

Coexistencia pacífica de explicaciones y reducción

Hernán MIGUEL y Jorge PARUELO

Resumen

En el presente trabajo se analiza la noción de complementariedad asociada a la coexistencia pacífica de modelos de explicación científica propuesta por Salmon. Se presenta un análisis de la relación entre la coexistencia de estos modelos y la reducción teórica. Finalmente se muestra una manera de entender la coexistencia pacífica que no apela a factores pragmáticos y que permite retomar la explicatividad de las teorías como un valor relevante para la elección racional entre teorías científicas.

Palabras clave: Coexistencia pacífica, explicación, comprensión, reducción, elección de teorías.

Abstract

The present paper deals with the notion of complementarity associated with Salmon's proposal of peaceful coexistence between scientific explanation models. The relation between the coexistence of such models and theoretical reduction is studied. Finally a way of understanding peaceful coexistence is proposed which does not rely on pragmatic factors and also allows us to return to the use of the explanatory capacity of theories as a value of relevance in the rational choice between scientific theories.

Keywords: peaceful coexistence, explanation, understanding, reduction, theory choice.

1. Introducción

La capacidad explicativa de una teoría científica ha sido considerada como un argumento para justificar la aceptación de la teoría por muchos de los principales filósofos del s. XX. Carl Hempel¹ consideraba que el primer paso en el desarrollo de la ciencia estaba orientado a la búsqueda de explicaciones, más allá de la posterior justificación a partir de predicciones exitosas. Popper² tenía una posición similar e incluso Kuhn hace referencia a las explicaciones cuando habla del cambio teórico³.

Pero también hubo voces en contra de esta postura, casos como los de Bas Van Fraassen (1980), o Larry Laudan⁴, quienes niegan que la explicatividad de una teoría tenga algún valor epistémico. El argumento central de estas posturas se basa en que consideran a la explicación científica con un carácter esencialmente pragmático (contexto-dependientes) y por lo tanto carente de valor en el momento de juzgar las virtudes epistémicas⁵.

Por otro lado, las dificultades de los modelos tradicionales de explicación científica no hicieron más que abonar la idea del abandono de la explicatividad como elemento de juicio respecto de la elección racional de teorías.

Wesley Salmon, quien desarrolló un modelo causal de explicación científica, colaboró, aunque sin pretenderlo, en el incremento de la desconfianza sobre la explicatividad cuando decidió apelar a la comprensión científica. En algunos de sus últimos trabajos, (Salmon 1989; 1990; 1995) sobre el tema de la explicación científica de fenómenos naturales, Salmon propone que ésta debe entenderse a partir de la coexistencia pacífica de dos tipos de explicación. El argumento para esta coexistencia parte de la relación entre el tipo de explicación científica de los fenómenos y el tipo de comprensión que de ellos nos brinda. Uno de estos tipos está ligado a la comprensión de los mecanismos que dan lugar al fenómeno mientras que el otro supone la inclusión de su descripción dentro de un marco más general. Esta coexistencia pacífica, al descansar sobre el tipo de comprensión buscada, reintroduce factores pragmáticos que los modelos tradicionales habían logrado evitar.

¹ El capítulo X de (Hempel 1979) comienza diciendo “Uno de los objetivos primordiales de la ciencia empírica es explicar los fenómenos del mundo de nuestra experiencia y responder no sólo a los ¿qué? sino también a los ¿por qué?”. Más adelante intenta dar un valor numérico del poder sistemático de una teoría que, en virtud de la simetría explicación-predicción, reúne a la capacidad explicativa y a la predictiva.

² Para esto puede verse en (Popper 1980), la nota a pie de página de la pág. 59 y el apéndice IX.

³ Dice Kuhn “Los cambios en las normas que rigen los problemas, conceptos y explicaciones admisibles pueden transformar una ciencia” (Kuhn 1971, pág.170).

⁴ En comunicación personal con uno de los autores sostuvo que, aunque tenía muchas diferencias con Van Fraassen, coincidía básicamente en lo referido a la explicación científica.

⁵ En (Van Fraassen 1980), el autor se refiere a la explicación como una virtud pragmática.

En el presente trabajo intentamos dar una explicación mecánico causal genuina para un fenómeno en el que el propio Salmon parece deslizarse de una explicación mecánico causal a una que no lo es (sección 2.1); en segundo lugar, analizamos la noción de complementariedad asociada a la coexistencia pacífica de los dos modelos de explicación (sección 2.2, 4 y 5). Seguidamente presentamos un análisis de la relación entre la coexistencia pacífica de estos modelos y la reducción teórica (sección 3). Finalmente intentamos mostrar una nueva manera de entender la coexistencia pacífica que no apela a factores pragmáticos y que por lo tanto permite retomar la explicatividad de las teorías como un valor relevante, que, entre otras cosas, permite que juegue algún rol en la elección racional entre teorías científicas.

2. La coexistencia pacífica según Salmon

Para referirnos a los diferentes modelos de explicación científica podemos establecer una clasificación en tres tipos generales:

- 1 - Modelos en los que se intenta subsumir el fenómeno a explicar bajo leyes generales.
- 2 - Modelos en los que se buscan relaciones causales para dar cuenta de la explicación científica.
- 3 - Modelos pragmáticos de explicación⁶.

Los modelos tradicionales a los que nos hemos referido antes se ubican en los dos primeros grupos.

Salmon en (1984) intentó superar los obstáculos que encontraban los modelos de explicación científica anteriores, desarrollando un nuevo modelo que suele denominarse “modelo mecánico causal”, que como sugiere el nombre cae dentro del segundo grupo. Una explicación que responda a este modelo brindará un tipo de comprensión del suceso que se desea explicar develando los mecanismos por los cuales ha tenido lugar ese suceso. A este tipo de comprensión Salmon la llamó “mecánico-causal”.

Como un representante del primer grupo, en cambio, el modelo desarrollado por Philip Kitcher (1989) afirma que una explicación científica consiste en un proceso de subsunción del hecho a ser explicado en una serie de principios generales, y de ese modo el aspecto unificador de este proceso da al sujeto una explicación satisfactoria. Este tipo de explicaciones brinda, según Salmon, un tipo de comprensión que llamó “cosmológica” pues permite comprender un suceso enmarcándolo en un esquema más general.

⁶ En el primer grupo está el modelo nomológico-deductivo de Hempel y en el tercero podemos ubicar el modelo de Van Fraassen o el de Achinstein.

Atendiendo a los convincentes ejemplos de esta segunda concepción de explicación, Salmon sostiene⁷ que en efecto existen dos tipos de comprensión a los que el científico puede acceder, la comprensión mecánico causal y la cosmológica y que estas dos maneras de comprender serían dos aspectos complementarios de una comprensión científica completa del fenómeno.

Salmon sostiene a partir de esto, que los dos modelos de explicación científica vinculados con los tipos de comprensión mencionadas, es decir el de unificación y el mecánico-causal, pueden coexistir pacíficamente. Aunque Salmon no es absolutamente claro en este aspecto, la idea de coexistencia parece esconder la necesidad de que ambos tipos de explicación de un fenómeno estén presentes para que se logre la comprensión completa del fenómeno.

Veamos el ejemplo que cita el mismo Salmon de cómo opera esta coexistencia pacífica.

2.1 *El globo en el avión*

El ejemplo es acerca de un globo inflado con helio sometido a una aceleración dentro de un avión. El avión carretea acelerando para despegar y en esa situación, el globo dentro de la cabina se inclina hacia el frente del avión. Salmon⁸ muestra que se puede obtener una explicación atendiendo al gradiente de presiones en la atmósfera de la cabina del avión. Debido a la aceleración de la pared trasera del avión, se produce un gradiente de presiones en la dirección horizontal y sentido creciente hacia el fondo del avión. De este modo se explica por qué el globo recibe un empuje hacia el frente del avión. Por otra parte, sigue Salmon, podemos obtener otro tipo de explicación, una explicación por unificación, de la manera siguiente. Si aplicamos el principio de equivalencia relativista según el cual todo recinto acelerado es equivalente a un recinto en reposo en presencia de un campo gravitatorio, podemos reemplazar el avión acelerando hacia adelante por un avión en reposo con una masa gravitatoria detrás, y de ese modo se explica por qué el globo inflado con helio se desplaza hacia adelante de manera de alejarse de la fuente de gravedad.⁹

Con este caso Salmon ejemplifica de qué manera las dos explicaciones proveen diferente tipo de comprensión y a su vez que “coexisten pacíficamente”. Además sostiene que una de ellas, la del gradiente de presiones, es mecánico causal, mientras que la otra es por unificación.

Sin embargo el carácter mecánico-causal de la primera explicación puede ponerse en duda ya que la explicación por el gradiente de presiones no alude al

⁷ (Salmon, 1989).

⁸ El ejemplo puede encontrarse en (Salmon 1990 y 1995).

⁹ Como lo haría un globo inflado con helio en un día sin viento al soltarlo en medio de una plaza.

nivel al que se refiere Salmon al comenzar la explicación. De algún modo Salmon comienza preocupándose de cómo la pared trasera del avión interactúa con las moléculas de la cabina y se desliza hacia la noción de gradiente de presiones¹⁰.

Creemos que una explicación mecánico causal de por qué el globo se inclina hacia adelante debiera atender a los mecanismos por los cuales las moléculas chocan contra el globo y le transmiten cierta cantidad de momento lineal por unidad de tiempo.

Para ello debiéramos mantener nuestra descripción de los fenómenos en el plano de las interacciones de las moléculas con el globo y no ‘deslizar’ hacia los conceptos macroscópicos como la presión del aire y su gradiente dentro de la cabina.

La explicación al nivel molecular está disponible. Describamos mecánicamente las moléculas del aire de la cabina del avión desde el sistema del avión. Como el sistema es no inercial, aparecen en esta descripción fuerzas inerciales, en particular aparece sobre cada molécula una fuerza¹¹

$$\mathbf{f} = - m \cdot \mathbf{a}$$

el signo indica que la fuerza que se mide en este sistema no inercial, actúa en la misma dirección que la aceleración del sistema y en sentido contrario.

La energía de cada molécula en ese sistema es la suma de su energía cinética más la energía potencial de este potencial inercial que se registra desde ese sistema:

$$E = \frac{p^2}{2m} + m \cdot a \cdot z$$

En donde z mide la distancia a un plano vertical convencional (que podría ser el mamparo del fondo del avión), p es el módulo del momento lineal, m la masa de cada molécula y a el módulo de la aceleración del avión.

De las consideraciones estadísticas sobre la probabilidad de que una molécula tenga una cantidad de momento lineal entre \mathbf{p} y $\mathbf{p}+\Delta\mathbf{p}$ y que a su vez esté ubicada en una posición entre \mathbf{r} y $\mathbf{r}+\Delta\mathbf{r}$ podremos obtener la probabilidad de encontrar una molécula en cada lugar de la cabina y esta probabilidad resultará dependiente de la variable z según la siguiente expresión:¹²

$$P(z) = P(0) \cdot e^{-\beta \cdot m \cdot a \cdot z}$$

¹⁰ Al enunciar la explicación en (Salmon 1990) afirma “cuando el avión acelera, el panel trasero de la cabina del avión ejerce una fuerza sobre las moléculas de aire del fondo, lo cual produce un gradiente de presiones de atrás hacia delante” (pp. 11, la traducción es nuestra.).

¹¹ Anotaremos en negrita las magnitudes vectoriales y en letra normal las escalares.

¹² Véase por ejemplo (Reif 1968, capítulo 6).

Aunque $b = 1/k T$ (siendo T la temperatura y k una constante) preferimos destacar que b es una constante que depende del estado cinético estadístico del gas para no producir una descripción internivel prematuramente y ‘deslizar’ hacia una explicación no del todo mecánico causal, esto es, de nivel molecular.

El resultado principal de esta expresión es que la probabilidad de encontrar una molécula en un determinado lugar de la cabina disminuye exponencialmente con la distancia al fondo del avión.

Ahora bien, dado que el hemisferio del globo que mira al fondo del avión está en contacto con una zona de mayor densidad del gas, y que el hemisferio del globo que mira hacia el frente del avión está en contacto con una zona de menor densidad del gas, según se desprende de la variación exponencial de la probabilidad, podemos notar rápidamente que la cantidad de choques por unidad de tiempo que habrá en el hemisferio trasero del globo será mayor que la cantidad en el hemisferio delantero. Y como cada choque de una molécula con el globo intercambia momento lineal, el globo tendrá un aumento neto de cantidad de movimiento lineal hacia adelante, que al ser considerado por unidad de tiempo nos da una fuerza neta aplicada hacia el frente del avión.¹³

Para la segunda parte de la explicación debemos concentrarnos en que las moléculas de helio dentro del globo tienen aplicada una fuerza inercial del mismo modo que las de la cabina pero con una masa menor m' . Y que mientras que la suma de las fuerzas inerciales sobre las moléculas de helio sea menor que la fuerza neta que hemos obtenido en el párrafo anterior, el globo se dirigirá hacia el frente del avión.

Notemos que como se trata de una disminución exponencial de la probabilidad de encontrar las moléculas en la dirección longitudinal del avión, si éste fuera lo suficientemente largo, llegaría un punto en que la lejanía respecto del panel trasero del avión (z muy grande, o muy adelante en la cabina) haría que las probabilidades no fueran muy diferentes a uno y otro lado del globo y por lo tanto que la fuerza neta no fuera tan grande como para superar las fuerzas inerciales aplicadas sobre las moléculas de helio. Entonces, llegado a este punto el globo se mantendría en equilibrio visto desde dentro del avión.

Vemos entonces que una descripción mecánico causal como la que necesita Salmon no se consigue apelando al gradiente de presiones sino manteniéndose en el lenguaje de la mecánica estadística.

Por otra parte, si pasamos de ese lenguaje al de la termodinámica clásica, veremos que esa diferencia en la cantidad de choques a uno y otro lado del globo nos da

¹³ La probabilidad decrece exponencialmente en la dirección longitudinal del avión, digamos en la dirección del vector unitario z , por lo cual las componentes de la cantidad de movimiento intercambiado en cada choque en las direcciones transversales a z , se compensan y la resultante solamente tiene componente en la dirección de z , y en el sentido de crecimiento de z , es decir, hacia adelante en el avión.

un empuje como el de Arquímedes en un fluido cuya presión cambia en la dirección longitudinal del avión. Esto es que existe un gradiente de presiones y por eso el globo recibe un empuje hacia el frente del avión. Dado el gradiente de presiones, el globo comenzará a ‘salir a flote’ en ese ‘mar de aire’ y con el principio de Pascal y el gradiente de presiones llegaremos al cálculo del empuje. Luego, comparándolo con la fuerza inercial del globo, podremos anticipar también que el globo se dirigirá hacia el frente del avión hasta encontrarse en una zona en la que el empuje se equilibra con la fuerza inercial, del mismo modo que un globo aerostático se mantiene a una altura estacionaria cuando queda ‘flotando a media agua’.

Finalmente está la explicación por unificación que apela a la equivalencia entre sistemas acelerados y sistemas en reposo en campos gravitatorios.

Vale la pena notar que para obtener la ecuación de la probabilidad de encontrar una molécula en cierta posición de la cabina, habíamos partido de considerar una fuerza inercial aplicada a cada molécula. Pues bien, eso no es otra cosa que el principio de equivalencia en el nivel microscópico y para la mecánica clásica.¹⁴ Con la salvedad de que se debe considerar un campo gravitatorio constante y no que varía con la distancia a la fuente de atracción. Esta es la misma situación que cuando obtenemos esta ecuación para un recinto pequeño en relación con el radio terrestre ubicado en las inmediaciones de la superficie terrestre. Para ese recinto se considera una aceleración de la gravedad constante \mathbf{g} y los resultados son los mismos reemplazando \mathbf{g} por \mathbf{a} . La expresión así obtenida suele llamarse “ley de las atmósferas o barométrica” porque describe la variación de densidad del aire cerca de la superficie de la Tierra.

Cuando decimos que Salmon ‘desliza’ de una explicación mecánico causal a una en la que se habla de magnitudes macroscópicas como la presión del gas o su gradiente, queremos señalar que los procesos causales se describen en el nivel micro, esto es en los choques de la pared del avión (o las moléculas que forman la pared del avión) con las moléculas del aire de la cabina y a su vez de éstas con las del globo.

Al pasar de los choques de las moléculas a la presión del gas, damos un paso internivel que está asociado a la reducción teórica a la que nos referiremos en la sección 3.

La interpretación de Flichman, contrariamente a lo que sostendremos aquí, es que una explicación basada en las leyes de la mecánica y de la estadística como la que hemos presentado, constituiría una explicación por unificación dado que estas leyes dan cuenta de una mayor gama de fenómenos mientras que una explicación de tipo mecánica (*mecánico causal*, en términos de Salmon) es la provista por la mecánica de fluidos que da cuenta de la interacción del aire con el globo y con las paredes de la cabina acelerada. Su interpretación es que una explicación por unifi-

¹⁴ En (Flichman 1995) se sostiene que este tipo de explicación puede desarrollarse.

cación debe apelar a leyes más profundas que postulen moléculas y de esa manera estaríamos “unificando las teorías mecánicas de los fluidos (o, en particular, de los gases) con la mecánica de Newton, ayudada por las leyes estadísticas. [...] La mecánica de fluidos queda integrada dentro de dichas teorías del mismo modo que la óptica queda integrada dentro de la teoría electromagnética.”¹⁵

Creemos que esta interpretación de la explicación por unificación está impregnada por un criterio de reducción teórica más que de principios generales en los que el fenómeno pueda subsumirse.

2.2. *Comprensión incompleta*

En trabajos recientes, Henk de Regt¹⁶ ha señalado algunas dificultades en la posición de Salmon en cuanto a que hay casos en la historia reciente de la ciencia en que no solamente no se dan ambas explicaciones del fenómeno sino que incluso se rechaza una de ellas y la comprensión parece ser alcanzada solo con la restante. Así, en el caso de la contracción de las varas rígidas en ocasión de explicar los resultados del experimento de Michelson y Morley, la explicación ha quedado limitada a la versión de unificación y a su vez, destaca de Regt, ha sido rechazada la versión mecánico causal, en este caso la propuesta por Lorentz referida a propiedades del electrón, que fue la única sugerida dentro de la vertiente mecánico causal.

Es cierto que la explicación de la contracción de las varas rígidas a partir de la Teoría de la Relatividad es una explicación por unificación y que no hay disponible una de corte causal. También es cierto que la explicación mecánico causal de Lorentz no fue compatible con los demás datos disponibles acerca del electrón. Es decir que la misma teoría de Lorentz fue rechazada con lo cual no cuenta como una base aceptable para proveer una explicación.

En cambio, si la teoría de Lorentz se hubiera podido compatibilizar con la teoría de la Relatividad, sí habría cumplido su función explicativa mecánico causal y podemos suponer que habrían coexistido ambas explicaciones. Más aún, los postulados de la teoría de la Relatividad son en sí mismos principios unificadores, con lo cual no parece que puedan desarrollarse a partir de ella explicaciones mecánico causales.

Algo similar pasa con las explicaciones basadas en los principios de conservación: cuando un trineo se desliza con rozamiento despreciable hacia abajo en la montaña, el incremento de velocidad puede explicarse a partir de la energía poten-

¹⁵ *Ibidem.*

¹⁶ En la ponencia “Can causalists and unificacionists live together in peace?” presentada en el CENSS2002 (International Congress in Causation and Explanation in Natural and Social Sciences) celebrado en Ghent, Bélgica, en mayo de 2002. También puede encontrarse en (de Regt 2006).

cial gravitatoria que tenía y de la ley de conservación de la energía mecánica total. Por otra parte, para este fenómeno disponemos de la variante de explicación mecánico causal: v. g. a partir de un análisis pormenorizado de la componente de la fuerza peso en la dirección del desplazamiento y su resultado en acelerar cada una de las partículas que compone el trineo. Pero, como decíamos, en la teoría de la relatividad no hay leyes que rijan sobre los componentes de la barra que den cuenta de la contracción en la dirección del desplazamiento. En la Teoría de la relatividad, las leyes que rigen sobre las barras rígidas se refieren directamente a los principios de corte unificador.

Lo que encontramos en este ejemplo es la ausencia de una explicación de los fenómenos correspondiente a objetos de un menor nivel de organización. Es decir, no tenemos una explicación de la contracción de las distancias intermoleculares que sea diferente de la explicación de la contracción de la barra rígida macroscópica. Al no haber dos teorías correspondientes a niveles de organización distintos, no hay dos teorías, y por lo tanto no hay coexistencia sino existencia de una sola.

Desde el punto de vista de Salmon esto podría entenderse como un estado provisorio, previo al de comprensión completa. Sería posible que surgiera una teoría que describiera los fenómenos desde una perspectiva microscópica, asociada con algún proceso en la propagación de las ondas electromagnéticas en el espacio o en los materiales, y que esa teoría pudiera ser la base reductora de los principios de la relatividad. Aunque debemos reconocer que ese escenario posible no está en los planes de investigación de los físicos en la actualidad.

Los ejemplos presentados llevan a dudar que un objetivo buscado en ciencia sea la comprensión completa en el sentido que parece sugerir Salmon, es decir de disponer de comprensión cosmológica y comprensión mecánico-causal de un fenómeno, y parecen habilitar una visión distinta de coexistencia asociada con algún tipo de complementariedad.

José Díez Calzada en (2002) aborda el problema de la coexistencia pacífica o complementariedad de los conceptos “explicación causal” y “explicación como unificación”. En dicho trabajo comenta diferentes maneras en las que dos conceptos pueden ser complementarios. Respecto de los conceptos “explicación causal” y explicación por unificación” (EC y EU de aquí en más, siguiendo su propia simbología) afirma que pueden darse las alternativas siguientes:

1 - EC se reduce conceptualmente a EU, es decir que toda explicación causal de un fenómeno es una explicación por unificación.

2 - EU se reduce a EC.

3 - EC es abarcado por EU, es decir que toda explicación causal es una explicación por unificación que cumple alguna condición adicional. Esto incluye dos versiones, según que el concepto de causa sea elucidado a partir de EU o que lo sea de manera independiente de éste.

4 - EU es abarcado por EC, es decir que toda explicación por unificación es una explicación causal.

5 - EU y EC son independientes pero comparten un núcleo conceptual común que hace que en ambos casos se hable de explicación.

Agrega además que puede haber solapamiento extensional de dos tipos:

- Que una misma explicación de un mismo suceso sea a la vez EC y EU.
- Que EC y EU den explicaciones diferentes del mismo suceso pero compatibles (este sería el caso del ejemplo de Salmon del globo en el avión).

De acuerdo con esta caracterización la propuesta que Salmon parece sostener se enmarca en la quinta alternativa de complementariedad presentada antes, es decir aquella que sostiene que no hay dependencia conceptual entre EC y EU pero que existe un núcleo conceptual común. En el caso de Salmon dicho concepto estaría dado por la comprensión completa a la que hemos hecho referencia¹⁷.

Nuestro argumento, básicamente histórico, lleva a dudar de la viabilidad de tal alternativa. Volveremos sobre esto en el punto 4.

3. Coexistencia y reducción teórica

En el apartado anterior hemos insistido en que la explicación mecánico causal debe mantenerse en el nivel micro. Esto es así porque allí se dan las interacciones causales y creemos que no hay causación entre entidades de diferentes niveles de organización. Si llegáramos a sostener que los choques por unidad de tiempo de las moléculas contra una superficie *causan* la presión en esa superficie, nos estaríamos comprometiendo con una postura antirreduccionista ontológica. Esto es, para que haya una relación de causación, debemos distinguir dos eventos diferentes: la *causa* y el *efecto*. De este modo si se sostiene que los choques de las moléculas contra la pared *causan* la presión entonces no podrá sostenerse que los choques de las moléculas *son* la presión sino que será necesario identificarlos como algo diferente. De un modo análogo parecería que las distintas piezas de un automóvil *causan* el automóvil lo cual suena bastante alejado de nuestro uso de la noción de causa y de nuestra perspectiva reduccionista en el caso del automóvil.

¹⁷ Diez adopta en su trabajo un modelo de explicación que se enmarca dentro de la línea de modelos de unificación. Adoptar este modelo le permite sostener la tercera de las alternativas presentadas arriba, es decir que las explicaciones causales son explicaciones por unificación en las que hay involucrada alguna condición adicional, la causalidad. Esto deja afuera la posibilidad de que existan explicaciones causales que no sean de unificación, cosa que ciertos contraejemplos parecen negar. Sin embargo, no es objetivo de este trabajo polemizar sobre su posición ni sobre los argumentos esgrimidos.

Notemos que cuando Salmon sugiere que “...debemos dirigirnos a un nivel sub-microscópico para explicar fenómenos microscópicos...”¹⁸ indudablemente está poniendo en juego el problema de la reducción teórica. Las explicaciones de “cómo funcionan las cosas”¹⁹ es una explicación por reducción teórica.

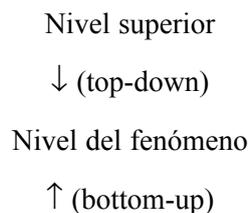
En esa reducción teórica entre teorías que describen distintos niveles vale la pena notar, como dijimos, que la causación es una relación que se establece entre las entidades del nivel inferior de acuerdo a las leyes de la teoría de ese nivel y que no se establece entre entidades de distintos niveles. Por lo tanto, las explicaciones a las que se está refiriendo Salmon serían mecánico-causales-reductivas (o mecánico-causales-emergentes) ya que lo mecánico causal está en el nivel inferior, y la explicación se completa con las leyes internivel que muestran por qué en el nivel superior se obtiene cierto fenómeno en términos de los fenómenos del nivel inferior.

Es interesante señalar que en el ejemplo del globo aparece la reducción teórica en dos peldaños. Por un lado la explicación del gradiente de presiones por medio de los choques de las moléculas es un claro peldaño de reducción teórica. Y por otra parte la aplicación de principios de la relatividad a casos en los que también valen las explicaciones clásicas es un caso claro de la zona de solapamiento de las dos cosmovisiones y que algunos filósofos consideran de reducción teórica en el sentido de que una de las teorías se obtiene como caso límite de la otra. En el ejemplo, la mecánica clásica como caso límite de la relativista.²⁰

Vayamos ahora al caso de la explicación por unificación.

Kitcher²¹ sostiene que estas explicaciones son del tipo “top-down” mientras que según Salmon las explicaciones mecánico causales son del estilo “bottom-up”.

Esta nomenclatura es muy sugestiva de cómo un fenómeno es subsumido en un nivel de descripción superior y a su vez es explicado desde sus niveles inferiores que subyacen a él. Tal nomenclatura tiene la característica de sugerir cierta complejidad y complementariedad. Sin embargo queremos señalar que esta característica es como mínimo engañosa. El diagrama que sigue parece reflejar esta situación:



¹⁸ (Salmon 1995, p. 15).

¹⁹ *Ibidem*.

²⁰ El caso límite se obtiene al tratar con velocidades que no son suficientemente altas como para que difieran las predicciones de las duraciones y longitudes en más que la precisión de los instrumentos de medición, y en presencia de masas que generan campos gravitatorios equivalentes a campos de aceleraciones que no son tan grandes como para que se pongan de manifiesto, en las mediciones, las diferentes predicciones sobre la deflexión de la luz.

²¹ (Kitcher 1989).

Nivel que subyace al fenómeno

Decimos que es engañosa pues las explicaciones top-down se refieren a la diferencia de nivel en la generalidad de los principios que se utilizan en la explicación. Por ejemplo podríamos explicar la isocronía del péndulo mediante la derivación de tales leyes a partir de los principios generales de la mecánica clásica. Así el principio de equivalencia es de un nivel de generalidad muy elevado, pero no se refiere a un cambio en el nivel de organización del objeto de estudio, no se refiere a que el fenómeno a ser explicado ‘subyace’ a los principios explicativos. En cambio, las explicaciones mecánico-causales sí recurren a algún nivel inferior de organización en el que subyacen los mecanismos causales de los que se sirven para explicar el fenómeno. Volviendo al ejemplo, deberemos tener en cuenta las fuerzas actuantes en el péndulo, su constitución como cuerpo sólido suspendido de un hilo cuya masa es despreciable para el análisis, y así de las consideraciones de que la fuerza en cada una de las partículas que compone la masa del péndulo les ‘causa’ una aceleración y que las partículas interactúan unas con otras conformando un cuerpo rígido, obtendremos un mecanismo por el cual, cuanto más apartado de la posición vertical de equilibrio está el péndulo, mayor es la intensidad de esas fuerzas actuantes, y mayor será la aceleración que obtengan. Luego teniendo en cuenta la composición de todas estas fuerzas llegaremos a la misma ley de isocronía pero partiendo del mecanismo causal que opera sobre cada una de las partes de la masa oscilante. Una explicación basada en el análisis de las fuerzas gravitatorias actuantes sobre las partículas componentes del péndulo es una explicación causal en el sentido de que al péndulo macroscópico se lo concibe como compuesto de tales partículas, cada una de las cuales califica como un proceso causal.²² Dado que el nivel de organización subyacente al fenómeno muestra interacciones que serán de utilidad para explicar el fenómeno que se describió desde un nivel superior, es indispensable atender al problema de la reducción teórica. Entendemos que el sentido de reducción de teorías que está involucrado en este punto es aquél en el que se sostiene que una teoría se reduce a otra, si las leyes de la primera y los estados de los sistemas de los que se ocupa la primera pueden obtenerse a partir de leyes propias de la segunda más una serie de leyes que conectan los sistemas de la segunda con los de la primera, de modo de especificar las condiciones en las que los estados de los sistemas de la segunda dan lugar a los estados de los sistemas de la primera. Es decir que si un subnivel del fenómeno puede explicar el fenómeno, es necesario que las leyes del

²² Compárese el caso del péndulo que analizamos aquí con el de un gas ideal analizado por Salmon (1984, p. 227): “The explanation is causal because a macroscopic sample of gas is taken to consist of an extremely large numbers of molecules, each of which qualifies as a causal process as we are construing that concept.” Por otra parte, el concepto de “proceso causal” está edificado sobre el de “interacción causal” lo cual provee la posibilidad de referirse a los procesos causales como aquellos capaces de transmitir una marca, adquirida en una interacción causal. Para una versión corregida de (Salmon 1984) que evita la circularidad criticada por Dowe (1992), véase (Salmon 1994).

fenómeno puedan obtenerse a partir de las leyes del subnivel más las leyes que conectan niveles, estas últimas entendidas como las que dan cuenta de la conformación del nivel superior a partir de la conformación del nivel inferior. En estos casos se intenta explicar el fenómeno recurriendo a los subniveles que subyacen a él. Y contrariamente no está en juego un cambio en el nivel de generalidad.

Lo que vemos entonces es que una explicación es top-down respecto al criterio de generalidad de los principios y la otra explicación es bottom-up respecto al criterio de niveles de organización de las entidades en estudio.

Creemos que esta distinción aclarará que aunque son dos tipos de comprensión diferentes los que se obtienen, los procesos explicativos no son uno una imagen especular del otro respecto a ninguno de los criterios.

Un mejor esquema para estos dos modos de obtener comprensión sería el siguiente:

Ejemplo	Nivel de organización		Nivel de generalización	Ejemplo
			Nivel superior ↓ (top-down)	Principios de Newton
Termodinámica clásica		Nivel del fenómeno		Isocronía del péndulo
Mecánica estadística	↑ (bottom-up) Nivel que subyace al fenómeno			

Dijimos ya que la explicación mecánico-causal supone una reducción de un nivel macro a un nivel micro. Pero también las explicaciones por unificación involucran (o pueden hacerlo) algún tipo de reducción teórica²³. Si la teoría de menor nivel de generalidad se deduce de la de mayor nivel, se puede pensar que algún tipo de reducción teórica está involucrada. Lo que estaría en duda es si el tipo de reducción involucrado en este caso es del mismo tipo del que se plantea en el caso de la explicación mecánico-causal. Parecería que la reducción que hay detrás de la explicación por unificación es de tipo metodológico mientras que a la que se apela en el caso del modelo mecánico-causal es una reducción de tipo ontológico.²⁴ Esto es que

²³ Esta sugerencia nos fue formulada por Ricardo Gómez en ocasión de la presentación de una versión de una parte de este trabajo en el Coloquio de SADAF (Sociedad Argentina de Análisis Filosófico) llevado a cabo en el 2003 en Buenos Aires.

²⁴ Siguiendo la clasificación que establece, por ejemplo, Gregorio Klimovsky (1994).

en el caso de la unificación, el objetivo es obtener las leyes que rigen el fenómeno como un caso restringido de principios más generales, o bien obtener esas leyes por deducción partiendo de tales principios. En cambio en el caso de la explicación mecánico causal, lo que se está buscando es la descripción en términos de leyes que rigen aquello *de que está hecho* lo que queremos explicar, es decir, cuáles son las entidades y procesos que constituyen el nivel subyacente al fenómeno.

4. Complementariedad de explicaciones

Otro punto que es importante discutir remite a la complementariedad de ambos tipos de explicaciones. Si bien Salmon suele hablar de “coexistencia pacífica”, al sostener que ambos tipos de explicación deberían estar presentes para que se tenga una comprensión total, sugiere algún tipo de complementariedad entre ambos modelos. Sin embargo, la complementariedad puede entenderse de dos maneras diferentes: o son complementarias pues hacen falta ambas para lograr comprensión total o lo son pues hace falta disponer de al menos una de ellas. La segunda versión tiene algún parecido con la utilizada en la teoría de la luz considerada como onda-partícula, en la cual se puede obtener una comprensión de uno de los estilos sin obtener comprensión del otro.

La versión de Salmon parece ser la primera²⁵, en la que ambos tipos de explicación de un mismo fenómeno deben estar disponibles. Creemos, sin embargo, que hay buenos argumentos históricos para sostener una noción de complementariedad del segundo tipo respecto de los tipos de explicación científica²⁶.

Es importante notar que los ejemplos de explicaciones mecánico causales (“bottom-up”) conllevan la necesidad de obtener exitosamente una reducción teórica, excepto aquellas que están en los niveles más básicos. Salmon afirma, refiriéndose a las explicaciones mecánico causales, que “El ideal de esta aproximación es tener la capacidad de proveer explicaciones de los fenómenos naturales en términos de los mecanismos y procesos más fundamentales presentes en el mundo”²⁷. Así, en el ejemplo del rechazo de la teoría de Lorentz como explicación adecuada desde la vertiente mecánico causal, se encuentra que ésta no es compatible con la cosmovisión en la que se inscribe la explicación por unificación, i. e. la mecánica relativista. El aspecto de interés acá, es que quizás el rechazo de una de las explicaciones radique en su imposibilidad de compatibilización y posible reducción en el futuro, y no en lo referente a la completud de la comprensión.

²⁵ Esto en virtud de la referencia al texto explicativo ideal de Railton como se discute en el trabajo de de Regt citado más arriba.

²⁶ El caso de la teoría de Lorentz referido antes avala esta afirmación.

²⁷ (Salmon 1990, pp. 18-19) (la traducción es nuestra).

Este análisis daría pie a sostener que la versión de Salmon de en qué consiste la coexistencia pacífica es más bien una disyunción inclusiva antes que una conjunción en la que ambas vertientes deban indefectiblemente estar presentes. Es decir serían complementarias con el segundo sentido que le dimos al término más arriba: debe disponerse de al menos una explicación del fenómeno de alguno de los tipos mencionados.

Claro que este análisis, aun con el rédito de una mejor adecuación a los ejemplos provenientes de las diferentes disciplinas científicas, tiene el enorme costo de abandonar la noción de comprensión completa como desideratum de la explicación científica, al menos para todos los casos.

5. Coexistencia pacífica sin comprensión

De acuerdo con lo dicho más arriba, podríamos dar una respuesta no pragmática para la coexistencia pacífica.

Si en lugar de anclar la coexistencia pacífica de modelos de explicación científica en la comprensión lo hacemos sobre el tipo de reducción que hay detrás de cada modelo, se eliminan los factores pragmáticos reintroducidos por Salmon. Así, podríamos decir que las explicaciones científicas mecánico-causal y unificadora son complementarias, y por lo tanto coexisten pacíficamente los modelos, pues en ambos casos se buscan reducciones de diferente tipo. En el caso de la mecánico-causal se busca reducir el nivel del fenómeno a un nivel de menor organización o complejidad mientras que en el caso de la de unificación lo que se busca es reducir a un nivel mayor de generalidad.

Esta versión de la coexistencia no está comprometida con ninguna posición respecto de la manera de entender la complementariedad entre explicaciones de los tipos mencionados. Se puede sostener que la ciencia busca ambas reducciones y por lo tanto sostener que cuando sólo se dispone de una de ellas se está en un estado provisorio. Pero también se puede afirmar que la ciencia busca alguno de ambos tipos y de esta manera coincidir con nuestra versión de complementariedad (a la que suscribimos por argumentos históricos antes que epistemológicos).

Retomando la caracterización de Díez de complementariedad por núcleo conceptual común a la que hicimos referencia en la sección 2, nuestro argumento establecería como tal núcleo, en lugar de la comprensión que adopta Salmon, el concepto de reducción teórica. Es decir la búsqueda de explicación de un fenómeno involucra la búsqueda de reducción sea ésta a niveles de menor organización o a niveles de mayor generalidad de leyes.

Por otro lado, esta versión de la complementariedad no afecta el valor epistémico de la explicación científica, al menos en lo que se refiere a la introducción de elementos pragmáticos.

Podría argumentarse que esto no elimina los factores pragmáticos ya que el individuo decide buscar un tipo de explicación científica u otro en función del tipo de comprensión que desea. Sin embargo este proceso no está involucrado en la coexistencia pacífica sino en el posterior uso de la explicación para alcanzar comprensión científica.

6. Explicación y elección racional entre teorías

Aunque el debate siga abierto respecto del valor que tiene la explicatividad de una teoría en la elección racional entre teorías rivales, nuestra reformulación de la coexistencia pacífica entre modelos de explicación científica, que prescinde de referencias pragmáticas, evita un conjunto de críticas.

Llegados a este punto podemos apreciar de qué modo la explicatividad colabora en la elección entre teorías. Supongamos que disponemos de dos teorías y que ambas son empíricamente adecuadas y lógicamente consistentes. Una de ellas sin embargo, explica un conjunto de fenómenos mientras que la otra no lo hace con ninguno. Supongamos por un momento que brinda explicaciones de tipo mecánico-causales únicamente, lo que en nuestra versión se traduce en brindar explicaciones sobre la base de una reducción a menores niveles de organización. ¿Sería racional elegir la teoría que no explica frente a aquella que sí lo hace (teniendo en cuenta que esto último significa además reducción a niveles de organización más básicos)?

Creemos que no. La explicatividad es una característica de la teoría que le da valor pues de hecho funciona además como un elemento que relaciona niveles de organización y por lo tanto aporta conocimiento frente a la simple adecuación empírica. Lo racional²⁸ en estas circunstancias sería adoptar la teoría explicativa. Es decir que, aunque el criterio de adecuación empírica es más importante que el de explicatividad, en el caso de teorías rivales con similares características de adecuación empírica, la elección racional se hará sobre la base de la mayor o menor explicatividad que posee cada teoría.

Si bien el ejemplo fue desarrollado tomando una teoría que explica mecanico-causalmente solamente, el argumento no cambia con una que lo hace sólo por unificación.

7. Conclusiones

A partir del análisis de algunos ejemplos de explicaciones científicas en particular se ha argumentado que la coexistencia pacífica de explicaciones científicas a

²⁸ Entendemos acá “racionalidad” en el sentido de disponer de buenas razones antes que hacerlo con un criterio algorítmico.

la que hace referencia Salmon puede entenderse sin recurrir a la comprensión. Según el análisis anterior, la coexistencia pacífica descansa en el tipo de reducción involucrada en cada modelo de explicación científica.

Sumado a esto se argumentó que no es necesario disponer de ambos tipos de explicaciones de un fenómeno para lograr comprensión del mismo y con esto que el sentido de comprensión científica debe entenderse como una disyunción antes que como una conjunción de los tipos de comprensión propuestos por Salmon.

Finalmente, los argumentos presentados antes nos permiten defender que la explicatividad de una teoría constituye un elemento relevante en la elección racional entre teorías rivales dado que aporta un conocimiento que la sola adecuación empírica no brinda.

Referencias bibliográficas

- DE REGT, H. (2006) “Wesley Salmon’s Complementarity Thesis: Causalism and Unificationism Reconciled?”, *International Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 20, No. 2, July 2006, pp. 129–147.
- DÍEZ CALZADA, J. A. (2002) “Explicación, unificación y subsunción” en González, W. J. *Diversidad de la explicación científica*. Ariel. Barcelona.
- FLICHMAN, E. H. (1995) “Causas, leyes naturales y explicaciones científicas”, *Revista Latinoamericana de Filosofía (RLF)*, Vol. XXI, N° 1, pp. 37-52.
- HEMPEL, C. (1979): *La explicación científica. Estudios sobre la filosofía de la ciencia*. Paidós. Buenos Aires.
- KITCHER, P. (1989): “Explanatory Unification and the Causal Structure of the World” publicado en Kitcher, P. y Salmon, W. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Volume XIII: Scientific Explanation*. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- KLIMOVSKY, G. (1994): *Las desventuras del conocimiento científico A-Z* editora. Buenos Aires.
- KUHN, T. (1971): *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de cultura económica. México.
- POPPER, K. (1980): *La lógica de la investigación científica*. Tecnos, Madrid.
- REIF, F. (1968) *Fundamentos de física estadística y térmica*. Madrid. McGraw-Hill (Edición original en inglés de 1965).
- SALMON, W. (1984) *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton University Press.
- SALMON, W. (1989) “Four Decades of Scientific Explanation” en Kitcher, P. y Salmon, W. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Volume XIII: Scientific Explanation*. Minneapolis: University of Minnesota Press.

- SALMON, W. (1990): "Scientific Explanation: Causation and Unification." *Crítica, Revista Hispanoamericana de Filosofía* 66, pp. 3-23.
- SALMON, W. (1995). "La comprensión científica en el siglo veinte". *Revista Latinoamericana de Filosofía*, Vol. XXI N°1.
- VAN FRAASSEN, B.(1980). *The Scientific Image*. Oxford University Press.

Hernán Miguel y Jorge Paruelo
Universidad de Buenos Aires
herny@mail.retina.ar, jparuelo@mail.retina.ar