Hempel, una explicación deductivo-nomológica consta de dos partes: el *explanandum* o enunciado descriptivo del fenómeno que se desea explicar y el *explanans* o enunciados a partir de los cuales se deriva el *explanandum* como conclusión. El *explanans* está a su vez formado por una o varias leyes generales ( $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ ) y por enunciados que describen las condiciones iniciales cuya concurrencia provoca la aparición del fenómeno ( $C_1, C_2, C_3, \dots, C_k$ ). El esquema de este modo de explicación sería el siguiente:

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$	
$C_1, C_2, C_3, \dots, C_k$	Enunciados <i>explanantes</i>
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	
E	Enunciado <i>explanandum</i>

La explicación deductivo-nomológica cumple dos requisitos que Hempel cree imprescindibles en cualquier explicación científica: el requisito de la *relevancia explicativa* (*explanatory relevance*) y el requisito de la *contrastabilidad* (*testability*).<sup>2</sup> El primero exige que la información aducida proporcione una buena base para creer (*good grounds for believing*) que el fenómeno a explicar tuvo o ha de tener lugar; el segundo pide que los enunciados que componen la explicación sean empíricamente contrastables. La explicación deductivo-nomológica cumple el primer requisito con creces, toda vez que el *explanans* ofrece el fundamento lógico más fuerte posible para concluir el *explanandum*, a saber, lo implica deductivamente. Por lo tanto, aceptada de hecho la información contenida en el *explanans*, ha de concluirse por necesidad el acaecimiento del fenómeno en cuestión. El segundo requisito es también satisfecho, pues el *explanans* implica que el fenómeno ha de

2 En [1948] Hempel y Oppenheim habían establecido tres requisitos lógicos para la explicación, a los que en [1965] Hempel añadió un cuarto de carácter empírico. Estos requisitos, de forma resumida, son:

(R1) El *explanandum* debe ser consecuencia lógica del *explanans*.

(R2) El *explanans* debe contener leyes generales exigidas realmente para la derivación del *explanandum*.

(R3) El *explanans* debe ser contrastable mediante experimento u observación.

(R4) Las oraciones que constituyen el *explanans* han de ser verdaderas.

(R1) y (R2) equivaldrían a lo que en [1966] Hempel llama requisito de la relevancia explicativa, y (R3), al requisito de la contrastabilidad. (R4) caracteriza a la *explicaciones verdaderas* o correctas. La omisión de éste último nos deja sólo con *explicaciones potenciales*. En ellas se cumplen los tres requisitos lógicos pero no se sabe aún si el *explanans* será verdadero y dará lugar a una explicación correcta. Este cuarto requisito resulta bastante sorprendente por su extremada exigencia, y su aceptación conduce a consecuencias extrañas. Si no se puede hablar de explicaciones correctas hasta estar seguros de la verdad de sus premisas y, dado que es imposible establecer la verdad definitiva de una ley general como las que han de formar parte de las premisas según (R2), nunca estaremos autorizados para hablar de explicaciones correctas.

producirse bajo ciertas condiciones, y eso es perfectamente contrastable. Si en tales condiciones el fenómeno no se produce, la explicación habrá quedado invalidada por la experiencia. En realidad, según Hempel, toda explicación que cumpla el requisito de la relevancia cumple también el de la contrastabilidad, aunque no a la inversa.

En cuanto a las leyes que forman parte de las explicaciones deductivo-nomológicas, habrán de ser enunciados universales *verdaderos* de la forma: 'En todos los casos en que están dadas las condiciones de tipo F, se dan también las condiciones de tipo G'. Pero eso sólo no basta. No todo enunciado universal verdadero es una ley científica. Para serlo es necesario además que sirva para justificar los llamados 'enunciados condicionales contrafácticos' o también los 'enunciados condicionales subjuntivos'.

En efecto, la mayor parte de los enunciados universales que el ser humano formula normalmente son meras generalizaciones empíricas acerca de situaciones accidentales concretas, como, por ejemplo, 'todos los cuervos son negros', 'todos los planetas del Sistema Solar miden más de 2.500 Km. de diámetro' o 'todos los alumnos del curso B son rubios'. Ninguno de estos enunciados proporciona por sí mismo justificación suficiente para establecer con seguridad los enunciados condicionales: 'si  $x$  fuera un cuervo, entonces sería negro', 'si  $y$  fuera un planeta del Sistema Solar, entonces mediría más de 2.500 Km. de diámetro', o 'si  $z$  fuera un alumno del curso B, entonces sería rubio', donde o bien se sabe positivamente que  $x$  no es un cuervo,  $y$  no es un planeta del Sistema Solar y  $z$  no es un alumno de la clase B (condicional contrafáctico), o bien no se sabe nada de esto (condicional subjuntivo). Los enunciados universales citados podrían ser verdaderos y, sin embargo, eso no nos asegura que lo sean también los correspondientes condicionales contrafácticos o subjuntivos.

Hay, en cambio, otros enunciados universales, como 'todo cuerpo ejerce sobre otro una fuerza de atracción directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa' o 'todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del fluido que desaloja', que mantienen una relación muy distinta con sus respectivos enunciados condicionales. Una vez que esos enunciados universales son admitidos como verdaderos, quedan inmediatamente justificados estos otros: 'si  $x$  fuera un cuerpo situado a cierta distancia de otro, entonces ejercería sobre éste una fuerza de atracción directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia' y 'si  $y$  fuera un cuerpo sumergido en un fluido, entonces experimentaría un empuje hacia arriba igual al peso del fluido que desaloja'. Basta con que los primeros sean verdaderos para que se concluya la verdad de los segundos, o, lo que es igual, las razones que hay para sustentar la verdad de los primeros son las mismas que para sustentar la verdad de los segundos. A esta clase de enunciados universales es a la que pertenecen las leyes científicas.

Una de las características más notables que se atribuye a la explicación deductivo-nomológica es que su estructura lógica es la misma que la de la predicción en las ciencias, con la única salvedad del orden en el procedimiento. En la explicación tenemos el *explanandum* (fenómeno concreto) y buscamos el *explanans* conveniente (leyes y condiciones iniciales); en la predicción tenemos las leyes y las condiciones iniciales y buscamos un fenómeno futuro que se siga de ellas. Se afirma así que *tenemos una explicación de un fenómeno si y sólo si lo hubiésemos podido predecir*. El mismo argumento que nos sirve para explicar el fenómeno una vez que sabemos que éste se ha producido nos habría permitido predecirlo antes de que se produjera. La diferencia entre explicar y predecir es únicamente pragmática, se reduce al momento en que se formula el argumento: si se formula antes de conocer el fenómeno, predecimos, si se formula después, explicamos.

Por otra parte, Hempel estima que la explicación deductivo-nomológica proporciona una aclaración del concepto de causa y de explicación causal. Según Hempel, por 'causa' debe entenderse el «conjunto más o menos complejo de circunstancias y hechos que podría describirse por un conjunto de enunciados  $C_1, C_2, \dots, C_k$ » ([1965/1979], p. 344). A su vez, por explicación causal debe entenderse la que «afirma implícitamente que hay leyes generales, digamos  $L_1, L_2, \dots, L_r$ , en virtud de las cuales la aparición de los antecedentes causales mencionados en  $C_1, C_2, \dots, C_k$  es una condición suficiente para la aparición del hecho señalado en el explanandum.» (*Ibidem*). Así pues, toda explicación causal no es más que una explicación deductivo-nomológica más o menos disimulada e incompleta. Pero lo contrario no sucede: no toda explicación deductivo-nomológica es una explicación causal. Dijimos que además de los hechos particulares también las leyes pueden ser explicadas deductivo-nomológicamente siendo subsumidas por leyes más generales; en este caso carecería de sentido afirmar que una ley es la causa de otra; que, por ejemplo, las leyes de la mecánica de Newton son la causa de las leyes de Kepler. Por otra parte, hay explicaciones D-N de hechos singulares que no son explicaciones causales. Cuando se explica el hecho de que un péndulo tarde dos segundos en cada oscilación diciendo que su longitud es de 100 centímetros y que el período  $t$  de un péndulo está relacionado con su longitud  $l$  por la ley  $t = 2\pi\sqrt{l/g}$ , donde  $g$  es la aceleración de la gravedad, no parece muy correcto concluir que la longitud de 100 cm. sea la causa del período de 2 segundos (nótese que si se hiciera esto, sería igualmente posible concluir que la causa de que mida 100 cm. es que tiene un periodo de 2 segundos, puesto que la ley expresa una coexistencia de fenómenos y no una sucesión). Para que una explicación D-N sea causal, las leyes del *explanans* deben expresar una sucesión entre dos tipos de fenómenos.

Por razones fácilmente apreciables la explicación deductivo-nomológica no es aplicable en muchos ámbitos de las ciencias, especialmente en la biología y en las ciencias humanas y sociales. Son raras las ocasiones en las que logramos obtener dentro de tales ciencias leyes universales como las anteriormente citadas, es decir, leyes que expresen una conexión permanente y sin excepciones entre los hechos. La mayor parte de las leyes que encontramos en ellas son *leyes probabilísticas*, o sea, leyes que expresan una conexión *probable* entre los hechos. Se dirá quizás que todas las leyes científicas son meramente probables, ya que los datos sobre los que se apoya su afirmación son siempre limitados y no llegan a conferirles más que una probabilidad mayor o menor. Pero esta consideración no elimina la distinción entre los dos tipos de leyes. Es verdad que toda ley empírica sólo puede contar con un cierto apoyo en los hechos y no con una fundamentación plena y demostrativa, sin embargo eso no impide que las leyes adopten unas veces la forma de enunciados universales y otras no consigan más que una forma probabilística. Puede darse el caso de que el fundamento empírico que tengamos para afirmar que 'todo A es B' no sea más sólido ni más amplio que el que nos lleve a sostener que 'la probabilidad de que en las condiciones C se produzca el resultado F es  $x$ ', pero esa es una cuestión que únicamente afecta a la seguridad con que pueden ser admitidas esas leyes en razón de nuestro conocimiento de ellas, no a su forma lógica.

Cuando, por las razones que sea, sólo se dispone de leyes probabilísticas o estadísticas, las explicaciones resultantes no serán ya deductivo-nomológicas, porque el apoyo que el *explanans* proporciona al *explanandum* carecerá de la fuerza necesaria para ello. Hempel denomina a este tipo de explicaciones '**explicaciones probabilísticas**' o también '**explicaciones inductivo-estadísticas**' (abreviadamente I-S).<sup>3</sup> Las diferencias básicas que este modelo presenta con respecto a la explicación D-N son dos: en primer lugar, los enunciados legaliformes contenidos en el *explanans* son, como

3 Hempel habla también de explicaciones deductivo-estadísticas. Estas se dan cuando una ley estadística es explicada por (derivada de) otras leyes estadísticas más generales. Por su menor importancia no las tratamos aquí.

decimos, leyes probabilísticas en vez de enunciados universales, y, en segundo lugar, como consecuencia de ello, los enunciados del *explanans* no implican deductivamente al *explanandum*, sino que lo apoyan inductivamente. Este carácter inductivo de la explicación probabilística opera un efecto importante sobre su capacidad para predecir eventos futuros. Una explicación de este tipo se reduce a predecir un fenómeno dentro de los límites de una probabilidad dada, es decir, efectúa una 'predicción racional', pero no una predicción científica en sentido técnico. Por eso, la no aparición del fenómeno predicho no conduce necesariamente al rechazo de la ley. El esquema de una explicación probabilística sería como sigue:

$$\frac{\begin{array}{l} p(G,F) = r \\ i \text{ es un caso de } F \end{array}}{\hline \hline i \text{ es un caso de } G} \quad [r]$$

El primer enunciado del *explanans* es la ley probabilística y significa que en una larga serie de ocurrencias de *F*, la proporción de casos que han dado como resultado *G* es igual a *r*, donde *r* es un número comprendido entre 0 y 1.<sup>4</sup> Obsérvese que en este esquema la línea que separa el *explanans* del *explanandum* es doble y lleva junto a ella el número *r* encerrado entre corchetes. Ese es el modo de simbolizar que la relación entre ambos no es deductiva, sino inductiva, y que el grado de probabilidad que los enunciados *explanantes* prestan al *explanandum* es precisamente *r*. Es de suponer además que para que la explicación sea válida *r* debe ser mayor de 0,5, y cuanto más cercano a 1 mejor.<sup>5</sup> Valga como ilustración este ejemplo:<sup>6</sup>

La probabilidad de que sane un individuo que sufre una infección por estreptococos y es tratado con penicilina es de 0,8.

Juan sufrió una infección por estreptococos y fue tratado con penicilina.

---

Juan sanó. [0,8]

Hay una diferencia adicional entre las explicaciones I-S y las D-N que surge del carácter probabilístico de las primeras. Las explicaciones I-S adolecen de cierta *ambigüedad epistémica* que no se presenta en las explicaciones D-N. Imaginemos, por seguir con el ejemplo, que Juan sufrió una infección por una cepa de estreptococos resistentes a la penicilina, o bien que Juan es un octogenario de corazón débil. En tales circunstancias, la probabilidad de que un individuo sane si es

4 Esta interpretación corresponde al concepto de *probabilidad estadística*, el cual debe ser diferenciado del de *probabilidad inductiva o lógica*. La probabilidad inductiva viene definida por el enunciado  $c(H,K) = r$ , el cual afirma que la hipótesis *H* es corroborada en grado *r* por los hechos que enuncia *K*.

5 En la posdata de 1976 a la traducción alemana de su [1965], Hempel sostiene que él nunca interpretó que fuera necesaria una alta probabilidad para que hubiera explicación I-S. Sin embargo, como ha señalado Salmon [1984], si se abandona esta interpretación resulta difícil mantener en pie el modelo de explicación por cobertura legal.

6 Este ejemplo fue propuesto por Hempel hace varias décadas, en la actualidad hay muchas cepas de estreptococos que se han vuelto resistentes a la penicilina y la probabilidad de recuperación sería mucho menor.

tratado con penicilina es muy baja, y, por tanto, la probabilidad de que *no* sane es muy alta (pongamos 0,8). De ello resulta el siguiente razonamiento explicativo:

La probabilidad de que *no* sane un individuo que sufre una infección por estreptococos resistentes a la penicilina y es tratado con penicilina es de 0,8.

Juan sufrió una infección por estreptococos resistentes a la penicilina y fue tratado con penicilina.

[0,8]

---

Juan *no* sanó.

Lo paradójico en todo esto es que en ambos casos las premisas son aceptadas como verdaderas y, sin embargo, dan como casi seguras conclusiones que son contradictorias. Esto es algo que no podría ocurrir en la explicación D-N, pues en un razonamiento deductivo si las premisas se aceptan como verdaderas, la conclusión es también verdadera y su negación falsa, y no cabe derivar este enunciado falso de otras premisas aceptadas a su vez como verdaderas. En otras palabras, mientras que a partir de premisas que contengan leyes estadísticas aceptadas como verdaderas es posible atribuir una alta probabilidad a dos conclusiones contradictorias, no es posible *deducir* enunciados contradictorios a partir de premisas verdaderas.<sup>7</sup>

Para solventar esta dificultad Hempel propone el requisito de la *máxima especificación*. No es un requisito formal que deban cumplir las explicaciones I-S, se trata más bien de un requisito para su aplicación en una determinada «situación cognoscitiva». Según dicho requisito, «sería deseable que una explicación aceptable se basara en un enunciado de probabilidad estadística perteneciente a la más restringida clase de referencia de la cual sea miembro el hecho particular en consideración, según nuestra información total.» (Hempel [1965\1979], p. 391). En el ejemplo que nos ocupa, si además de saber que Juan sufrió una infección por estreptococos, sabemos que la cepa que lo infectó es resistente a la penicilina, deberíamos incluir esta información en los razonamientos explicativos en los que fuera relevante, ya que hace que Juan pertenezca a una clase de referencia más restringida que la de los simples infectados por estreptococos, y las generalizaciones estadísticas que se hagan sobre esta clase restringida podrían ser diferentes de las que se hicieran sobre la clase más amplia de los infectados comunes. Una vez aceptado este requisito estamos en condiciones de rechazar el primero de los dos razonamientos explicativos sobre Juan, pues no recoge *toda* la información relevante disponible.<sup>8</sup> En resumen, la explicación I-S ha de estar siempre referida a una determinada situación cognoscitiva —es lo que Hempel llama *relatividad epistémica de la explicación estadística*—, mientras que en las explicaciones D-N el *explanans* implica el *explanandum* independientemente de lo que sepamos en cada momento, y su aceptabilidad depende sólo de

7 Expresándolo con más precisión, la ambigüedad epistémica de la explicación I-S se basa en el hecho de que en la lógica deductiva se pueden añadir nuevos términos al antecedente de una implicación sin que ello perturbe su validez, pero no sucede lo mismo en la lógica inductiva. Si A implica B, entonces la conjunción de A y C implica B. Sin embargo, por alta que sea la probabilidad de B dado A, eso no tiene ninguna influencia sobre la probabilidad de B dados A y C juntos. Tampoco el condicional de lenguaje natural sigue la citada ley de la implicación deductiva.

8 En la explicación D-N el requisito de la máxima especificación es satisfecho necesariamente, ya que están basadas en leyes universales del tipo 'todo A es B', y si todo A es B, no puede haber un subconjunto de A en el que la probabilidad de B sea distinta de 1. Toda la información relevante en una explicación D-N está incluida en las premisas.

la verdad de sus premisas, aunque, por supuesto, podamos equivocarnos al tomar por verdadera una explicación D-N que una información posterior muestre falsa en realidad.

No obstante, a pesar de las diferencias, la explicación I-S conserva grandes similitudes con la explicación D-N. El rasgo más sobresaliente que comparten es el objetivo final de subsumir (deductiva o inductivamente) un fenómeno bajo una ley (universal o estadística). Por esa razón ambos tipos de explicación caen bajo el apelativo de 'modelo general de explicación por cobertura legal'.<sup>9</sup> Wesley C. Salmon ([1984], p. 29) resume así las características de este modelo comunes a la explicación D-N y a la I-S:

1. La explicación es un argumento con una forma lógica correcta (deductiva o inductiva).
2. Al menos una de las premisas tiene que ser una ley (universal o estadística).
3. Las premisas tienen que ser verdaderas, y
4. La explicación tiene que satisfacer el requisito de la máxima especificación.

El modelo que acabamos de exponer fue propuesto por sus defensores como un ideal lógico mejor o peor encarnado por las explicaciones formuladas normalmente en la ciencia. Sería vano esperar que cualquier explicación científica venga estructurada exactamente en las formas descritas. Es muy frecuente, por ejemplo, encontrar *explicaciones elípticas* en las que se dan por supuestas ciertas leyes y no se las menciona en el *explanans*, e incluso *explicaciones parciales o esbozos de explicación*, que se encuentran lejos de las explicaciones completas en cuanto a su rigor y elaboración. Pero en todos los casos —según Hempel— se presupone el carácter subsumible del *explanandum* bajo una ley.

## 2.2. Críticas al modelo de explicación por cobertura legal

Las críticas que se han formulado contra el modelo de explicación por cobertura legal han estado centradas especialmente en el primero de los requisitos que Hempel exigía a toda explicación: el requisito de la relevancia explicativa. Recordemos que éste pedía que la información explicativa aducida proporcione una buena base para creer que el fenómeno ha ocurrido u ocurrirá.

Para empezar, hay quien niega que dar una buena base para creer en la ocurrencia de algo signifique siempre explicar ese algo. Esto es particularmente claro en los casos de asimetría explicativa, cuando tenemos dos enunciados equivalentes uno de los cuales sirve para explicar el otro pero no al contrario. Usando un ejemplo anterior, el tener una longitud de 100 cm. (junto con la ley que relaciona el período con la longitud de un péndulo) explica por qué el período del péndulo es de 2 seg.; pero tener un período de 2 seg. no explica por qué el péndulo mide 100 cm. Ahora bien, ambos enunciados proporcionan una buena base para creer en el otro. Por consiguiente, tener un período de 2 seg. proporciona una buena base para creer que la longitud del péndulo es de 100 cm., pero no «explica» esa longitud (cf. Bromberger [1966]).

Como se ve, esta crítica afecta a la tesis de la identidad estructural entre explicación y predic-

9 Algunos, como von Wright, insisten no obstante en las diferencias. En su [1971/1979], escribe: «Los dos modelos son mucho más dispares de lo que a menudo se piensa. Un contenido primordial del modelo nomológico-deductivo es el de explicar por qué unas determinadas cosas han tenido lugar. De modo que, en segundo término, también nos indica por qué habrían de esperarse tales cosas. Bien podían haberse esperado por cuanto que tenían que ocurrir. Con el modelo probabilístico-inductivo se invierten los papeles. Explica en primer lugar por qué se había de esperar (o no) lo ocurrido. Sólo en un segundo término procede a explicar el por qué de lo ocurrido, a saber «debido a» su alta probabilidad. Considero preferible, en cualquier caso, decir simplemente que el modelo probabilístico-inductivo justifica determinadas expectativas y predicciones, en vez de decir que explica lo que ocurre.» (p. 34)

ción, pues implica que hay ocasiones en las que podemos predecir fenómenos para los que no tenemos una explicación. A este respecto I. Scheffler [1957] y [1963] y M. Scriven [1959] señalaron que una predicción científica podría basarse en un conjunto de datos sin necesidad de recurrir a ninguna ley, careciendo, por tanto, de capacidad explicativa. Pongamos por caso que después de muchos ensayos con diferentes metales comprobamos que la resistencia eléctrica de todos ellos aumenta conforme aumenta la temperatura. A partir de ahí es posible predecir que el aumento de la temperatura de un metal no analizado aún comportará un aumento de su resistencia eléctrica, y ello sin utilizar ninguna ley científica.

Quizás una respuesta a esta crítica sería hacer notar que para Hempel el requisito de la relevancia explicativa es una condición necesaria, pero no suficiente, de la explicación científica. Y, efectivamente, él mismo cita un ejemplo para mostrar cómo puede darse una buena base para creer algo sin que se esté dando al mismo tiempo una explicación: el corrimiento hacia la parte roja del espectro luminoso que experimenta la luz procedente de las galaxias lejanas proporciona una buena base para creer que esas galaxias se alejan velozmente de nosotros, sin embargo no explica por qué se alejan. Pero, aún aceptando esta precisión, quedaría todavía por aclarar por qué en algunas ocasiones en las que aportamos una buena base para creer que algo ha ocurrido u ocurrirá estamos explicando y en otras ocasiones no lo estamos haciendo.

Una segunda crítica planteada, inversa de la anterior, es que no toda explicación proporciona una buena base para creer que algo sucederá, o lo que es igual, que no toda explicación es potencialmente una predicción. Scriven [1962] ha destacado que a veces un hecho X queda adecuadamente explicado si se encuentra para él una respuesta del tipo 'la única causa de X es A', y a pesar de ello esta respuesta no siempre habría permitido una predicción del hecho si éste no hubiese sido conocido. Así, sabemos que la única causa de la paresia (cierto tipo leve de parálisis) es la sífilis no tratada, por lo que podemos explicar que alguien la padezca señalando que sufrió de sífilis y no recibió tratamiento. Pero sucede que sólo un porcentaje reducido de sifilíticos no tratados la manifiestan, de modo que no es posible predecir que un sifilítico determinado la desarrollará. Más bien la predicción que correspondería hacer es que no la desarrollará, puesto que las probabilidades de que no la desarrolle son mayores. Sobre este mismo punto, Toulmin [1961] aduce que la teoría de Darwin posee un gran poder explicativo que le permite explicar el origen de las especies por la variación y la selección natural, pero dicha teoría no proporciona ningún instrumento para predecir la aparición de una nueva especie.

Hempel tiene respuesta para estos dos ejemplos. Con respecto al primero, afirma que justamente por ser la paresia una secuela muy rara de la sífilis, la infección sifilítica no tratada no puede ser por sí sola una explicación adecuada de ella, contra lo que Scriven piensa. La sífilis es una condición necesaria para desarrollar la paresia, no una condición suficiente. Y «una condición que es únicamente necesaria para la producción de un hecho, en general no lo explica» ([1965/1979], p. 364); sería algo así como explicar que un hombre ganó la lotería diciendo que había comprado antes un décimo. En cuanto a la objeción de Toulmin, Hempel intenta eliminarla distinguiendo entre la *historia* de la evolución y la *teoría* de los mecanismos subyacentes de la mutación y la selección natural. La historia de la evolución es una narración hipotética que *describe* las etapas evolutivas y, por lo tanto, no tiene un carácter explicativo. La teoría de la selección natural, en cambio, sí lo tiene. Hempel considera que si dispusiéramos de los datos pertinentes, dicha teoría podría explicar, por ejemplo, por qué desaparecieron los dinosaurios, aunque fuera de forma probabilística, y eso significa que ¡hubiéramos podido predecir su desaparición (probabilísticamente) antes de que ésta se produjera!

No parece, sin embargo, que esta respuesta de Hempel sea suficiente. Como dice van Fraassen, en ella se presupone que, al menos en el nivel macroscópico, vivimos en un mundo determinista y que descubriendo todos los factores que desconocemos tanto la paisesia como la desaparición de los dinosaurios habrían podido ser predichos con cierta seguridad. Pero existen casos en los que no cabe pensar que haya una información más completa que nos permita hacer una predicción. La vida media del uranio  $U^{238}$  es de  $4,5 \cdot 10^9$  años. La probabilidad de que un trozo pequeño de uranio emita radiación en un intervalo corto de tiempo es muy baja. Supongamos, no obstante, que la emite. Diríamos que ese hecho —que hubiésemos sido incapaces de predecir— es explicado por la teoría atómica, dado que el material era uranio y que, según la mencionada teoría, ese material posee una determinada estructura atómica que hace posible la desintegración espontánea. La física atómica está llena de ejemplos en los que un fenómeno con una probabilidad muy baja es explicado en términos de la estructura atómica de los materiales (cf. van Fraassen [1980], p. 105).

Por su parte, Salmon [1971], [1984] y [1990] ha señalado que el requisito de la máxima especificación para las explicaciones I-S es insuficiente porque, si bien garantiza que *toda* la información relevante sea incluida en la explicación, no asegura que *sólo* se incluya información relevante. Puede haber argumentos que cumplan el requisito y proporcionen un alto grado de probabilidad a su conclusión y, sin embargo, no den lugar a una explicación científica satisfactoria. Supongamos, por ejemplo, que se nos dice que las personas que cogen un resfriado tienen una alta probabilidad de recobrase en una quincena si toman vitamina C. Ahora bien, el uso de la vitamina C no explica la curación del resfriado puesto que casi todos los resfriados desaparecen por sí solos en dos semanas. En todo caso podría decirse meramente que el uso de la vitamina C es relevante para la duración y severidad del mismo.

En la explicación D-N aparece un problema similar en la medida en que también en ella una información relevante puede proporcionar una buena base para creer algo y no ser una explicación de ese algo. Salmon lo ilustra con el siguiente ejemplo: Juan evitó quedarse embarazado durante el año pasado porque estuvo tomando regularmente las píldoras anticonceptivas de su esposa, y todo hombre que toma píldoras anticonceptivas evita el embarazo. Aquí se cumplen todos los requisitos de la explicación D-N, incluido el de la relevancia, tal y como Hempel lo formula, ya que el *explanans* está formado por enunciados verdaderos que implican deductivamente el *explanandum*, proporcionando, por tanto, una buena base para creer que el *explanandum* ha sucedido. Sin embargo, la información aducida es realmente irrelevante, porque Juan no se habría quedado embarazado de todas maneras. Salmon cree que el requisito de la relevancia debería hacer honor a su nombre y exigir que el *explanans* proporcione una base buena y relevante para el *explanandum*, es decir, que incluya *toda* la información relevante y *sólo* información relevante para el mismo. Precisamente, el modelo de explicación que Salmon elabora intenta evitar este tipo de problemas.

Todavía es posible sacar de lo dicho una conclusión adicional. Del ejemplo de la paisesia citado por Scriven se sigue que una alta probabilidad no es una condición necesaria para tener una explicación científica legítima. Del ejemplo de la vitamina C citado por Salmon se sigue que una alta probabilidad no es una condición suficiente para tener una explicación científica legítima. La conclusión es obvia: una alta probabilidad del *explanandum* dado el *explanans* no es una condición necesaria ni suficiente para la explicación estadística. Por ello Salmon sustituye este requisito por el de la relevancia estadística (cf. Salmon [1984], p. 32).

### 2.3. Modelo de la relevancia estadística

El modelo de la relevancia estadística (*statistical-relevance model*, abreviadamente S-R) fue propuesto por Salmon [1971] como intento de superar las deficiencias que el modelo de explicación por cobertura legal presentaba en los referente sobre todo a la explicación I-S. Aunque está muy ligado al modelo de Hempel —también es un modelo de cobertura legal, ya que el *explanans* está formado por leyes (estadísticas)— difiere de él en aspectos importantes. Ante todo, para Salmon, la explicación no es (o no es siempre) un argumento, sino un conjunto de enunciados, o, más precisamente, un conjunto de factores estadísticamente relevantes.<sup>10</sup> Se establece que un factor *C* es estadísticamente relevante para un fenómeno *B* bajo las circunstancias *A* si y sólo si la probabilidad de *B* dado *A* es distinta en la presencia de *C* que en su ausencia:

$$P(B/A \cdot C) \neq P(B/A)$$

Según el criterio de Hempel  $P(B/A \cdot C)$  debía ser alta para que la explicación fuese válida. Pero ejemplos como el de la parestesia mostraban que este requisito era muy fuerte y que con una probabilidad baja cabía también hablar de explicación. El modelo de Salmon recoge esta crítica al no exigir siquiera que la probabilidad de *B* dado *A* en presencia de *C* sea mayor que la probabilidad de *B* dado *A*, sólo que sea significativamente distinta. Se comprende entonces por qué para Salmon las explicaciones no son argumentos. Al abandonarse el requisito de la alta probabilidad, el *explanans* no permite inferir, aunque sea probablemente, que el suceso ocurrió y, por tanto, que debía esperarse. Únicamente permite establecer «qué clase de expectativas habrían sido razonables y bajo qué circunstancias debía esperarse» ([1971], p. 79).

Como para que la probabilidad del suceso en presencia de *C* sea distinta que en su ausencia tiene que ocurrir que o bien sea mayor o bien que sea menor, eso significa que habrá factores *positivamente relevantes* y factores *negativamente relevantes* para el fenómeno, y que ambos serán explicativos con el mismo derecho. No hay problema en entender por qué los factores positivamente relevantes sirven para explicar un fenómeno. Fumar treinta cigarrillos diarios es positivamente relevante para sufrir un cáncer de pulmón, luego en la explicación del cáncer de pulmón desarrollado por un individuo es lógico que aparezca como factor el hecho de que era un gran fumador. Más difícil resulta entender cómo los factores negativamente relevantes —los que bajan la probabilidad de la ocurrencia de un evento— pueden servir para explicar. De nuevo un ejemplo nos lo aclara. Supongamos que un jugador novato de golf golpea una bola con el palo dándole una trayectoria desviada, pero, por un feliz accidente, la bola rebota en una rama y se introduce inesperadamente en el agujero. Sea *A* el golpe con el palo de golf, *D* el choque de la bola con la rama y *E* la caída de la bola en el hoyo. El caso es que  $P(E/A) > P(E/A \cdot D)$ . Es decir, la probabilidad de que, jugando al golf, una bola entre en el hoyo es mayor si no golpea antes una rama que si la golpea. Por lo tanto, el golpe en la rama es negativamente relevante para su introducción en el hoyo. Sin embargo, en estas circunstancias explica por qué la bola, que llevaba una trayectoria desviada, entró en él.<sup>11</sup>

10 Uno de los primeros en defender que las explicaciones no tenían por qué ser argumentos fue R. Jeffrey [1969]. Asimismo, Achinstein [1983] desarrolla un modelo ilocucionario centrado en los *actos* de explicación, en el que las explicaciones no son argumentos ni enunciados. Para una mejor comprensión de los conceptos estadísticos expuestos a continuación véase Reichenbach [1956], pp. 186-205. Salmon es deudor en gran medida de las ideas de Reichenbach, aunque éste no las aplicara al análisis de la explicación.

11 A esto podríamos añadir que, aunque golpear en la rama es negativamente relevante para que una bola entre en el hoyo,

Para el modelo de Salmon la manera correcta de demandar una explicación de un hecho no es mediante la pregunta '¿por qué ocurre que  $x$  es  $B$ ?', sino más bien mediante esta otra: '¿por qué  $x$ , que es un miembro de la clase  $A$ , es un miembro de la clase  $B$ ?'; y la respuesta adecuada sería: ' $x$  es también  $C$ , donde  $C$  es relevante para  $B$  dado  $A$ '. Esto es, en lugar de preguntar '¿por qué  $x$  sanó?', habría que preguntar '¿por qué  $x$ , que sufrió una infección por estreptococos, sanó?', siendo la respuesta ' $x$  fue tratado con penicilina y la penicilina hace sanar a los infectados por estreptococos'.

De acuerdo con todo ello, para Salmon la explicación consiste en un conjunto de leyes de probabilidad empírica que relacionan las clases  $A$  y  $B$ , junto con un enunciado que afirma que  $x$  está incluido en una clase  $C$  relevante para  $B$  dado  $A$ :

$$\begin{aligned} P(B/A \cdot C_1) &= p_1 \\ P(B/A \cdot C_2) &= p_2 \\ &\vdots \\ &\vdots \\ P(B/A \cdot C_n) &= p_n \\ x \in C_k \quad (1 \leq k \leq n) \end{aligned}$$

Para que la explicación sea válida debe cumplir además dos condiciones:<sup>12</sup>

- a) que los valores de probabilidad  $p_1, \dots, p_n$  sean todos diferentes.
- b) que cada partición de  $A$  ( $A \cdot C_1, A \cdot C_2, \dots, A \cdot C_n$ ) sea homogénea con respecto a  $B$ , es decir, que ninguna de las casillas de esta partición sea a su vez susceptible de subdivisión en algún modo relevante para la ocurrencia de  $B$ .

La condición a) impide que se introduzcan subdivisiones irrelevantes, dejando pasar *sólo* las relevantes. En efecto, teniendo en cuenta que un factor relevante es el que hace variar la probabilidad «a priori» de que un  $x$  que es  $A$  sea también  $B$ , si un determinado factor no introduce ninguna variación en la probabilidad con respecto a otro factor, entonces es irrelevante. La condición b) es análoga al requisito hempeliano de la máxima especificación y exige que se introduzcan *todas* las subdivisiones relevantes. No obstante, Salmon recalca que esta condición ofrece una diferencia filosófica fundamental con respecto a Hempel. El requisito de Hempel era epistémicamente relativo, ya que lo que fuera relevante dependía de una situación cognoscitiva dada, en cambio el requisito de Salmon pide que la partición en casillas hecha en el *explanans* sea *objetivamente* homogénea, sin ningún tipo de relatividad epistémica.

Aplicando ahora esto al ejemplo de la infección (¿por qué  $x$ , que sufrió una infección por estreptococos, sanó?), y siendo

se convierte en positivamente relevante cuando se sabe que la trayectoria de la bola era desviada con respecto al hoyo antes de golpear en la rama. En efecto si llamamos  $E$  a la caída en el hoyo de una bola que partió con trayectoria desviada, entonces  $P(E/A) < P(E/A \cdot D)$ . En hacer eso consiste esencialmente el *método de la recondicionalización sucesiva* al que acude Salmon para solventar los problemas de la relevancia negativa: «La idea básica que hay tras el método de la recondicionalización sucesiva es que una vez que ha sucedido un evento particular en la cadena causal, no importa qué otros eventos podrían haber sucedido pero no lo hicieron» ([1984], p. 197, cf. pp. 199-200). No se ve claro, sin embargo, cómo pueda ese método resolver el contraejemplo de N. Cartwright (cf. supra, nota 14). Los problemas que se derivan de las relaciones de relevancia negativa han llevado a algunos, como Tuomela [1981], a negar que tengan capacidad explicativa alguna.

12 En su [1984] Salmon hace una exposición más detallada que incluye hasta ocho condiciones. Para nuestros propósitos, y por mor de la simplicidad, esta caracterización básica que ofrecemos es suficiente.

$A$ : la clase de los que sufren infección por estreptococos.  
 $B$ : la clase de los que sanan de una infección por estreptococos.  
 $C_1$ : la clase de los que son tratados con penicilina.  
 $C_2$ : la clase de los que no son tratados con penicilina.  
 la explicación quedaría así:

$$\begin{aligned} P(B/A \cdot C_1) &= 0,8 \\ P(B/A \cdot C_2) &= 0 \\ x &\in C_1 \end{aligned}$$

Donde se nos dice que  $x$  sanó porque pertenecía a la clase  $C_1$  de los tratados con penicilina, y pertenecer a dicha clase es un factor relevante para que se sane de una infección por estreptococos.<sup>13</sup>

Cuando nos encontremos con el caso límite de que una de las probabilidades  $p_n$  de las leyes estadísticas del *explanans* tiene el valor 1 y las restantes 0, estaremos ante una situación similar a la explicación D-N de Hempel. Salmon supone, pues, que, a todos los efectos prácticos, las leyes universales que aparecen en la explicación D-N son leyes estadísticas a las que se atribuye probabilidad 1.

Una posible objeción contra este modelo de explicación es la que sostiene que las meras correlaciones estadísticas no explican nada en realidad. Un rápido descenso en el barómetro está altamente correlacionado con la llegada de una tormenta, pero no explica por qué se produce la tormenta. La respuesta de Salmon a esta objeción consiste en afirmar que un factor  $C$ , que es relevante para la ocurrencia de  $B$  en la presencia de  $A$ , puede ser «apartado» o «vuelto irrelevante» (*screened off*) en presencia de otro factor  $D$ . Dada una serie de días ( $A$ ) en un lugar determinado, la probabilidad de que ocurra una tormenta ( $B$ ) es diferente de la probabilidad de que ocurra una

13 Obsérvese que si la probabilidad hubiera sido menor de 0,5, la explicación seguiría siendo válida. Esto se aprecia en el ejemplo de la paresia (¿por qué  $x$ , que es un ser sífilítico, sufrió una paresia?):

Sean

$A$ : la clase de los que han padecido sífilis.  
 $B$ : la clase de los que sufren paresia.  
 $C_1$ : la clase de los que han padecido sífilis sin tratamiento.  
 $C_2$ : la clase de los que no han padecido sífilis sin tratamiento.

$$\begin{aligned} P(B/A \cdot C_1) &= 0,25 \\ P(B/A \cdot C_2) &= 0 \\ x &\in C_1 \end{aligned}$$

Esta explicación muestra que, aunque padecer la sífilis sin tratamiento no autoriza para inferir que se sufrirá de paresia, sin embargo, es un factor relevante que explica que ésta aparezca. No importa tanto que se atribuya al fenómeno una alta probabilidad como que se aporte información relevante para su ocurrencia.

Ahora se puede ver también qué es lo que fallaba, según Salmon, en el ejemplo de la vitamina C.

Sean

$A$ : la clase de los que padecen resfriado.  
 $B$ : la clase de los que se recuperan del resfriado en una quincena.  
 $C_1$ : la clase de los que toman vitamina C.  
 $C_2$ : la clase de los que no toman vitamina C.

$$\begin{aligned} P(B/A \cdot C_1) &= 0,99 \\ P(B/A \cdot C_2) &= 0,99 \\ x &\in C_1 \end{aligned}$$

En este ejemplo se incumple la condición a), puesto que la probabilidad de recuperarse del resfriado en una quincena es igual se tome vitamina C o no.

tormenta si ha habido poco antes un fuerte descenso barométrico (*C*). Luego es cierto que *C* es estadísticamente relevante para *B* dado *A*. Pero si añadimos el hecho de que en la zona ha habido también un descenso en la presión atmosférica (*D*), entonces se torna irrelevante el que ese descenso haya sido registrado en un barómetro. En presencia de *D* y *A*, *C* resulta irrelevante para *B*.

$$P(B/A \cdot C \cdot D) = P(B/A \cdot D)$$

Cuando un factor irrelevante ha sido «apartado» de esa manera, no debe ser incluido en el *explanans*.

En resumen, para el modelo S-R, explicar la ocurrencia de un fenómeno consiste en señalar que se dieron una serie de factores relevantes para dicho fenómeno. No se trata, como dijimos, de factores que hacen altamente probable y esperable su ocurrencia, sino de factores que modifican la probabilidad de que el fenómeno se produzca sin ellos.

Sin embargo, unos años más tarde, en [1978], Salmon cambia sustancialmente de opinión al respecto, reniega del modelo S-R como caracterización adecuada de la explicación científica y añade que se necesita algo más que señalar factores estadísticamente relevantes para tener una explicación.<sup>14</sup> El cambio toma cuerpo especialmente en su libro de 1984 *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, donde introduce modificaciones importantes en el modelo S-R y propone sustituirlo por uno nuevo al que llama 'modelo mecánico/causal' (*causal/mechanical model*). Considera allí que las relaciones estadísticas especificadas en el modelo S-R constituyen, eso sí, la *base estadística* para una explicación científica, pero que esa base ha de ser complementada por ciertos *factores causales* para constituir una explicación científica satisfactoria (cf. [1984], pp. 34 y 100). Así pues, no basta con mostrar los factores estadísticamente relevantes para la producción del fenómeno. Salmon ahora piensa que las relaciones estadísticas entre observables tienen por sí solas poca o ninguna fuerza explicativa. Es necesario mostrar además que esos factores son relevantes en virtud de ciertas relaciones causales que mantienen con el fenómeno. La significación explicativa de las relaciones de relevancia estadística sería indirecta; residiría en el hecho de constituir una evidencia en favor de las relaciones causales:

Ahora me parece —escribe— que la explicación es un asunto con dos niveles. En el nivel más básico es necesario, para los propósitos de la explicación, subsumir el evento a ser explicado bajo el conjunto apropiado de relaciones de relevancia estadística, tal como exigía el modelo S-R. En el segundo nivel, según me parece, las relaciones de relevancia estadística invocadas en el primer nivel han de ser explicadas en términos de relaciones *causales*. Desde esta postura, la explicación es incompleta hasta que se hayan proporcionado los componentes causales del segundo nivel. (p. 22)

14 Este cambio de opinión no es ajeno a las agudas críticas que recibió el modelo S-R. Quizá el contraejemplo más citado sea el de Nancy Cartwright [1979], que muestra que la relevancia estadística no es suficiente para proporcionar una explicación. El que se haya rociado hiedra venenosa con un defoliante de un 90% de efectividad es relevante para explicar la muerte de *esta* hiedra venenosa, puesto que la probabilidad de que muera es mayor si es rociada con el defoliante que si no lo es. Ahora bien, el 10% de las plantas permanecen vivas. Y resulta que el que hayan sido rociadas con el defoliante ¡es relevante para explicar su supervivencia!, ya que la probabilidad de que sobrevivan una vez rociadas con defoliante es menor (y, por ende, distinta) que si no hubieran sido rociadas. Sin embargo, la pregunta '¿por qué está aún viva esta planta?' no puede ser contestada diciendo 'porque fue rociada con defoliante'.

El modelo de explicación por cobertura legal de Hempel y el modelo erotético de van Fraassen, al que aludiremos después, se encuadran en lo que Salmon denomina en esta obra '*concepción epistémica de la explicación*'. Para tal concepción explicar un fenómeno es derivarlo inferencialmente de algunas regularidades que se dan en la naturaleza, sin que importe realmente qué tipo de mecanismos subyacentes originan esas regularidades. A esta concepción Salmon opone la *concepción óptica* de la explicación, en la que se incluye su modelo mecánico/causal.<sup>15</sup> Para ella, explicar consiste en exhibir el fenómeno a ser explicado ocupando su lugar en los patrones (*patterns*) y regularidades que estructuran el mundo (cf. p. 239); o dicho de otro modo, consiste en identificar la causa del fenómeno y exhibir la relación causal entre esta causa y el fenómeno a explicar (cf. p. 122). La concepción óptica ve el mundo como una caja negra con *inputs* y *outputs* observables. La explicación debe dejar al descubierto los mecanismos subyacentes de *producción* y *propagación* que conectan los *inputs* con los *outputs*. Explicar eventos es mostrar cómo encajan en la estructura causal del mundo (cf. p. 276).

Por lo tanto, para la concepción óptica no es suficiente subsumir el fenómeno bajo una serie de regularidades. Y no es suficiente porque no todas las regularidades tienen poder explicativo. Antes de Newton los marinos sabían que las mareas están relacionadas con la posición y las fases de la luna, pero esa regularidad conocida no tenía capacidad para explicar nada; más bien al contrario, era ella la que demandaba una explicación, y fue la ley de la gravitación de Newton la que la proporcionó. Así, hay regularidades legaliformes con poder explicativo y otras que necesitan ser explicadas. Es más, hay regularidades que son pseudo-procesos y regularidades que son procesos causales.<sup>16</sup> Los pseudo-procesos no pueden explicar nada porque son parasitarios de los procesos causales y son explicados por éstos. Sólo los procesos causales explican. La diferencia entre ambos está en que los procesos causales son capaces de transmitir señales (y, por tanto, son capaces de transmitir energía, información e influencia causal), mientras que los pseudo-procesos no lo son. También se puede decir que los procesos causales transmiten su propia estructura y que los pseudo-procesos no la transmiten. Un coche circulando por la carretera en un día soleado es un proceso causal, la circulación de su sombra es un pseudo-proceso. Si el coche colisiona con un muro, llevará las señales de la colisión después de que ésta haya ocurrido. En cambio, si su sombra colisiona con el muro, se deformará momentáneamente, pero recuperará la forma después.<sup>17</sup>

El concepto de causa que Salmon tiene en mente es, según propia intención, un concepto básicamente humeano, elaborado a partir de las ideas que Reichenbach expone en su obra *The Direction of Time*.<sup>18</sup> La transmisión o *propagación* de una señal en un proceso causal desde un

15 Salmon habla también de la *concepción modal* de la explicación, representada por D.H. Mellor [1976] y G.H. von Wright [1971]. No obstante, la considera subsidiaria de la epistémica, ya que se reduce a sustituir la idea de que el *explanandum* es lógicamente necesario dado el *explanans*, por la idea de que es *físicamente* necesario, lo que, según Salmon, le conduce a mayores dificultades que a la concepción epistémica. La distinción entre concepción epistémica y concepción óptica de la explicación la tomó Salmon de Coffa [1977].

16 Para Salmon, las entidades básicas que conforman la causación son los procesos, en lugar de los eventos, como suele ser lo habitual. Los eventos están localizados en el espacio y en el tiempo; los procesos se extienden espacio-temporalmente, son series de eventos continuos. En un diagrama espacio-temporal, los eventos son puntos y los sucesos son líneas. Heurísticamente es mejor hablar de procesos que de eventos, porque los procesos tienen un carácter continuo que evita la cuestión de la relación entre los constituyentes de los mismos. En cambio, analizar la causalidad como una relación entre eventos conduce al problema de establecer cómo están causalmente relacionados unos eventos con otros.

17 Van Fraassen objeta que también la sombra propaga señales en este sentido, como, por ejemplo, que «su forma está relacionada en todo momento con la forma del coche de algún modo topológicamente definible, y que es negra» ([1980], p. 120).

18 En efecto, el análisis de la causalidad que hace Salmon en su [1984] está inspirado en el principio de causa común de

punto *A* hasta un punto *B* dentro del mismo proceso se define como el hecho de que la señal aparezca en cada punto entre *A* y *B* sin interacciones adicionales, hecho que puede ser visto como una especie de conjunción constante. Si un proceso es capaz de transmitir una señal, entonces puede transmitir cambios en su estructura, y si puede transmitir cambios en su estructura, es capaz de propagar influencias causales. La propagación de la influencia causal es esa conexión misteriosa entre causa y efecto de la que Hume hablaba. Al caracterizar la transmisión de una señal en los términos citados no se viola la teoría de Hume, puesto que no se recurre a ningún tipo de «poder oculto» proscrito por dicha teoría. Por su parte, si los procesos causales son los medios a través de los cuales se propaga la influencia causal, la producción de la señal —el cambio de estructura que constituye esa influencia— obedece a la interacción de dos procesos causales:

Una señal es una modificación en un proceso, y si esta modificación persiste, la señal se transmite. Las modificaciones en los procesos ocurren cuando se cruzan con otros procesos; si las modificaciones persisten más allá del punto de intersección, entonces la intersección constituye una interacción causal y la interacción ha producido señales que son transmitidas. ([1984], p. 170).

Con ello Salmon da por caracterizados los dos conceptos causales básicos: el de producción y el de propagación.<sup>19</sup>

El modelo mecánico/causal presenta, ya en su versión inicial de 1978, una deficiencia que ha sido denunciada por van Fraassen en su [1980]. En una explicación causal —sostiene van Fraassen— no es necesario mencionar todos los factores estadísticamente relevantes que de una u otra manera forman parte de la red causal, sino sólo aquéllos que son importantes o destacados (*salient*), y es a éstos a los que llamamos comúnmente la causa del fenómeno. Para explicar la extinción del alce irlandés, hay una gran cantidad de factores estadísticamente relevantes —altura, distribución de los recursos alimenticios, hábitos migratorios, fauna y flora del entorno, etc.—, que habrían posibilitado su supervivencia si hubieran sido distintos, y que, sin embargo, no incluimos en la explicación. Basta con decir que el proceso de selección sexual favoreció a los machos de grandes cuernas y que esas cuernas fueron un obstáculo para la supervivencia en el entorno que el alce ocupaba. Los otros

---

Reichenbach. Este principio afirma que «una dependencia estadística de dos eventos simultáneos requiere una explicación en términos de una causa común» (cf. Reichenbach [1956], p. 63). Reichenbach señala además una distinción entre 'influencia causal' (*causal influence*) e 'indicio causal' (*causal indication*). El indicio causal puede ser identificado con la relevancia estadística positiva, pero la influencia causal se explica recurriendo a la transferencia de una señal (cf. p. 205). Ahora bien, es necesario añadir que, si bien Salmon coincide con Reichenbach en aceptar una concepción probabilística de la causalidad, se separa de éste al interpretar dicha causalidad probabilística en términos de propensiones. Eso no significa, empero, que en su opinión todo el cálculo probabilístico sea interpretable como propensiones, sólo lo son las probabilidades causales: «Las propensiones son probabilidades causales, y, como tales, juegan un papel indispensable en los mecanismos causales probabilísticos del universo. Sin embargo, no todas las probabilidades son causales de este modo, y por eso es un error, en mi opinión, intentar definir 'probabilidad' en términos de propensiones» ([1984], p. 205).

19 Una duda queda, en mi opinión, en el aire. Es posible que, al considerar los procesos como entidades básicas de la causación, Salmon sólo haya desplazado el problema de la relación entre causa y efecto de la propagación del efecto causal a la producción del mismo. En efecto, suponiendo que los procesos tengan un carácter continuo y no discreto, la influencia causal no tiene que «saltar» de un punto a otro dentro del proceso, y, por tanto, el mantenimiento o permanencia de la señal a lo largo del proceso —digamos entre el punto *A* y el punto *B*— no es algo que haya de ser explicado a su vez causalmente; pero ¿qué decir de la producción de la señal en el cruce de dos procesos? La conexión entre el cruce de los procesos (causa) y la producción de la señal (efecto) sigue siendo un misterio sin aclarar.

factores citados no son causas espúrias ni son «apartados» por el desarrollo de las grandes cuernas; contribuyeron igualmente a la extinción del alce, pero no son los factores más destacados.

Ahora bien, ¿cómo saber en cada caso cuáles son los factores destacados que hay que tener en cuenta para elaborar una explicación? Según van Fraassen, sólo el contexto nos lo puede decir. Un factor causal es destacado para una persona dependiendo de su orientación, de sus intereses, etc. O sea, no hay un criterio objetivo para determinar la importancia de un factor causal. Dicha importancia posee una índole pragmática y contextual. Para apoyar esta tesis, van Fraassen recurre a un conocido texto de N.R. Hanson:

Existen tantas causas de  $x$  como explicaciones de  $x$ . Adviértase que un médico podría afirmar que la muerte del peatón paduano [atropellado por el carruaje de Galileo] acaeció como consecuencia de una «hemorragia múltiple», un abogado que ello se debió a «negligencia por parte del conductor», un constructor de carros la achacaría a «un defecto en la construcción de los frenos del carro», y a la «presencia de arbustos demasiado altos en aquella curva» el urbanista. (Hanson [1958/1985], p. 142).

La conclusión que saca van Fraassen es que los factores explicativos han de ser elegidos de entre un elenco de factores objetivamente relevantes, y que esa elección viene condicionada por otros factores que dependen del contexto en el que se pida la explicación. Existe, pues, una dependencia pragmática en la explicación que Salmon no tiene en cuenta, aunque eso no quita para que su modelo tenga validez para algunos tipos de explicación.

La réplica de Salmon ([1984], pp. 126 y ss.) malinterpreta, minimiza y deja realmente sin responder la cuestión. Salmon cree encontrar respuesta al ejemplo de Hanson diciendo que el médico, el abogado, el constructor y el urbanista eligen una clase inicial de referencia distinta (el médico y el abogado eligen a los seres humanos, el constructor a los carruajes, el urbanista al mobiliario urbano), y eso les lleva a una diferente partición del *explanandum*. Pero la explicación que todos buscan es la misma, en el sentido de que todos buscan el mismo conjunto de factores estadísticamente relevantes. Ciertamente que cada uno está interesado en un determinado factor relevante, pero «el hecho de que una persona esté más interesada que otra en un factor relevante particular no significa que ambos estén buscando o encontrando diferentes explicaciones del mismo hecho» ([1984], p. 130). En cuanto al ejemplo de van Fraassen, Salmon lo explica recordando que no todos los antecedentes son relevantes. Así, para explicar por qué alguien que duerme se despierta, aduciremos el sonido del despertador, pero no que antes se había ido a dormir. «La moraleja es simple —escribe. Las condiciones necesarias antecedentes que son relevantes tienen importancia explicativa, si no han sido apartadas (*screened off*); las condiciones antecedentes irrelevantes no la tienen» (p. 128).

Sin embargo, lo que van Fraassen afirma no es que haya condiciones antecedentes irrelevantes que puedan ser apartadas (está claro que las hay), sino que hay condiciones relevantes, no apartadas, que no son usadas en la explicación. No está diciendo que el médico, el abogado, el constructor y el urbanista no puedan ponerse de acuerdo en el conjunto de factores estadísticamente relevantes; está diciendo que, en función del contexto, sólo eligen algunos de ellos para su explicación y que lo que signifique 'A es causa de B' varía en cada situación en la se pronuncia el enunciado. A eso Salmon no da respuesta; se limita a reconocer la importancia de esos factores pragmáticos para la identificación de las cuestiones sobre las que interroga la explicación, pero añade que «obviamente de todo ello no se sigue que [...] la explicación misma tenga que encarnar rasgos pragmáticos» (p. 130).

#### 2.4. El modelo erotético de van Fraassen

El modelo de explicación por cobertura legal se centra, como vimos, en los aspectos lógicos de la explicación, o, si se quiere, en los aspectos sintácticos y semánticos (los relacionados con la forma lógica y la verdad de las premisas). Los aspectos pragmáticos (los relacionados con las personas que intervienen en el proceso explicativo) son explícitamente tenidos por secundarios. El propósito de Hempel es precisamente «elaborar un concepto no pragmático de explicación, un concepto abstraído —por así decir— del pragmático» (Hempel [1965\1979], p. 418). El modelo de cobertura legal sería una reconstrucción lógica e idealizada de las explicaciones que realmente presentan los científicos, obviando las variaciones que los factores pragmáticos y contextuales introducirían en ellas. Tampoco el modelo de Salmon concede un lugar central a esos factores, tal como acabamos de explicar.

Michael Scriven [1962] fue uno de los primeros en mantener que sin incluir los aspectos pragmáticos de forma suficiente, ningún modelo de explicación podría ser fructífero ni interesante. Un intento reciente de elaborar una teoría de la explicación que cuente con esos factores es el de Bas C. van Fraassen [1980]. Este autor advierte en primer lugar que el concepto de explicación no tiene por qué depender del concepto de verdad, como pretendía el modelo de cobertura legal —recordemos que dicho modelo exigía que las leyes del *explanans* fueran enunciados legales verdaderos. El enunciado 'la teoría *T* explica el hecho *E*' no comporta ninguna afirmación acerca de si la teoría es verdadera, empíricamente adecuada o aceptable. La teoría del flogisto, por ejemplo, explicaba los fenómenos de combustión y, sin embargo, hoy sabemos que era una teoría errónea. «Por lo tanto, decir que una teoría explica un hecho u otro es afirmar una relación entre esta teoría y ese hecho que es independiente de la cuestión de si el mundo real, como un todo, encaja en la teoría» (van Fraassen [1980], p. 48).

Marcando distancias con los modelos anteriores, van Fraassen sostiene que una explicación no es un argumento (como en el modelo de cobertura legal), ni un conjunto de enunciados (como en el modelo S-R), sino una *contestación* a una pregunta-por qué (*an answer to a why-question*) (cf. p. 134).<sup>20</sup>

Es necesario distinguir entre contestación (*answer*) y respuesta (*response*).<sup>21</sup> Casi todo puede valer como respuesta a una pregunta, pero no toda respuesta es propiamente una contestación, y hay respuestas que son mejores contestaciones que otras a una pregunta. Una contestación directa a una pregunta es la que proporciona suficiente información para contestar la pregunta, pero no más.

Las preguntas-por qué, expresadas por una interrogación en un contexto dado, vienen determinadas por tres factores: el *asunto*  $P_k$  (*topic*), que es la proposición que aparece en la pregunta; la *clase de contraste*  $X$  (*contrast-class*), que es el conjunto de alternativas posibles entre las cuales se incluye el asunto ( $X = \{P_1, \dots, P_k, \dots\}$ ); y la *relación de relevancia*  $R$  (*relevance relation*), que es el respecto-en-el-que se pide una razón y que determina lo que contará como un posible factor explicativo. Expresándolo en símbolos, una pregunta-por qué  $Q$  viene dada por

$$Q = \langle P_k, X, R \rangle$$

20 Van Fraassen toma como punto de referencia en su análisis de la lógica de las preguntas la teoría de N.D. Belnap [1976], así como el trabajo de S. Bromberger [1966].

21 Traduzco de esta manera los dos vocablos ingleses porque 'contestar' tiene en castellano un sentido más fuerte que 'responder'. 'Contestar' significa, además de 'responder', 'comprobar' y 'confirmar'.

Imaginemos que se pregunta '¿por qué se ha muerto Juan?'. El asunto  $P_k$  de la pregunta sería: 'Juan se ha muerto'. La clase de contraste  $X$  podría ser: 'Juan se ha muerto, Pedro se ha muerto, Carlos se ha muerto, etc.', o bien: 'Juan se ha muerto, Juan no se ha muerto'. La relación de relevancia  $R$  serían los eventos 'conducentes a' ('*leading up to*') la muerte de Juan, como una grave enfermedad, un accidente, el suicidio, «incluso los hechizos lanzados por las brujas (puesto que la evaluación de lo que es una buena contestación viene después)» ([1980], p. 142).

Habida cuenta de que ciertas preguntas-por qué pueden tener el mismo asunto y diferente clase de contraste, e incluso diferentes factores relevantes, no debemos intentar averiguar qué es relevante para dicho asunto o para dicha clase de contraste, sino qué es relevante (en ese contexto) para el asunto con respecto a la clase de contraste. Dicho brevemente, una proposición  $A$  es llamada *relevante para  $Q$*  si  $A$  mantiene la relación  $R$  con el par  $\langle P_k, X \rangle$ .

En función de ello se define una contestación directa (*direct answer*) a la pregunta  $Q$  ¿por qué  $P_k$ ? del siguiente modo:

$P_k$  en contraste con (el resto de)  $X$  porque  $A$   
o, abreviadamente:  
*porque  $A$*

donde 'porque' significa que  $A$  es relevante, en este contexto, para la cuestión; es decir, que  $A$  posee la relación  $R$  con  $\langle P_k, X \rangle$ .

Pero, como hemos dicho, no basta con dar una respuesta relevante para contestar satisfactoriamente a una pregunta. ¿Cómo evaluar entonces si una respuesta es una buena contestación a una pregunta? Toda pregunta surge en un contexto en el que hay un cuerpo  $K$  de teorías aceptadas e información fáctica. Ese contexto determina si es posible o no plantear la pregunta e incluso qué es lo que se pregunta. Preguntas que surgen en un contexto pueden carecer de sentido en otro contexto diferente: la pregunta de por qué sigue la flecha moviéndose después de ser disparada pierde sentido en el paso de la física aristotélica a la física newtoniana. La evaluación de las respuestas ha de hacerse, por consiguiente, a la luz del contexto  $K$ . Hay al menos tres maneras de evaluar la contestación 'porque  $A$ ' en el contexto  $K$ :

1.- Viendo si la proposición  $A$  es aceptable o es probable que sea verdadera. Si el contexto  $K$  implica que  $A$  es falsa entonces 'porque  $A$ ' no es una buena respuesta a la pregunta.

2.- Viendo en qué medida  $A$  es *favorable* para el asunto  $P_k$  en contra de los otros miembros de la clase de contraste. (Aquí es donde encontraría aplicación el criterio de Salmon de la relevancia estadística).

3.- Comparando 'porque  $A$ ' con otras posibles respuestas a la pregunta, y eso en tres aspectos:

3.1.- Viendo si  $A$  es más probable que las otras (dado el contexto cognoscitivo  $K$ ).

3.2.- Viendo si  $A$  es más favorable para el asunto  $P_k$  que las otras.

3.3.- Viendo si  $A$  se vuelve total o parcialmente irrelevante por las otras respuestas. (Aquí encontrarían aplicación las consideraciones de Salmon sobre el «apartamiento» (*screening off*)).

Sigamos con el ejemplo de la muerte de Juan y demos como respuesta a la pregunta planteada 'porque tomó 10 g. de arsénico'.<sup>22</sup> Como antecedente informativo  $K$  tendremos la proposición

<sup>22</sup> Para el ejemplo y su análisis me baso en Achinstein [1983/1989], pp. 212 y ss.

'cualquier persona que toma 10 g. de arsénico muere', y sabremos además que Juan tomó realmente la citada cantidad de arsénico. Según esto, ¿es buena la respuesta que hemos dado?

El primer procedimiento de evaluación es satisfecho porque, por hipótesis, aceptamos  $A$  como verdadero: Juan tomó arsénico. Si como clase de contraste se toma  $X = \{\text{Juan murió, Juan no murió}\}$ , es obvio que, dado  $K$ , tomar 10 g. de arsénico es favorable para 'Juan murió' y no lo es para 'Juan no murió', con lo que se satisface también el segundo modo de evaluación. En cuanto al tercero, comparemos la respuesta dada con esta otra:

'porque *Juan fue atropellado por un coche*'

en la que la proposición subrayada es  $A'$ . Supongamos que, dado el antecedente informativo  $K$ ,

$$\begin{aligned} P(A/K) &= 0,9 \\ P(A'/K) &= 0,8 \end{aligned}$$

Puesto que  $A$  es más probable que  $A'$  dado  $K$ , se satisface la condición 3.1.

Supongamos ahora que  $K$  incluye la información de que el 95% de los atropellados por un coche mueren. Entonces,

$$\begin{aligned} P(P_k / A \cdot K) &= 1 \\ P(P_k / A' \cdot K) &= 0,95 \end{aligned}$$

Como  $A$  es más favorable para  $P_k$  que  $A'$ , se satisface 3.2.

Por último,  $A'$  no «aparta» a  $A$  volviéndola irrelevante para  $P_k$ . En efecto,

$$\begin{aligned} P(P_k / A \cdot A' \cdot K) &= 1 \text{ y} \\ P(P_k / A' \cdot K) &= 0,95 \end{aligned}$$

luego

$$P(P_k / A \cdot A' \cdot K) \neq P(P_k / A' \cdot K)$$

con lo que se cumple 3.3.

Por lo tanto, 'Juan tomó 10 g. de arsénico' es una buena explicación de por qué murió Juan.

Obsérvese que aquí, en consonancia con lo dicho por Scriven, la explicación, o más precisamente, el *explanans* 'porque  $A$ ', no contiene leyes o regularidades estadísticas. Estas pertenecen al *background* de conocimiento  $K$ .

Según van Fraassen, la explicación no debe ser entendida como una relación *sui generis* entre la teoría y los hechos. La información que proporciona un científico cuando se le pide una explicación es del mismo tipo que la que proporciona cuando se le pide una descripción. Asimismo, llamar científica a una explicación no es decir nada sobre la forma o la clase de la información aducida, sino sólo que la explicación toma esta información de la ciencia y que los criterios con los que se evalúa son aplicados usando una teoría científica (cf. [1980], pp. 155-156).

Además, el error de los modelos anteriores está, según su opinión, en haber concebido la explicación como una relación diádica entre teoría y hechos, cuando en realidad es una relación

triádica entre teoría, hechos y contexto. Una explicación es una respuesta a una pregunta-por qué y debe ser evaluada en función de la información que la pregunta demanda. Pero esta información solicitada varía con el contexto. Decir que una teoría explica un hecho es una manera resumida de decir que hay una proposición que es una contestación, relativa a esa teoría, para la demanda de información sobre ciertos hechos relevantes, y que comporta una comparación entre el hecho que ocurrió y otras alternativas (contextualmente especificadas) que no ocurrieron (p. 156).

El modelo de van Fraassen permite superar dificultades en las que tropezaban los dos anteriores.<sup>23</sup> No obstante, tampoco él está exento de problemas. En relación al segundo criterio para la evaluación de las respuestas, Salmon ([1984], pp. 108-109) ha insistido en que no sólo pueden ser explicados los miembros de la clase de contraste que se ven favorecidos, también pueden serlo los desfavorecidos. Según su ejemplo, tenemos una población de flores de guisante en la que la probabilidad de ser de color rojo es de 3/4, la de ser blanca es 1/4 y es de valores muy pequeños para cualquier otro color. La clase de contraste  $X$  contiene: 'la flor es roja', 'la flor es blanca', 'la flor es de otro color'. El cuerpo previo de conocimientos  $K$  contiene la genética mendeliana. Y la explicación  $A$  de por qué una flor es de determinado color especifica el carácter genético de la población de flores. Todo ello valdría tanto para explicar por qué una determinada flor es roja como para explicar por qué es blanca. Sin embargo, según los criterios de van Fraassen, el color rojo es *favorecido* en el contexto  $K$ , por lo que sólo podríamos explicar por qué la flor es roja y no de otro color. Se trata, como vemos, de una objeción similar a la hecha anteriormente contra la tesis de que sólo las probabilidades altas tienen poder explicativo. Por otro lado (en [1990], pp. 136-137), Salmon rechaza como errónea la idea que él mismo compartiera anteriormente de que toda demanda de una explicación puede ser formulada como una pregunta-por qué. Diversos autores habían ya señalado que determinadas explicaciones científicas responden más bien a preguntas de *como-(es)-posible (how-possibly)* —por ejemplo, '¿cómo es posible que los gatos al caer desde cierta altura lleguen siempre sobre sus pies al suelo?'—, o a preguntas de *cómo-(fue)-en-realidad (how actually)* —por ejemplo, '¿cómo llegó a haber mamíferos en Nueva Zelanda?'. Además, según Salmon, la caracterización formal que van Fraassen ofrece de la relación de relevancia  $R$  no impone a ésta ninguna restricción, lo que significa que, en principio, podríamos elegir cualquier relación por peregrina que fuera entre un asunto  $P_k$  y cualquier proposición verdadera  $A$ , y considerar que 'porque  $A$ ' es una explicación de  $P_k$  (cf. [1990], pp. 141-142).<sup>24</sup>

También Achinstein piensa que el modelo de van Fraassen no pasa algunos de los contraejemplos que afectaban a los otros modelos. Volvamos al ejemplo del arsénico y supongamos que, aunque Juan tomó 10 g. de arsénico, fue inmediatamente atropellado por un coche y murió a consecuencia del atropello, permaneciendo todo lo demás igual. La respuesta 'porque tomó 10 g. de arsénico' cumpliría todas las condiciones puestas por van Fraassen para ser una buena respuesta, y no así la respuesta 'porque fue atropellado por un coche'. Sin embargo, sabemos que la respuesta correcta es

23 Pasa con éxito el ejemplo que N. Cartwright oponía al modelo S-R: elimina el uso de defoliante como explicación de la *supervivencia* de la hiedra, pues dicho uso favorece la otra alternativa en la clase de referencia, esto es, la muerte de la planta. Permite dar cuenta también de los casos de asimetría explicativa, como el ejemplo del péndulo o el del mástil.

24 Salmon pone un ejemplo en el que  $P_k$  es 'John F. Kennedy murió el 22 de Noviembre de 1963',  $R$  es la influencia astral y  $A$  es una descripción verdadera de la situación de los cuerpos celestes el día del nacimiento de Kennedy. Él considera que los criterios que establece van Fraassen para evaluar la respuesta así dada en función del contexto  $K$  no sólo no tendrían por qué descartarla, sino que incluso podrían reforzarla. En mi opinión, sin embargo, eso no es así. Basta con ver que, dado el contexto cognoscitivo en el que nos movemos en la actualidad, los criterios 3.1, 3.2 y sobre todo 3.3 descartarían sin lugar a dudas la respuesta  $A$  de este ejemplo. No obstante, tiene razón Salmon al afirmar que van Fraassen no aclara en absoluto en qué consiste una relación de relevancia satisfactoria.

esta última. De ahí concluye Achinstein que las condiciones de probabilidad que establece van Fraassen no son suficientes para garantizar la verdad de las respuestas a una demanda de explicación (cf. [1983/1989], p. 215).

Finalmente, podríamos decir que no siempre explicar es explicar desde una teoría, como defiende van Fraassen. La investigación desarrollada en los años 50 por la *American Cancer Society* mostró que fumar produce cáncer basándose en la constatación de regularidades estadísticas empíricas y no en alguna teoría sobre las causas del cáncer. Aunque se carezca de una tal teoría, si poseemos esos datos estadísticos, podemos explicar por qué un individuo que fuma más de tres paquetes diarios durante varios años desarrolla un tumor. No conoceremos los mecanismos causales mediante los que el tabaco produce el tumor, pero sabremos al menos que la causa del mismo ha sido el tabaco.<sup>25</sup>

### 3. ¿Es posible un modelo general de explicación científica?

Es evidente que desde sus inicios hasta llegar al modelo mecánico/causal de Salmon o el modelo de van Fraassen, la discusión sobre la explicación científica ha propiciado un afinamiento en los conceptos y los argumentos, y nos ha brindado una comprensión más profunda de los entresijos lógicos y epistemológicos de la explicación. Ha habido un avance en el análisis si por tal se entiende que los modelos han sido criticados mediante objeciones sutiles y han debido encontrar, con mejor o peor fortuna, respuestas para esas críticas. El reconocimiento de que probabilidades bajas también explican y que, por tanto, la explicación no tiene por qué ser un argumento (Jeffrey y Salmon); la introducción de análisis contextuales y pragmáticos en la determinación del significado de una demanda explicativa y en la evaluación de sus respuestas (Scriven y van Fraassen); la elaboración de una teoría de la causación basada en el conocimiento científico (Salmon); el desarrollo de la lógica erotética (Bromberger, Belnap, van Fraassen) ...; todo ello, se esté o no de acuerdo con los resultados obtenidos, ha significado un perfeccionamiento de los puntos de vista iniciales. No se puede decir, sin embargo, que un modelo haya superado definitivamente a otro o que haya contado con el apoyo sin reservas de la mayoría de los filósofos.

Todos los modelos (los tres presentados y otros más que podrían citarse) tienen puntos débiles, muchos de los cuales ya han sido mencionados. Al modelo de cobertura legal se le considera pieza fundamental de la llamada «Concepción Heredada», y depende en sus fundamentos de los principios positivistas que caracterizaban a la misma (cf. Brown [1977]). Como es de sobra sabido, esos principios han sido cuidadosa y sistemáticamente desmontados por toda la filosofía de la ciencia posterior al Círculo de Viena. El golpe de gracia para los presupuestos positivistas de este modelo fue dado por P.K. Feyerabend en «Explicación, reducción y empirismo» y por T.S. Kuhn en *La estructura de las revoluciones científicas*, obras ambas aparecidas en 1962. En la medida en que el modelo de cobertura legal es deudor de dichos supuestos, no puede ser salvado sin ellos.

El modelo S-R fue declarado insuficiente por su propio creador en beneficio de una interpretación mecánico/causal, cuyos presupuestos realistas sobre el concepto de causa y los mecanismos de la causación están en el centro de la polémica contemporánea sobre el papel de las teorías científicas. Ni que decir tiene que nada garantiza que el realismo sea verdadero y sus rivales falsos. Además,

25 El Salmon de [1984] negaría que hubiera explicación sin el conocimiento de esos mecanismos causales. También Suppe [1988] niega que el citado estudio sobre el cáncer explique por qué alguien lo desarrolla.

este modelo exige la atribución de probabilidades a cada partición de la clase A a la que pertenece el fenómeno a explicar, y no siempre es posible hacer esto en la ciencia.

Tampoco la introducción de factores pragmáticos y la sustitución del concepto de verdad por el de adecuación empírica resuelve definitivamente las cosas. El creacionismo era empíricamente adecuado en 1860 y no podía ser rechazado frente al darwinismo atendiendo sólo a factores pragmáticos. Las explicaciones del creacionismo eran desde este punto de vista tan buenas como las del darwinismo (cf. Gasper [1990], p. 291).

Por otra parte, los tres modelos suponen que explicar es responder a una pregunta-por qué o a una pregunta que puede reformularse mediante un '¿por qué?'. Pero es muy cuestionable que todas las explicaciones científicas puedan reducirse a eso. Hay ocasiones en que las preguntas acerca del cómo, del dónde o del qué presuponen cosas muy distintas de las preguntas-por qué. Y hay ocasiones en que una teoría puede explicar el cómo pero no el porqué de un fenómeno (cf. F. Suppe [1988], pp. 137 y ss.). Además, en la historia y en las ciencias sociales encontramos explicaciones basadas en la racionalidad de los agentes humanos que no parecen obedecer a los patrones explicativos usuales en las ciencias naturales.

Si, por consiguiente, lo que esperamos de un modelo de explicación científica es que establezca las condiciones necesarias y suficientes para determinar cuándo tenemos una explicación en las ciencias y cuándo no, hemos de admitir el fracaso de todos ellos en conseguirlo. Achinstein [1983] ha puesto de relieve algunas razones de este fracaso.

No hay nada de extraño en que un proyecto semejante no haya llegado hasta ahora a buen puerto. El concepto de explicación está estrechamente ligado al concepto de causación, como ha quedado claro en las páginas precedentes, y, desde que Hume nos despertó del sueño dogmático, todo intento de penetrar en este último concepto sólo ha generado perplejidades. Las discusiones escolásticas dentro de la Concepción Heredada para dirimir si los condicionales contrafácticos permiten diferenciar la universalidad accidental de la universalidad nómica son buena prueba de ello.

Los modelos deben interpretarse simplemente como ideales simplificadores con cierto poder heurístico. No debe pensarse que la pluralidad de explicaciones concretas que encontramos en las distintas disciplinas científicas han de encajar en ellos necesariamente. Ni tampoco debe creerse que son modelos permanentemente válidos. Al fin y al cabo, los criterios para decidir qué cuenta como una buena explicación dependen de las teorías aceptadas en cada momento, y éstas están sujetas a cambios históricos radicales (cf. Kuhn [1977], p. 54). Como ha escrito Toulmin ([1972/1977], p. 166), «el núcleo de los recientes argumentos sobre el cambio conceptual en la ciencia es la comprensión de que ningún ideal único de 'explicación' o justificación racional —como las que Platón y Descartes hallaron en la geometría formal— es universalmente aplicable a todas las ciencias en todas las épocas».

(Marzo de 1994)

## REFERENCIAS

- ACHINSTEIN, P. [1983]: *The Nature of Explanation*, Oxford: Oxford University Press. (Vers. cast.: *La naturaleza de la explicación*, México: F.C.E., 1989).
- BELNAP, N.D., Jr. Y J.B. STEEL, Jr. [1976]: *The Logic of Questions and Answers*, New Haven: Yale University Press.

- BROMBERGER, S. [1966]: «Why-Questions», en R.G. Colodny (ed), *Mind and Cosmos*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, pp. 86-111.
- BROWN, H.I. [1977]: *Perception, Theory and Commitment. The New Philosophy of Science*, Chicago, Ill.: Precedent Publishing. (Vers. cast.: *La nueva filosofía de la ciencia*, Madrid: Tecnos, 1983).
- CAMPBELL, N.R. [1920]: *Physics: The Elements*, Cambridge: Cambridge University Press. (Reimpreso como *Foundations of Science*, New York: Dover, 1957).
- CARTWRIGHT, N. [1979]: «Causal Laws and Effective Strategies», *Noûs*, 13.
- COFFA, J.A., [1977]: «Probabilities: Reasonable or True?», *Philosophy of Science*, 44, pp. 186-198.
- FEYERABEND, P.K. [1962]: «Explanation, Reduction and Empiricism», en H. Feigl y G. Maxwell (eds), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. III, Minneapolis: University of Minnesota Press, pp. 28-97. (Vers. cast.: *Límites de la ciencia. Explicación, reducción y empirismo*, Barcelona: Paidós, 1989).
- GASPER, Ph. [1990]: «Explanation and Scientific Realism», en D. Knowles (ed), *Explanation and its Limits*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 285-295.
- HANSON, N.R. [1958]: *Patterns of Discovery*, Cambridge: Cambridge University Press. (Vers. cast. *Patrones de descubrimiento. Observación y explicación*. Madrid: Alianza, 1985).
- HEMPEL, C.G. [1965]: *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*, New York: Free Press. (Vers. cast.: *La explicación científica. Estudios sobre la filosofía de la ciencia*, Buenos Aires: Paidós, 1979).
- [1966]: *Philosophy of Natural Science*, Englewood Cliff, N.J.: Prentice Hall. (Vers. cast.: *Filosofía de la ciencia natural*, Madrid: Alianza, 1976).
- HEMPEL, C.G. y P. OPPENHEIM [1948]: «Studies in the Logic of Explanation», *Philosophy of Science*, 15, pp. 135-178. (Reproducido con añadidos en Hempel [1965]).
- JEFFREY, R.C. [1969]: «Statistical Explanation vs. Statistical Inference», en N. Rescher (ed.), *Essays in Honor of C.G. Hempel*, Dordrecht: Reidel. (Reimpreso en W.C. Salmon et al. [1971], pp. 19-28).
- KUHN, T.S. [1962]: *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press. (Vers. cast., *La estructura de las revoluciones científicas*, México: F.C.E., 1971).
- [1977]: *The Essential Tension*, Chicago: Chicago University Press. (Vers. cast.: *La tensión esencial*, México: F.C.E., 1982).
- MELLOR, D.H. [1976]: «Probable Explanation» *Australasian Journal of Philosophy*, 54, pp. 231-241.
- MILL, J.S. [1843]: *System of Logic: Raciotinative and Inductive*. (Reeditado por J.M. Robson (ed), *Collected Works of John Stuart Mill*, vols. VII y VIII, Toronto: University of Toronto Press.
- POPPER, K.R. [1934]: *Logik der Forschung*, Wien: Springer. (Vers. cast. de la edición inglesa: *La lógica de la investigación científica*, Madrid: Tecnos, 1962).
- REICHENBACH, H. [1956]: *The Direction of Time*, Berkeley: University of California Press.
- SALMON, W.C. [1978]: «Why ask, 'Why?'?», *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association*, 51, pp. 683-705.
- [1984]: *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princenton, N.J.: Princenton University Press.
- [1990]: *Four Decades of Scientific Explanation*, Minneapolis: Minnesota University Press. (Incluido también en P. Kitcher y W.C. Salmon (eds.) [1989]: *Scientific Explanation*, Minneapolis: Minnesota University Press, pp. 3-219).

- SALMON, W.C. *et al.* [1971]: *Statistical Explanation and Statistical Relevance*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- SCHEFFLER, I. [1957]: «Explanation, Prediction, and Abstraction», *Brit. J. Phil. Sci.*, 7, pp. 293-309.
- [1963]: *The Anatomy of Inquiry: Philosophical Studies in the Theory of Science*, New York: A. Knopf.
- SCRIVEN, M. [1959]: «Explanation and Prediction in Evolutionary Theory», *Science*, 130, pp. 477-482.
- [1962]: «Explanations, Predictions, and Laws», en H. Feigl y G. Maxwell (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. III, Minneapolis: University of Minnesota Press, pp. 170-230.
- SUPPE, F. [1988]: «A Nondeductivist Approach to Theoretical Explanation», en A. Grünbaum y W.C. Salmon (eds), *The Limitations of deductivism*, Berkeley: University of California Press, pp. 128-166.
- TOULMIN, S. [1961]: *Foresight and Understanding*, London: Hutchinson.
- [1972]: *Human Understanding, vol. I. The Collective Use and Evolution of Concepts*, Oxford: Oxford University Press. (Vers. cast. *La comprensión humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*, Madrid: Alianza, 1977).
- TUOMELA, R. [1981]: «Inductive Explanation», *Synthese*, 48, pp. 257-294.
- VAN FRAASSEN, B.C. [1980]: *The Scientific Image*, Oxford: Oxford University Press.
- VON WRIGHT, G.H. [1971]: *Explanation and Understanding*, London: Cornell University Press. (Vers. cast.: *Explicación y comprensión*, Madrid: Alianza, 1979).