

DOS MODELOS DE EXPLICACIÓN CIENTÍFICA: INFERENCIAS Y RECONSTRUCCIONES¹

JUAN RAMÓN ÁLVAREZ

Departamento de Filosofía y Ciencias de la Educación.
Facultad de Filosofía y Letras. Campus universitario de Vegazana.
Universidad de León. 24071 León.

En este artículo se analizan dos modelos de explicación científica. El primero, bien conocido en la tradición de la filosofía de la ciencia, se caracteriza por presentar la explicación como un procedimiento inferencial que obtiene el *explanandum* como una conclusión que se sigue de un *explanans* que consta de leyes y datos (condiciones antecedentes). El segundo, se caracteriza por entender la explicación como una reconstrucción de morfologías observadas como desviaciones explicables por leyes (de tipo 2) aplicadas a morfologías básicas construidas partiendo de leyes o principios (de tipo 1). Se muestra que en la forma completa del primero y en las versiones del segundo se conjugan inferencia y (re)construcción, componiendo una imagen menos simplista de la explicación.

Palabras clave: ciencia, explicación, Hempel, inferencia, leyes.

1. Introducción

En la filosofía de la ciencia el tema de la explicación ha ocupado un puesto singularmente importante, porque se ha entendido, con razón, que la explicación es una *función* -incluso la principal- que las ciencias deben cumplir². La historia de la filosofía de la ciencia está repleta de consi-

¹ El texto que sigue es, con algunas modificaciones, el de una ponencia presentada, con el título "Los modelos de explicación científica y la diversidad de las ciencias", el 2 de diciembre de 1993 en el Seminario de la Sección de Filosofía del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico, donde me encontraba como Catedrático visitante. Agradezco a Héctor Huyke y Andoni Ibarra ayudas bibliográficas. Debo a José Silva, Carlos Soto y Luis Fernández Moreno, que leyeron el borrador, sugerencias útiles para la precisión de algunos conceptos.

² Así queda explícito, por ejemplo, en Bakker & Clark (1988), donde se asimila la teoría de la explicación científica a la introducción a la filosofía de la ciencia.

deraciones, debates, aclaraciones, etc. acerca de lo que es (y no es), así como de lo que debe (y no debe ser) una explicación científica. Se trata de un tema inexcusable también en la metodología (científica o filosófica) de la ciencia, que debe ser conocido con solvencia tanto por los científicos que han de desarrollar las explicaciones (si es algo más que mera literatura el *desideratum* de la ciencia explicativa) como por los filósofos que han de construir reflexivamente su concepto. El trabajo que sigue, perteneciente como es evidente a este segundo género de consideraciones, se propone llevar a cabo una exposición de dos modelos de explicación científica asociados a procedimientos metodológicos diferentes, pero no absolutamente excluyentes.

Wesley Salmon ha puntualizado, refiriéndose a la idea de explicación, que existen básicamente dos nociones de explicación: 1) explicar como *inferir* una conclusión a partir de leyes generales e informaciones disponibles, y 2) explicar como *identificar el mecanismo* subyacente a un proceso³. La primera noción es asociable al llamado modelo *deductivo-nomológico* (DN) de explicación ligado a toda una corriente de pensamiento y especialmente al nombre de Carl Gustav Hempel⁴. La segunda, creo que está en la línea de los modelos explicativos de tipo causal -los verdaderos modelos explicativos (univocistas o probabilistas) según Salmon (1984). En la tercera parte de este trabajo se introduce el modelo *reconstructivo-naturalista* (RN), un marco explicativo que admite una versión

³ Salmon (1985). No debe confundirse esta dicotomía genérica con la tres concepciones básicas (epistémica, modal y óptica) de Salmon (1984, p. 3 y ss.). Cfr. también Álvarez (1990, 1991, 1993).

⁴ C.G. Hempel, 1965, y también 1973. Respecto a la denominación del modelo explicativo no se me escapa que la traducción literal (respetuosa del orden sustantivo-adjetivo) es "nomológico-deductivo" (así traduce correctamente Deaño en Hempel (1973)). Mi intención al alterar ese orden es realzar su aspecto procedimental (deductivo, pero como se verá, a la vez subsuntivo por lo que afecta a las leyes y a los hechos). Este quiebro no es "inofensivo", pero tampoco desvirtúa el planteamiento de Hempel, que contiene más virtualidades que las que suelen aparecer en los resúmenes. DN, en sus versiones legal-factual y legal-legal, se opone al modelo estadístico-inductivo en sus dos versiones homólogas. Para la tipología cuatripartita de Hempel, cfr. Salmon 1989, p. 8 y ss.

completa y dos reducidas, que en algunas ocasiones he puesto en concordancia preferente con determinadas clases de ciencia⁵.

2. Explicar es inferir

2.1. Deducción y subsunción

En Hempel 1965 y 1973 se hallan exposiciones suficientes de las líneas generales que caracterizan al modelo DN. Su núcleo fundamental es la idea de que una explicación científica es una entidad enunciativa en la que debe distinguirse el *explanandum* (*E*) (descripción del hecho del que se quiere dar cuenta) del *explanans* (*S*), cuya composición básica está marcada por la distinción entre enunciados de *leyes* (L_i) generales y de *condiciones* (C_i) *antecedentes*. El vínculo que une el *explanans* al *explanandum* es el de *deducción* lógica. De ahí que la representación gráfica que ha hecho fortuna en las exposiciones es el esquema vertical de un argumento con la disposición habitual de premisas y conclusión, donde el *explanans* es coextensivo con el conjunto de las premisas (en conjunción explícita o no, cfr. Hempel 1965, p. 336) y el *explanandum* con la conclusión. La cita que sigue reproduce el esquema suministrado por el propio Hempel en varias ocasiones (1965, 1973):

...puede concebirse la explicación como un argumento deductivo de la forma

$$\begin{array}{rcc}
 & C_1, C_2, \dots, C_k & \\
 & & \text{Explanans } S \\
 \text{(N-D)} & L_1, L_2, \dots, L_r & \\
 \hline
 & E & \text{Enunciado } \textit{explanandum}
 \end{array}$$

El género de explicación cuya estructura lógica se sugiere en el esquema (N-D) se llamará *explicación nomológico-deductiva* o, brevemente, explicación N-D, por-

⁵ He adelantado parcialmente algunas ideas de las aquí expuestas en Álvarez (1992) y en mi ponencia al Simposio de SOFIA en Salamanca en 1991, "Explanation, Ontology and Human Sciences", pero respecto de esas consideraciones introduzco modificaciones significativas.

que lleva a cabo una subsunción deductiva del *explanandum* bajo principios que tienen la condición de leyes generales. Por tanto, una explicación N-D responde a la pregunta “¿Por qué ocurrió el fenómeno *explanandum*? mostrando que el fenómeno fue el resultado de ciertas circunstancias particulares indicadas por C_1, C_2, \dots, C_k , de acuerdo con las leyes L_1, L_2, \dots, L_r . Al señalar esto el argumento muestra que, dadas las circunstancias particulares y dichas leyes, *era de esperar* que ocurriera el fenómeno, y es en este sentido que la explicación nos permite *entender por qué* ocurrió el fenómeno.

Por tanto, en una explicación N-D, el *explanandum* es una consecuencia lógica del *explanans*. Además, la dependencia de leyes generales es esencial para una explicación N-D: es en virtud de tales leyes que los hechos particulares citados en el *explanans* poseen importancia explicativa respecto del fenómeno *explanandum*. (Hempel 1965, pp. 336-337).

El párrafo final recalca la relación de deducción, pero reclama importancia paralela (si no mayor, porque “nomológico” es el componente sustantivo del nombre compuesto) para la dependencia de leyes generales. Sin embargo, repárese en que son éstas las que posibilitan la *subsunción* deductiva. Es decir, el nombre operativo del modelo hempeliano sería “subsuntivo-deductivo”. Debe explorarse esta segunda vertiente, puesto que la subsunción no se consigue por medio de la deducción, aunque a veces la deducción dependa de determinadas subsunciones⁶. Sabemos que la deducción como paso de las premisas a la conclusión con conservación de (el valor positivo de) la verdad es definible con total independencia de la oposición general/particular. La idea de subsunción remite, por el contrario, a contextos en que dicha oposición es fundamental, puesto que las leyes subsuntoras (una buena traducción, dicho sea de pasada, para *covering laws*) se caracterizan precisamente por su *generalidad*, en virtud de la cual es posible “cubrir” o “subsumir” los casos. Hempel destaca, además, que “es en virtud de tales leyes que los hechos particulares citados en el *explanans* poseen importancia explicativa respecto del fenómeno ex-

⁶ Así en los argumentos cuantificados de la lógica de predicados, como el tan citado de la mortalidad de Sócrates: *Todos los hombres son mortales, Sócrates es hombre* \vdash *Sócrates es mortal* (donde Sócrates, entre otros, es subsumido en el conjunto de individuos que sustituyen la variable x), que en el lenguaje de la lógica de enunciados no puede justificarse, porque se traduce por el esquema $p, q \vdash r$, cuyo condicional canónico no es una tautología.

planandum” (*ibid.*). Un modo de entender esto es fijarse en un ejemplo sencillo. La ecuación

$$v = v_0 + at$$

que es el resultado comprimido de algunas leyes (y puede ser aquí sucedáneo adecuado suyo)⁷, que permite *calcular* la velocidad de un móvil cuya velocidad inicial, aceleración media y tiempo transcurrido desde el comienzo se conocen, puede transferirse al siguiente esquema junto con los valores antecedentes y resultado consecuente (Hempel, recuérdese, habla del *explanandum* como un resultado):

$v_i = v_0 + at$	L_i	
		<i>Explanans</i>
$v_0 = 12 \text{ m/sec}; a = 2 \text{ m/sec}^2; t = 3 \text{ sec}$	C_i	
$v_i = 18 \text{ m/sec}$		<i>Explanandum</i>

Aquí difícilmente puede decirse que el resultado (18 m/sec) se *deduzca* de las premisas, pero sí que se subsumen los valores antecedentes y el consecuente en la misma fórmula legal que da importancia explicativa a los valores antecedentes respecto del consecuente: el consecuente queda *unívocamente determinado*, dada la fórmula y los valores antecedentes. Por otro lado, las condiciones antecedentes y las consecuentes son intercambiables. Si sabemos que al cabo de tres segundos de haber partido ha alcanzado el móvil la velocidad de 18 m/sec con una aceleración media de 2 m/sec² desde el origen, podemos determinar igual de unívocamente una velocidad inicial de 12 m/sec. Si en el primer caso se predice, en el segundo se retrodice. En ninguno de ellos, sin embargo, se deduce.

⁷ Para más sencillez podría usarse la fórmula $F = ma$ asociada, pero no igual, a la segunda ley de Newton que sólo enuncia la proporcionalidad directa entre la fuerza impresa y la aceleración producida en el móvil. Para el desfase entre esta ley y su fórmula asociada, cfr. Palter (1973).

¿Cómo se relacionan entre sí estas dos presuntas versiones de DN, a saber, la deductiva y la subsuntiva?

Una aproximación gremial emparentaría la primera versión con la profesión de los lógicos, y la segunda con la de los matemáticos aplicados o los ingenieros. En la primera se infiere, en la segunda se calcula. La superposición, en lo referente a la univocidad, debe calibrarse con precisión. En efecto, de las premisas ' $p \rightarrow q$ ' y ' p ' se concluye ' q ' en un esquema argumental elemental como el siguiente:

$$\begin{array}{l} p \rightarrow q \\ p \\ \hline q \end{array}$$

pero la conclusión ' q ' a que se llega conservando la verdad de las premisas ' $p \rightarrow q$ ' y ' p ' no es única, puesto que de las mismas premisas son también conclusiones todas las disyunciones en que aparezca ' q '. No puede decirse que "la deducción" asigne a las premisas una y una sola conclusión" (entendiendo por ello una sola fórmula en el lenguaje de la lógica de enunciados). A lo más puede decirse que "la deducción" determina unívocamente el valor V de la conclusión si ese es el valor de la conjunción de las premisas (caso $p=V$, $q=V$ para el condicional $p \rightarrow q$), pero puesto que la lógica está definida por una restricción -negativamente, que no se obtengan conclusiones falsas partiendo de premisas verdaderas⁸ - deja abierta la cuestión en caso de que la conjunción de las premisas sea falsa. Ahora bien, si se concreta la obtención de la conclusión a partir de una regla -en el caso presente la regla de eliminación del condicional que metalingüísticamente corresponde a dicha forma argumental, entonces (merced al carácter veritativo-funcional de la lógica de enunciados) la regla de eliminación del condicional asigna a las dos premisas una y una

⁸ Existen sistemas *duales* de los sistemas de la lógica deductiva elemental, tanto en sus versiones axiomatizadas como regladas. Sobel (1994) ofrece un sistema dual de reglas al que llama "*lógica baja*" (*nether logic*) caracterizada por la conservación de la falsedad.

sola conclusión, a saber, la que consiste en el consecuente del condicional $p \rightarrow q$.

La caracterización deductiva y la subsuntiva comparten, de un modo general, una estructura funcional caracterizada por la univocidad. En el caso del móvil, el valor de la velocidad queda unívocamente determinado por la fórmula y los datos, en el caso de los argumentos el valor de verdad de la conclusión está unívocamente determinado por el valor *verdadero* de la conjunción de las premisas y, con relación a una regla dada, una determinada conclusión lo es unívocamente de determinadas premisas. Para entender el modelo DN, sin confusiones, deben separarse las dos funcionalidades, por una parte, y, por la otra, se ha de distinguir entre dos ideas de subsunción que están implícitas en el planteamiento. La fórmula vale para todo móvil (de la mecánica clásica) y permite calcular la velocidad de un móvil observado (o fingido) del que se conocen (o se ponen) las C_i . Como Sócrates (cfr. nota 4), el móvil observado (o fingido) es subsumido bajo la ley:

Para todo x , si x es un móvil, entonces la velocidad puntual de x es igual a la suma de su velocidad inicial y el producto de su aceleración (media) por el tiempo transcurrido desde su partida.

La autorización para llevar a cabo el cálculo de la velocidad del móvil b , es decir, de hacer la subsunción algebraica⁹ del ejemplo aducido, la expide la subsunción lógica (*the logical covering*, por hablar a la Hempel) de b en x , cuya forma es un razonamiento semejante al de la nota 4:

⁹ Llamo algebraica a esta subsunción por la ecuación en que la aceleración a está presente de modo simplificado abreviando su forma de derivada dv/dt , que conduce a la ecuación diferencial $Fdt = mdv$. La oposición entre una subsunción lógica y una subsunción algebraica está, por decirlo así, pegada a la forma del ejemplo. Si el ejemplo fuera diferente, podría ocurrir que la segunda subsunción tuviera otra caracterización.

$$\begin{array}{l}
 (x)[Mx \rightarrow (v_t = v_0 + at)x] \\
 Mb \\
 \hline
 Mb \rightarrow (v_t = v_0 + at)b \\
 (v_t = v_0 + at)b
 \end{array}
 \quad \text{[subsunción lógica]}$$

Me parece que ésta es la forma que hace justicia a la siguiente afirmación de Hempel:

el método de la explicación nomológico-deductiva rinde cuentas de un suceso particular subsumiéndolo en leyes generales de la manera representada por el esquema. (Hempel, 1965, p. 300).

A partir de esta subsunción lógica está justificada la subsunción algebraica del ejemplo que es la que determina el *E(xplanandum)*, y que es preferible presentar en forma no argumentativa (contra lo hecho al introducir el ejemplo):

Dados:

$$\begin{array}{l}
 v_t = v_0 + at \\
 v_0 = 12 \text{ m/sec}; a = 2 \text{ m/sec}^2; t = 3 \text{ sec}
 \end{array}$$

[subsunción algebraica]

Sustitución y cálculo:

$$v_3 = 12 + 2(3) = 18 \text{ m/sec.}^{10}$$

¹⁰ Woodward (1979) ha unido, a mi juicio confundiéndolas, ambas subsunciones en un único razonamiento en el modelo que Achinstein (1981, p. 143) llama modelo de interdependencia funcional, cuyo ejemplo es:

Este péndulo es simple.

La longitud de este péndulo es 100 cm.

El período T de un péndulo simple se relaciona con su longitud L mediante la fórmula $2\pi (L/g)^{1/2}$, donde $g = 980 \text{ cm/sec}$. (*Explanans*)

Por tanto,

Este péndulo tiene un período de 2.03 sec. (*Explanandum*)

2.2 Lex explanans/lex explanata

En los mismos lugares (1965, 1973) Hempel ha insistido en que no debe exigirse a DN que contenga C_i , para con ello dejar abierto un segundo caso en que el *explanandum* sea él mismo un enunciado nomológico y no la descripción de un hecho. En este caso, las premisas serían leyes y la conclusión una ley de nivel inferior. DN serviría, pues, para articular jerárquicamente el orden legal de una teoría (o, en todo caso, de un conjunto de leyes, dejando al margen el problema de su pertenencia a una o varias teorías).

El... *explanandum* en una explicación nomológico-deductiva... puede ser una regularidad que se encuentra en la naturaleza... o una uniformidad expresada por una ley empírica, tal como las leyes de Galileo o las de Kepler. Las explicaciones deductivas de esas uniformidades invocarán, entonces, leyes de alcance más amplio..., tales como... las leyes Newton del movimiento y la gravitación (Hempel 1973, p. 82)

Traigo a colación esta segunda variante de DN (la legal-legal, frente a la legal-factual) por la utilidad que tendrá al comparar este modelo de explicación con el RN. En buena consonancia con el carácter deductivo del modelo, unas leyes *explicarían* otras cuando estas últimas se sigan lógicamente de las primeras. Pero en esta variante de DN hay dificultades semejantes a las contenidas en la variante legal-factual. La cita de Hempel que antecede, junto a prevenciones del propio autor, puede servir para plantearlas.

Refiriéndose a esta explicación deductiva de leyes Hempel remite a ejemplos contenidos en Kline (1981, cap. 17). Pero también valdría recurrir a los dos capítulos anteriores que tratan, precisamente, de las "consecuencias deductivas" de la ley de gravitación. Porque allí encontramos el modo en que este eminente historiador de las matemáticas, a cuya autoridad se acoge Hempel para ejemplificar sus tesis, entiende

El "por tanto" da apariencia de conclusión lógica al resultado $T = 2.03$ sec parafraseado por "Este péndulo tiene un período de 2.03 sec". Se trata de un esquema forzado por el empeño en absorber una subsunción algebraica en la subsunción lógica.

“deducción”. La “deducción” de la ley de Galileo consiste en el siguiente procedimiento.

Las leyes indicadas por Hempel tienen sus fórmulas asociadas, como también la de este ejemplo, su versión ecuacional asociada a su versión enunciativa. Dada, por tanto, la fórmula (donde F es la fuerza de atracción, m_1 , m_2 las masas de los cuerpos, r la distancia que los separa y G la constante que transforma la proporcionalidad en ecuación)

$$F = G (m_1 m_2) / r^2,$$

aplicable con carácter general a cualesquiera dos cuerpos, ésta “debe ser aplicable en particular a la Tierra y a un objeto cercano a ella” (Kline 1981, p. 232) -una clara alusión a lo que en el apartado anterior he llamado la subsunción lógica¹¹. Hecha ésta, está preparado el terreno para la subsunción algebraica, que se desarrolla como sigue. Puesto que la segunda ley de Newton tiene la fórmula asociada $F = ma$, la composición, el ensamblaje de ambas ecuaciones por medio de F , conduce a

$$a = G m_2 / r^2,$$

de donde se “sigue” el valor constante de a , ya que G , m_2 (masa en este caso de la Tierra) y r (distancia del centro del grave al centro de la Tierra) son constantes. Sabido que es una constante sólo resta calcularla y el

¹¹ Aquí podría darse la forma completa de la subsunción lógica que posibilita la subsunción algebraica:

$$(x)(y) \in U (Mx \ \& \ My \rightarrow F = G (m_x m_y) / r^2.)$$

$$Mc \ \& \ Mt$$

$$\hline Mc \ \& \ Mt \rightarrow F = G (m_c m_t) / r^2$$

$$F = G (m_c m_t) / r^2.$$

$$r = d(x, y)$$

$$(c, t \in U)$$

valor será otra “consecuencia” de la ley de la gravitación. Kline resume así lo alcanzado.

Esto es justamente lo descubierto por Galileo. De hecho, la magnitud a en este caso es 32 ps/sec^2 y F se convierte en el peso P del objeto... (Kline 1981, p. 232).

2.3 Discurso y construcción

El ejemplo de la variante legal-legal de DN incluye, pues, como el de la legal-factual una fusión de dos subsunciones: la subsunción lógica y la subsunción algebraica. La unidad del modelo se mantiene en estas dos variantes, como debe ocurrir en armonía con las consideraciones de Hempel.

Subsunción lógica y subsunción algebraica pueden ponerse en paralelo con procedimientos discursivos y constructivos (de ensamblaje más que de inferencia). Frente a las consideraciones del “lógico” Hempel que absorbe bajo la deducción ambas subsunciones, el “matemático” Kline llama deducción a los ensamblajes que permiten recuperar (reconstruir) fórmulas como la ley de Galileo, partiendo de fórmulas subsuntoras como la asociada a la ley de la gravitación newtoniana.

DN lleva fundidos dentro, sin manifestarlo en la presentación clásica de Hempel (y también de los comentaristas que en gran número lo han reconsiderado), esta combinación de discurso deductivo (subsunción lógica) y de ensamblaje operativo (por ejemplo, la subsunción algebraica). Y podría ser que esto fuera el resultado de poner en solfa lógica un modelo explicativo que constituyó el ideal de la ciencia moderna. Sin embargo, este ideal, como recordó hace unos años René Thom, en polémica con un eminente físico, es indisoluble de la “revolución sintáctica” de un lenguaje matemático en que se formula adecuadamente el concepto de *función* que sirvió de base a la teoría de los procesos deterministas (unívocos)¹² -tanto en su versión diferencial (local) como en la integral (global).

¹² Cfr. Thom (1986) y Alvarez (1987).

No es extraño, por tanto, que nos encontremos en DN aquello que la formulación discursiva (el paso, conservador de la verdad, de unas premisas a una conclusión por medio de reglas de inferencia) ha terminado "cubriendo"¹³, a saber, la arquitectura de la formulación constructiva (el ensamblaje de formas matemáticas que, conservando la igualdad, determinan unívocamente el *explanandum*).

DN resulta, ahora, ser más de lo que era. Y siéndolo, en esta forma revisada, obliga a cualquier alternativa suya a cubrir al menos otro tanto.

3. Explicar es (re)construir

3.1 Morfologías y desviaciones

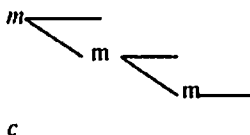
Todos los cuerpos perseveran en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, salvo que se vean forzados a cambiar ese estado por fuerzas impresas (Newton 1982, Ley I).

Esto dice (en la traducción citada) la ley o axioma I de los *Principios matemáticos de la filosofía natural* de Newton. Es claro que no pudo Newton comprobar con hechos este principio *contrafáctico* donde los haya. Los hechos revelan movimientos acelerados y cambiantes en dirección que se desvían del esquema de identidad¹⁴ formulado en el principio de inercia. El segundo principio newtoniano establece la proporcionalidad

¹³ Hempel dejó bien sentado que no sólo la forma univocista-determinista de la explicación se apoya en "leyes subsumtoras", sino también la probabilista-estadística. "The general conception of explanation by deductive subsumption under general laws or theoretical principles, as it has been outlined on this section, will be called the *deductive-nomological model*, or the *D-N model of explanation*; the laws invoked in such an explanation will be also referred to, in William Dray's suggestive phrase, as *covering laws*... Unlike Dray, however, I will not refer to the D-N model as the covering law model, for I will subsequently introduce a second basic model of scientific explanation which also relies on covering laws, but which is not of deductive-nomological form. The term 'covering law model' will then to refer to both of those models." (Hempel 1965, pp. 345-346).

¹⁴ Aunque luego me referiré a estos constructos como morfologías básicas, no debo pasar sin señalar que en trabajos de hace unos años empleé esta expresión que acuñó Gustavo Bueno para caracterizarlas, Cfr. Bueno (1978a).

directa entre la aceleración producida y la fuerza impresa en el móvil. A él se asocia la conocida igualdad $F=ma$. Al esquema de identidad que ofrece el primer axioma de la indistinción entre movimiento y reposo relativos, añade el segundo la fuerza como factor causal que desvía de rectitud y uniformidad. Los movimientos observables pueden (re)construirse como desviaciones del movimiento inercial producidas por fuerzas que actúan en los móviles. Sea un supuesto móvil m que se moviera inercialmente y un cuerpo c que ejerciera una fuerza de atracción sobre m . En un incremento de tiempo esa fuerza desviaría de la horizontal la trayectoria de m , que se situaría incoativamente en una segunda trayectoria que en el siguiente lapso de tiempo se vería desviada de la horizontal, y así sucesivamente. La trayectoria orbital de m alrededor de c puede figurarse como una desviación de la recta inercial por efecto de una fuerza ejercida por c sobre m ¹⁵.



El movimiento rectilíneo y uniforme es una *morfología básica* (MB) respecto de la cual las morfologías observadas (MO) (los movimientos efectivos) se reconstruyen como desviaciones producidas por factores causales (dinámicos). Las leyes I y II de los *Principia* juegan aquí papeles diferentes. El principio de inercia ofrece una MB, el principio de la fuerza es un principio explicativo que sirve para reconstruir como desviaciones los movimientos observados.

¹⁵ “Y de la misma manera en que un proyectil es forzado por la fuerza de la gravedad a moverse en una órbita y dar una vuelta completa alrededor de la Tierra, también la luna, o por la fuerza de la gravedad, si está dotada de gravedad, o por cualquier otra fuerza que la impela hacia la Tierra, puede ser apartada continuamente hacia la Tierra, desviándose de la trayectoria rectilínea que habría de seguir por su fuerza insita, y estaría forzada a girar en la órbita que ahora describe” (Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, cit. por Kline (1981, pp. 229-230)).

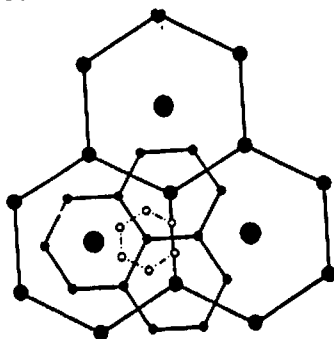
Aquí explicar es (re)construir el *explanandum* como desviación de la MB. El *explanans* contiene leyes, pero en este caso leyes para construir (o presentar) la MB y leyes para explicar como desviaciones las morfologías observadas.

En las ciencias humanas se ha considerado que la comprensión de las acciones puede guiarse por medio de postulados generales que juegan el papel de normas¹⁶. En Álvarez (1991) estudié una familia de teorías donde las acciones de consumo se definen por la minimización de los gastos en las adquisiciones de bienes que requieren desplazamientos espaciales medidos en gastos de transporte. La racionalidad del consumidor consistirá, pues, en minimizar la cantidad $q = \text{precio} + \text{transporte}$.

Suponiendo, además, que en una llanura (superficie de transporte) uniforme e isotrópica hay una distribución óptima de establecimientos (dispuestos en los vértices de triángulos equiláteros de igual tamaño), que todos ellos venden un solo bien a un mismo precio, que sólo existe un medio de transporte que cobra las mismas tarifas en todo el territorio, la conducta *racional* de los consumidores, consistente en comprar en el establecimiento más cercano, daría lugar a áreas de mercado circulares en torno a cada establecimiento y a una red de círculos tangentes de igual tamaño. En 1933 Walter Christaller (1980) presentó este modelo bajo la condición de que *todo consumidor sea servido* (el llamado principio de abastecimiento, *Versorgungsprinzip*). La consecuencia necesaria de este requisito es la determinación de redes hexagonales regulares en la superficie de transporte, donde cada hexágono constituye el área de mercado de un establecimiento. Las "leyes": Todo consumidor racional minimiza el gasto, la disposición óptima de puntos en un plano es aquella en que están situados en los vértices de triángulos equiláteros de igual tamaño, el empaquetamiento óptimo de círculos en un plano es el que sitúa sus centros en red hexagonal regular, el principio (en realidad una condición de ligadura) de abastecimiento (todo consumidor ha de ser servido), tienen

¹⁶ Lo que le ha ganado a determinadas teorías científicas de esta clase el apellido de *normativas* (pongamos por caso, la economía normativa, cfr. Álvarez, 1991), frente a versiones descriptivas formuladas para el mismo campo de investigación.

como consecuencia necesaria la MB de la teoría: *la red hexagonal regular de las áreas de mercado*.



Esta red, como el movimiento rectilíneo y uniforme, es un *constructo* que se obtiene por el concurso (o la expresión) de las “leyes” de forma unívoca (o es la propia morfología presentada, caso del principio de inercia, o es la única que resulta de la conjunción de las condiciones, caso de la red hexagonal).

Ahora bien, ni el principio de inercia, ni las leyes que funda la red hexagonal explican movimientos observables ni distribuciones observadas de establecimientos. Para ello tienen que entrar en juego otras leyes o principios que sirven para reconstruir las morfologías observadas como desviaciones respecto de la morfología construida. Christaller (1980) se refirió literalmente a *Deviationgesetze* (leyes de desviación) que servirían para reconstruir, a partir de la MB, la MO. Llamaremos leyes de tipo 1 ($L1_i$) a las que proporcionan las morfologías básicas y leyes de tipo 2 ($L2_i$) a las que explican (sirven para reconstruir) las MO como desviaciones. El esquema del modelo de explicación *reconstructivo-naturalista* (RN) puede ser como el que sigue:

$$(L1_1, L1_2, \dots, L1_n) \rightarrow MB$$

Explanans

$$(L2_1, L2_2, \dots, L2_n)(MB)$$

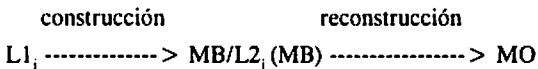
$$\parallel$$

$$(MO)$$

Explanandum

El modelo explicativo esbozado puede llamarse así, porque en él explicar es reconstruir MO como una desviación de MB (construida mediante leyes de tipo 1) en virtud de leyes de tipo 2. El término "naturalista" tiene la intención de no hacer excepcional aquí a ninguna ciencia frente a las naturales, no a reducir las ciencias semióticas o humanas a las naturales¹⁷.

La consideración de este modelo explicativo en el marco de una ciencia humana permite entender que la introducción de las máximas para entender acciones, procedimiento que caracteriza, a juicio de Habermas (1988), a estas ciencias frente a las demás, puede verse como el caso en que las leyes que sirven para la construcción de las MB son formulaciones acerca de acciones. Otra dificultad añadida vendría, por el lado de los estudios etológicos, del modo de proceder en la observación y explicación de la conducta animal, cuando se atribuyen anticipaciones (aunque sin llegar a identificarlas con intenciones) a los animales¹⁸. Pero desde el punto de vista del modelo explicativo, no altera esta peculiaridad la estructura de la explicación como tal, la cual, vista -digámoslo así- en horizontal, enmarca una construcción, apoyada en leyes de tipo 1, que conduce a MB y una reconstrucción de las MO que se lleva a cabo recurriendo a leyes de tipo 2.



¹⁷ Cfr. Álvarez (1988) para la distinción entre estos tipos de ciencias. Empleo aquí "naturalismo" en sentido metodológico, sin carga de reduccionismo ontológico, lo que no implica que los sistemas simbólicos y operativos estén "por encima" de sus soportes materiales, como si símbolos y acciones fueran ontológicamente "flotantes". Existe, por tanto, la posibilidad de un "naturalismo" no reduccionista: cfr. Bhaskar (1979).

¹⁸ Ello ha hecho a Bueno integrar en un mismo conjunto de ciencias a las humanas y las etológicas, porque proceden analizando su campo como uno en el que los términos están conectados por relaciones a distancia (relaciones que unifican -aunque no identifiquen- conducta humana y conducta animal). Cfr. Bueno (1978b)

La peculiaridad que puedan exhibir las explicaciones en las ciencias humanas no debe estar, por tanto, en una diferencia de estructura (modelo trimembre o completo, por oposición a modelos reducidos). Examinaré a continuación este problema alejándome de la posición que sugería mi ponencia citada de 1991.

Algunas ciencias semióticas como la lógica formal y las matemáticas, están vinculadas a “explicaciones” consistentes en la fase constructiva: partiendo de leyes construyen morfologías básicas¹⁹. La explicación de que determinada expresión sea una ley de la lógica es que haya sido *construida* mediante las reglas del sistema aplicadas a los axiomas y/o a teoremas previamente demostrados. Aquí explicar es construir. En cambio, cuando se reconstruye una forma de una lengua indoeuropea, por ejemplo, del griego, partiendo de su raíz hipotética (el indoeuropeo es un magnífico ejemplo de MB o sistema de ellas) se “explica” esa forma (una MO) como una desviación (entre otras que se le oponen en otras lenguas ide) de la MB (asteriscada, hipotética, en fin de cuentas, construida, no observada):

IDE *es-/s-

GRIEGO	LATÍN
es-mi > ei-mi	s-um
es-ti(n)	es-t ²⁰

¹⁹ Oponiéndose a la asimilación de Salmon de explicación a explicación causal, Kitcher pone de contraejemplo las ciencias formales: “Something very like (scientific) theoretical explanation occurs in areas that allow no obvious application of causal concepts: formal linguistics and mathematics” (Kitcher 1985, p. 637).

²⁰ No toda explicación por desviación es causal en sentido fuerte, pero existe un sentido débil como la *influencia* de unas formas sobre otras. Así por ejemplo, se refiere Brandenstein a las formas del plural del verbo “ser” griego, “En plural y dual debía aparecer, en vez de *es-*, el grado cero: ...”somos” (lat. *sumus*)...; en griego se propagó el grado pleno *es-* desde el sing.: *es-te*, La 1^a pl.. es fonéticamente *eimen* (hom.); *esmen* se debe a influjo de *este* (Brandenstein 1964, p. 346; las expresiones griegas en el libro citado han sido transcritas).

El ejemplo newtoniano, en su presentación, puede inducir a confusión. En primer lugar, porque se jugaba en él con sólo dos leyes (el principio de inercia que “presentaba” la MB, y el de la fuerza que era una ley de desviación). Pero las situaciones más frecuentes suponen ya morfologías básicas construidas a partir de varias leyes y en varios pasos. A esta situación obedece la precaución de Hempel al dejar abierto el modelo DN a la “deducción” de leyes a partir de otras leyes más generales. En segundo lugar, porque parecería que, como representativo de una ciencia natural, deja entrever que en las ciencias naturales se practica una especie de modelo reducido que coincide con la parte o fase reconstructiva. Esto, sin embargo, no es correcto salvo en los procedimientos abreviados en que se da “servida” MB.

Por tanto, ni en las ciencias semióticas nos hallamos ante un modelo meramente constructivo de explicación, ni en las naturales no encontramos solamente con un modelo meramente reconstructivo.

Por lo que afecta a las humanas, su diferencia “comprensiva” no afecta al modelo explicativo como tal, sino al hecho de que su nivel de resolución²¹ genérico está formado por la oposición acciones/ x , donde x puede ser complejos de acciones, resultados de acciones en concurrencia con otros factores, etc. No se trata, pues, de que las ciencias humanas gocen de un modelo “completo”, mientras que las ciencias naturales y las semióticas operen con modelos reducidos o parciales (reconstructivo y constructivo, respectivamente).

4. Por el momento...

4.1 Explicar es unificar: la propuesta de Kitcher

En su comentario a Salmon (1985), Kitcher (1985, p. 638) distingue entre enfoques “desde abajo” (*bottom up*) y “desde arriba” (*top down*) sobre la explicación. Salmon ofrece con su modelo causal un enfoque desde abajo. En cambio,

²¹ Para este concepto, cfr. Álvarez (1988). Para el nivel de resolución genérico de las ciencias humanas, cfr. Álvarez (1991).

el enfoque de Hempel sobre la explicación iba “de arriba a abajo”. Los conceptos explicativos tenían prioridad sobre los conceptos causales. Pero el modelo N-D naufragó en su propia generosidad. Las asimetrías de la explicación invitaban a los filósofos a recurrir explícitamente a nociones causales.²² (*Ibid.*)

Kitcher se inclina por una tercera vía que consiste en distinguir una explicación *teórica* que da cuenta de las regularidades sistematizándolas y una explicación causal secundaria, tributaria de la explicación teórica y, en general, deficitaria. Este punto de vista es global y “desde arriba”, pero “más radical” que el de Hempel. “En este enfoque, la explicación teórica es primaria. Los conceptos causales se derivan de los conceptos explicativos” (*ibid.*, p. 639). Explicar algo es encontrarle su lugar en el edificio teórico. Si se trata de una ley, explicarla es establecer su derivación de leyes superiores, encontrarle su lugar en el sistema. Los conceptos causales intervienen después. “Al explicar los sucesos particulares

²² Es verdad, y se ha señalado en numerosas ocasiones, que el functor condicional, que traduce la deducción -no conmutativo como operador, no simétrico como relator- introduce la asimetría en la dimensión discursiva, mientras que en la dimensión constructiva no hay tal asimetría porque las igualdades en que se apoyan los ensamblajes son simétricas. Como se observará en lo que sigue, la asimetría de que se trata no es la sintáctica antes mencionada, sino la semántica (o, más precisamente, la ontológica, semánticamente asumida, ya que no existen “ontologías mudas”) por fundamentación, como en el ejemplo, tan repetido de la torre y su sombra (hay sombra de la torre, pero no torre de la sombra). Recientemente Barnes (1992) ha argumentado que el modelo de Kitcher está afectado de la misma incapacidad que el de Hempel para dar cuenta de la estructura asimétrica de la explicación. Barnes trae a colación el ejemplo de la sombra de la torre: se puede “deducir” la longitud de la sombra de una torre partiendo de premisas que suministran la altura de la torre y el ángulo de incidencia de la fuente de iluminación, y también se puede “deducir” la altura de la torre a partir de la longitud de la sombra y el mismo ángulo de incidencia. Si el primer curso es explicativo, el segundo no lo es igualmente. “... the asymmetry of the explanation relation: Where *E* can be used to explain *E'*, it is generally not the case that *E'* can be used to explain *E*” (Barnes 1992, p. 560). De todas formas, por lo tratado en la sección 2 y habida cuenta de la distinción que allí figura entre la subsunción lógica y una subsunción algebraica, la asimetría afectaría sintácticamente a la subsunción lógica, pero no a la algebraica. Sí podría afectar semánticamente a la subsunción lógica en lo tocante a sus criterios (las *filling instructions* de Kitcher), pero no a la algebraica.

contestamos todas las preguntas que podemos, valiéndonos para ello de nuestra concepción del orden de los fenómenos naturales” (*ibid.*).

Los desarrollos de esta posición se hallan en Kitcher (1981, 1989). En el primero de ellos²³, Kitcher se acoge a la ejecutoria hempeliana distinguiendo el punto de vista oficial de un punto de vista extraoficial. El oficial coincide con el *covering law model* (caído hoy en desgracia), el extraoficial considera la explicación como una unificación²⁴.

Kitcher presenta un modelo general de argumento cuya estructura se caracteriza por el triplo ordenado $\langle A, I, C \rangle$, donde A es un conjunto de enunciados esquemáticos en que letras arbitrarias ocupan el lugar de los términos no lógicos, I un conjunto de instrucciones que estipulan cómo han de sustituirse las letras arbitrarias y C una clasificación que establece, entre los enunciados del modelo, cuáles son premisas, cuál la conclusión, y qué reglas de inferencia se utilizan²⁵.

²³ A efectos de este trabajo me limito a la exposición de 1981, aunque la de 1989 es un desarrollo mucho más extenso y maduro de su posición. Traigo aquí a colación su modelo de unificación por su contraste con DN y por indicar con su presencia que los dos modelos aquí considerados no agotan la extensión de las propuestas vigentes. Reservo su tratamiento detenido, así como el de los modelos explicativos que hacen justicia a la nueva dinámica “caótica”, para un trabajo posterior.

²⁴ Cfr. Kitcher 1981, p. 508. Allí cita a Hempel (“What scientific explanation, especially theoretical explanation, aims at is not $\langle an \rangle$ intuitive and highly subjective kind of understanding, but an objective kind of insight that is achieved by a systematic unification...”) y a Feigl (“The aim of scientific explanation throughout the ages has been *unification*, i.e., the comprehending of a maximum of facts and regularities in terms of a minimum of theoretical concepts and assumptions”).

²⁵ Las condiciones que deben cumplirse para que un argumento ejemplifique el modelo general son 1) la coincidencia en el número de términos, 2) la generación de los enunciados a partir de los esquemas correspondientes de acuerdo con las instrucciones de sustitución, 3) la posibilidad de construir una secuencia que asigne a cada enunciado el papel que le corresponde según la clasificación. Pone Kitcher el ejemplo siguiente, que es ilustrativo, porque coincide con el de casi todo el mundo: el de la mecánica newtoniana cuando se aplica a sistemas de un sólo cuerpo (p.e., péndulos y proyectiles)

(1) La fuerza que actúa sobre α es β .

(2) La aceleración de α es γ .

(3) Fuerza = masa x aceleración.

(4) (Masa de α) x (γ) = β .

(5) $\delta = \theta$.

Al lado del modelo argumentativo se postula el conjunto K de creencias aceptadas en un momento dado de la historia de la ciencia. Sobre K supuesto consistente se determina lo que Kitcher llama *provisión (store) explicativa sobre K* , -designado $E(K)$ -

que es el conjunto de argumentos aceptables como base de los actos explicativos de aquellos cuyas creencias son exactamente los miembros de K ... El punto de vista extraoficial resuelve el problema: para cada K , $E(K)$ es el conjunto de argumentos que unifica K de la mejor manera (Kitcher 1981, p. 512).

US proporciona un tercer modelo al lado de DN y RN. A reserva de otro inventario mejor, paso a formular unas consideraciones provisionales.

4.2 Marco y enfoque de RN

DN ha dado mucho juego y no por casualidad. Es el modelo de explicación en torno al cual han girado casi todas las discusiones durante mucho tiempo. Muchas de ellas han tenido lugar en su propio terreno: las reglas del juego dialéctico estaban marcadas por el jugador de casa. DN coincide con los mejores años de una forma de filosofía de la ciencia que llegó a denominarse posteriormente "la concepción heredada" (cfr. Suppe 1977)²⁶. Su instrumento analítico, el modelo de deducción lógica tal co-

Las instrucciones de sustitución indican qué sustitutos deben ocupar los lugares de las letras (en vez de ' α ' una expresión referente a un cuerpo; en vez de ' β ' una expresión algebraica referente a una función de las coordenadas y el tiempo; en vez de ' γ ' una expresión que formule la aceleración del cuerpo como una función de las coordenadas y de sus derivadas con relación al tiempo; en vez de ' δ ' una expresión referente a las coordenadas del cuerpo, y en vez de ' θ ' una función explícita del tiempo. La clasificación del argumento señala a (1)-(3) como premisas, a (4) como derivada de ellas por sustitución y que (5) se calcula a partir de (4). Es obvio que el interés de Kitcher es conseguir una representación procedimental no logicista o inferencial. Ya al comienzo del artículo había caracterizado la explicación, siguiendo a Achinstein, como el par ordenado $\langle p, \text{explicación de } p \rangle$, donde la explicación es un acto y no un argumento.

²⁶ Para una historia de los modelos explicativos desde 1948, cfr. Salmon (1989), donde se utiliza la expresión "received view" para la concepción de la explicación científica acorde a

mo fue formulado en la lógica -hoy ya clásica- formal contemporánea, es parte de un enfoque que hasta hace 20 años fue, sin duda, el dominante. La naciente concepción estructuralista, opuesta al enfoque lógico-sintáctico o enunciativo, presentó su alternativa al análisis de las teorías científicas cambiando el cálculo lógico por el lenguaje conjuntista (cfr. el prólogo de Mosterin a Moulines (1982)). Si a alguien se le ha ocurrido pensar que el eclipse de la llamada "concepción heredada" (no por ello muerta) se habría llevado también consigo a DN, convendría -si es que se considera su verdugo- decirle como al Tenorio: "los muertos que vos matais gozan de buena salud". La segunda parte de este trabajo puede ser un testimonio a favor de esa buena salud. Sólo una parte del planteamiento hempeliano sobre la explicación científica (la del modelo univocista considerado solamente desde su estructura) planteó problemas importantes, que tienen su paralelo en el modelo RN. Sobre ellos concluirá este trabajo.

El modelo US de Kitcher concede demasiado a los extremos: una extrema globalidad en la sistematización de las teorías y una extrema dispersión en el conjunto de los hechos, con los que se hace, realmente, lo que se puede, recurriendo al orden sistemático. Pero, esto al margen, proporciona en vertical un encaje de partes: una parte superior legal-legal y una inferior legal-factual que se parece todavía demasiado a las dos variantes -verticalizadas también- de DN. Conviene con DN en su presentación discursiva, aunque no resulta ser tan marcadamente inferencialista²⁷.

Algo que deseo hacer notar es que un modelo de explicación científica debe contener articuladamente los elementos que se han entresacado de DN y presentado en RN. Estos elementos son:

esta filosofía y se llama a DN *fountainhead*, fuente u origen de la corriente en que tienen lugar las discusiones posteriores.

²⁷ Kitcher se vale de las formas argumentativas para la presentación de las explicaciones, pero no reduce explicación a argumento: "I shall follow the covering law model in employing the notion of argument to characterize that of explanation, I shall not adopt the ontological thesis that explanations are arguments" (Kitcher 1981, p. 509).

1) *leyes con diferente función* en la explicación: la distinción entre L1 y L2 es una distinción en el papel que desempeñan: servir de fundamento al establecimiento de MB y a la reconstrucción de MO, respectivamente,

2) *morfologías construidas y reconstruidas*. En los ejemplos algebraicos, las ecuaciones que permiten los ensamblajes y en el geométrico la estructura espacial (red hexagonal regular) -en ambos casos configuraciones de la igualdad- juegan el papel de morfologías básicas. Las descripciones de movimientos reales (o fingidos) y de distribuciones (reales o fingidas) de áreas de mercado, el de morfologías observadas: son los *explananda*. Pero el resultado numérico o figural no es deducido, sino reconstruido por medio de ensamblajes algebraicos y geométricos.

Explicar es, por tanto, reconstruir.

La diversidad de las ciencias, por otro lado, no está coordinada biunívocamente con las diversas variantes de RN. En las pocas puntualizaciones que hice al respecto se apuntaba ya que, aunque RN admite versiones reducidas, éstas no son exclusivas de ninguna clase de ciencia²⁸. Ello no obsta, sin embargo, para que determinadas formas de explicación sean más afines que otras a determinadas disciplinas científicas. Pero nada puede ser más útil a este respecto que la sana investigación de cada caso.

La conclusión provisional a que llego es que RN ofrece un marco y un enfoque adecuados como modelo de explicación científica. Un marco adecuado porque proporciona un conjunto de elementos bien caracterizado y articulado que suministra su estructura. Un enfoque adecuado porque la distinción entre leyes y descripciones, por un lado, y morfologías y ensamblajes, por el otro, permite conjugar adecuadamente la dimensión discursiva o enunciativa y la constructiva o morfológica.

²⁸ Por supuesto, cuando escribo "clases de ciencias" no olvido que las clases de ciencias no están dadas fuera de las clasificaciones que hacemos. Y de éstas hay muchas. No creo, sin embargo, que esto cause dificultades muy graves. Me atengo aquí a la clasificación de Alvarez (1988).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ACHINSTEIN, P. (1981): "Can there be a model of explanation?", en RUBEN, D.H. (1993), pp. 136-159.
- ÁLVAREZ, J.R. (1987): "El método científico: su concepto, su realidad y algunos problemas de su teoría", *Contextos*, 1987, pp. 107-125.
- ÁLVAREZ, J.R. (1988): *Ensayos metodológicos*, León: Universidad de León.
- ÁLVAREZ, J.R. (1990): "Explicación y normatividad en las ciencias humanas", *Philosophica malacitana*, III, pp. 7-23.
- ÁLVAREZ, J.R. (1991): *La racionalidad hexagonal. La identidad científica de la teoría normativa de los lugares centrales*, León: Universidad de León, 1991.
- ÁLVAREZ, J.R. (1992): "Neopositivismo y ciencias humanas: filosofía de la ciencia y geografía", en *Reexamen del neopositivismo*, Salamanca: Sociedad Castellano-Leonesa de Filosofía, pp. 65-78.
- BAKKER, G. & CLARK, L. (1988): *Explanation. An Introduction to the Philosophy of Science*, Mountain View: Mayfield Pub. Co.
- BARNES, E. (1992): "Explanatory Unification and the Problem of Asymmetry" *Philosophy of Science* 59, pp. 558-571.
- BHASKAR, R. (1979): *The Possibility of Naturalism*, Hassocks: Harvester Press.
- BRANDENSTEIN, W. (1964): *Lingüística griega*, trad. de V. García Yebra, Madrid: Gredos.
- BUENO, G. (1978a): Prólogo a ALVAREZ, J.R. (1978): *La idea de causalidad estructural*, León: Colegio Universitario de León.
- BUENO, G. (1978b): "En torno al concepto de ciencias humanas", *El Basilisco*, 2, pp. 12-46.
- CHRISTALLER, W. (1980): *Die zentrale Orte in Süddeutschland*, Darmstadt. Wiss. Buchgesellschaft, reimpresión de la 1ª ed. de 1933.
- HABERMAS, J. (1988): *La lógica de las ciencias sociales*, trad. de M. Jiménez Redondo, Madrid: Taurus.
- HEMPEL, C.G. (1965): *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*, Boston: The Free Press.
- HEMPEL, C.G. (1973): *Filosofía de la ciencia natural*, trad. de A. Deaño, Madrid: Alianza Editorial.
- KITCHER, P. (1981): "Explanatory unification", *Philosophy of Science*, 48, pp. 507-531.

- KITCHER, P. (1985): "Two approaches to explanation", *The Journal of Philosophy*, LXXX, 11, pp. 634-639.
- KITCHER P. (1989): "Explanatory Unification and the Causal Structure of the World", en KITCHER, P. & SALMON, W.C. (Eds.) (1989) pp. 410-505.
- KITCHER, P. & SALMON, W.C. (Eds.) (1989), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 13, *Scientific Explanation*, Minneapolis: University of Minnesota Press.
- KLINE, M.R. (1981): *Mathematics and the Physical World*, Nueva York: Dover.
- MOULINES, C.U. (1982): *Exploraciones metacientíficas*, Madrid: Alianza Editorial.
- NEWTON, I (1982): *Principios matemáticos de la filosofía natural*, edición de A. Escotado, Madrid: Editora Nacional.
- PALTER, R, (1973): "Kant's formulation of the laws of motion", en SUPPES, P. (Ed.)(1973): *Space, Time and Geometry*, Dordrecht: D. Reidel, pp. 94-114.
- RUBEN, D.H. (Ed.) (1993): *Explanation*, Oxford: Oxford University Press.
- SALMON, W. (1984): *Scientific Explanation and The Causal Structure of the World*, Princeton: Princeton University Press.
- SALMON, W. (1985): "Conflicting conceptions of scientific explanation", *The Journal of Philosophy*, LXXX, 11, pp. 651-654.
- SALMON, W. (1989): "Four Decades of Scientific Explanation", en KITCHER, P. & SALMON, W.C. (Eds.) (1989), pp. 3-219.
- SUPPE, F. (1977): *The Structure of Scientific Theories*, Urbana: The University of Illinois Press.
- SOBEL, J.H. (1994): "Nether Logic", *Teaching Philosophy*, 17:2, pp. 161-171.
- THOM, R. (1986): "La méthode expérimentale: un mythe des épistémologues et des savants", en HAMBURGER, J. (Ed.)(1986): *La philosophie des sciences aujourd'hui*, Paris: Gauthier-Villars, pp. 7-20.
- WOODWARD, J. (1979): "Scientific Explanation", *British Journal for the Philosophy of Science*, 30, pp. 41-67.