

# Superposición de interacciones causales en la teoría de Phil Dowe\*

Hernán Miguel  
Jorge Paruelo

Find similar papers at [core.ac.uk](http://core.ac.uk)

provided by Diigo

## Resumen

La teoría de causación de Dowe (1992) de cantidades conservadas contenía las bases sobre las que intenta dar cuenta de la causación; recién en (2000) Dowe presenta la teoría en un estado de desarrollo que permite aplicarla con más detalle a los casos pretendidos. En este trabajo presentaremos algunos contraejemplos a la teoría inicial que no pueden ser resueltos tampoco por la teoría detallada, y mostraremos de qué manera puede obtenerse toda una serie de estos contraejemplos. Analizaremos qué tipo de entidades, procesos o interacciones son candidatos a jugar el papel de causas y efectos, mostrando cómo la línea de contraejemplos puede extenderse a otro tipo de casos que recientemente fueron abordados en la teoría detallada. Mostraremos además cómo la teoría de Dowe podría hacerse inmune a esta familia de contraejemplos y cuál sería el coste de esta posible solución.

**Palabras clave:** causalidad, interacciones causales, superposición, P. Dowe, procesos causales, espacio-tiempo, cantidades conservadas.

## Abstract

Dowe's theory of causation (1992) of conserved quantities contained the foundations on which he tries to account for causation. Recently in (2002), Dowe has presented the theory in a state of development that enables it to be applied in a more detailed fashion to would-be cases. In this study, we shall present some counterexamples to the initial theory that cannot be resolved by the detailed theory either, and we shall show how an entire series of counterexamples can be obtained. We shall analyse what type of entities, processes or interaction are candidates for playing the role of cause and effect, demonstrating how the line of counterexamples can be extended to other types of cases that were recently

\* El presente trabajo es la versión en castellano de «Overlapping Causal Interactions in Phil Dowe's Theory». *Análisis Filosófico*, SADAF (Sociedad Argentina de Análisis Filosófico), vol. XXII (2002), núm. 1, p. 69-84. Una versión preliminar de este trabajo fue expuesta en el Coloquio de Filosofía Teórica y de Historia y Filosofía de la Ciencia. SADAF, Buenos Aires, del 19 al 21 de julio de 2001, y fue elaborado en el marco del Proyecto de Investigación dirigido por E. Flichman en la Universidad de Buenos Aires con subsidio de UBACyT. Versiones previas de las secciones 2 y 6 de este trabajo fueron presentadas en el I Congreso Iberoamericano de Filosofía, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), España. Cáceres y Madrid, España, del 21 al 26 de septiembre de 1998.

examined in the detailed theory. We shall also show how Dowe's theory might become immune to this family of counterexamples, and what the cost of this possible solution might be.

**Key words:** causality, causal interaction, superposition, P. Dowe, causal processes, space-time, conserved quantities.

### Sumario

Introducción	5. Ejemplos y contraejemplos
1. La teoría inicial de Dowe	6. Una vía de escape de los contraejemplos
2. El contraejemplo y toda una familia de ellos...	7. El rol de las teorías científicas
3. La teoría detallada de Dowe	8. Conclusiones
4. Los candidatos a causas y efectos	Referencias bibliográficas

### Introducción

Se han propuesto diferentes teorías acerca de la causalidad y cada una de ellas ha tenido que enfrentarse a distintas dificultades, ya sea respecto de su adecuación a los casos de uso habitual de la terminología de causa-efecto, ya sea, en particular, a algunos ejemplos provenientes de los descubrimientos científicos.

Phil Dowe, en dos trabajos de 1992, propone una teoría de la causalidad<sup>1</sup>, la *teoría de las cantidades conservadas*, que sigue la línea de la teoría propuesta por W. Salmon (1984). En ambas propuestas, se establecen teorías de la causalidad que apelan a procesos e interacciones causales<sup>2</sup>. Esta perspectiva marca una primera diferencia entre estos autores y aquéllos que abordaron una teoría de la causación entre eventos<sup>3</sup>.

Dowe distingue dos vías diferentes para abordar el análisis de la causación<sup>4</sup>: una es la del *análisis conceptual*, que tiene como objetivo elucidar el concepto de causación tal como es usado en la vida cotidiana; la otra vía es la del *análisis empírico*, que busca determinar qué procesos, entidades y relaciones existen de hecho en la naturaleza que constituyen la estructura causal del mundo efectivo<sup>5</sup>.

1. Véase Dowe (1992a y 1992b).
2. Uno de los ejemplos que utiliza Salmon (1984, p. 178) para señalar esto es el de un vidrio roto por unos niños que juegan a béisbol. Sostiene que, en el ejemplo, están involucradas dos interacciones causales, el golpe del bate contra la pelota y el de la pelota contra el vidrio, y un proceso, el movimiento de la pelota a través del espacio.
3. Véase Lewis (1973a) y Swain (1978).
4. Véase Dowe (2000, cap. 1).
5. Utilizamos «mundo efectivo» como traducción de lo que Dowe menciona como «objective world» o «actual world», alternativamente.

Aunque la teoría, tal como es formulada en los artículos de 1992, contiene las bases sobre las que intenta dar cuenta de la causación, en 2000 Dowe<sup>6</sup> presenta la teoría en un estado de desarrollo que permite aplicarla con más detalle a los casos pretendidos.

En este trabajo presentaremos (sección 2) algunos contraejemplos a la teoría inicial que no pueden ser resueltos tampoco por la teoría detallada, y mostraremos de qué manera puede obtenerse toda una serie de estos contraejemplos, analizaremos (sección 4) qué tipo de entidades, procesos o interacciones son candidatos a desempeñar el papel de causas y efectos, mostraremos (sección 5) cómo la línea de contraejemplos puede extenderse a otro tipo de casos que fueron abordados en la teoría detallada y finalmente mostraremos (sección 6) cómo la teoría de Dowe podría hacerse inmune a esta familia de contraejemplos y cuál sería el costo de esta posible solución. En las secciones 1 y 3 describiremos brevemente la teoría de Dowe tal como la formula inicialmente y en su versión detallada respectivamente, y en la sección 7 mostraremos algunas de las dificultades que subsisten en la teoría de Dowe.

## 1. La teoría inicial de Dowe

Representemos la historia de un objeto como una línea en el espacio-tiempo (de Minkowski) como se ve en el diagrama (figura 1). Ésta será la *línea-mundo* asociada a ese objeto. Cada punto de la línea-mundo indicará la ubicación del objeto en un instante determinado. Así, una línea-mundo paralela al eje del tiempo indicará un objeto en reposo, una inclinada indicará que está en movimiento. La inclinación no podrá ser mayor que la de la velocidad de la luz. De esa manera, queda conformado para cada punto del espacio de Minkowski un cono de pasado y uno de futuro. Un objeto es cualquier entidad que encontramos en la ontología de la teoría científica actual o en la del sentido común<sup>7</sup>.

De acuerdo con las leyes de conservación que encontramos en las teorías actualmente aceptadas, existen algunas magnitudes que se conservan tanto a lo largo de una línea-mundo como en algunos procesos de interacción que quedarían representados por un cruce de líneas-mundo. La energía, el momento lineal, el momento angular, la carga eléctrica, etc., son ejemplos de magnitudes que se conservan (figura 1).

Sobre la base de la conservación de estas magnitudes, Dowe construye su teoría de las cantidades conservadas a partir de las siguientes dos definiciones básicas:

6. Véase Dowe (2000).

7. Agradecemos a Horacio Abeledo el hacernos notar que, para esta representación, se debería considerar cualquier entidad espacio-temporal cuya extensión sea despreciable respecto de la descripción, de manera que pueda representarse como un punto en el espacio de Minkowsky.

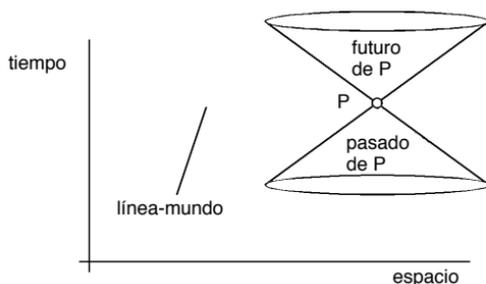


Figura 1.

- Una *interacción causal* es una intersección de líneas-mundo que involucra *intercambio* de una cantidad conservada.
- Un *proceso causal* es la línea-mundo de un objeto que manifiesta una cantidad conservada.

Cuando se produce una interacción causal, hay procesos entrantes y procesos salientes, definibles éstos arbitrariamente en cualquier dirección. Dowe analiza de qué manera se establece la asimetría requerida por la causalidad<sup>8</sup>, pero no revisaremos esta parte de su teoría, dado que no interviene en la argumentación presentada en este trabajo.

Que exista intercambio significa que al menos un proceso entrante y al menos uno saliente manifiestan cambios en una cantidad conservada. Este intercambio es gobernado por las leyes de conservación. De esta manera, en la causación hay involucradas interacciones causales entre procesos entrantes y procesos salientes, es decir, intersecciones de líneas-mundo en las que tiene lugar un intercambio de una cantidad conservada.

La intersección de las líneas-mundo en el diagrama puede tener diferentes formas, entre las cuales las más simples corresponden a los siguientes tres tipos de procesos (figura 2):

- Procesos de *tipo Y*, en donde un proceso entrante a partir de una interacción causal da lugar a dos procesos salientes.
- Procesos de *tipo I*, en donde dos procesos entrantes en una interacción causal dan lugar a un solo proceso saliente.
- Procesos de *tipo X*, en donde dos procesos entrantes mediante una interacción causal dan lugar a dos procesos salientes.

Veamos uno de los ejemplos que presenta Dowe.

Cuando un átomo de nitrógeno es bombardeado con una partícula  $\alpha$ , se produce un átomo de oxígeno y un protón. La reacción de transmutación se puede simbolizar como sigue:

8. Véase Dowe (1992a).

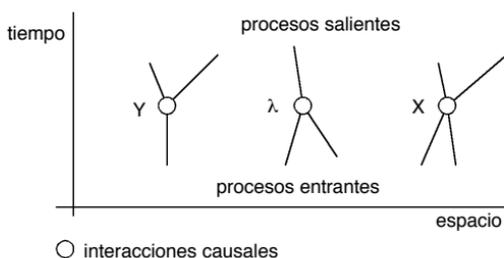


Figura 2.

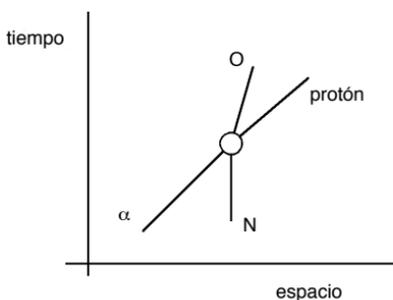
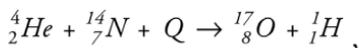


Figura 3.



en donde  $Q$  simboliza la energía adicional que debe tener la partícula  $\alpha$  para que se logre la formación del núcleo más pesado (figura 3).

Analicemos cómo se adecuan las definiciones anteriores:

- Las líneas-mundo que representan a la partícula  $\alpha$  y al átomo de nitrógeno son los procesos entrantes.
- Las líneas-mundo asociadas al protón y al átomo de oxígeno son los procesos salientes.
- La intersección de las líneas-mundo de los procesos entrantes con las líneas-mundo de los procesos salientes constituye la interacción causal.
- Una de las cantidades conservadas que es relevante en esta interacción causal es la carga eléctrica.
- La carga eléctrica es intercambiada entre procesos entrantes y procesos salientes; en particular, la carga eléctrica total de los procesos entrantes es igual a la carga total de los procesos salientes y ha habido un intercambio.

- Cada proceso representado por una línea-mundo es un proceso causal, ya que tanto los núcleos de nitrógeno y oxígeno como la partícula  $a$  y el protón tienen carga eléctrica.

Traducido al lenguaje causal habitual, diríamos que el bombardeo de un átomo de nitrógeno con una partícula  $a$  es causa de la aparición del átomo de oxígeno<sup>9</sup>.

## 2. El contraejemplo y toda una familia de ellos...<sup>10</sup>

Consideremos ahora el siguiente caso. Dos cuerpos  $A$  y  $B$  chocan en un instante determinado. En ese mismo instante, uno de ellos, digamos  $B$ , emite espontáneamente una partícula  $a$  (figura 4). Siguiendo el mismo razonamiento que en el ejemplo citado arriba, podemos decir que se cumple que:

- los procesos involucrados son procesos causales, pues son líneas-mundo de objetos (cuerpos  $A$  y  $B$ , y partícula emitida) que poseen cantidades conservadas: el momento lineal y la carga eléctrica, y
- el choque es una interacción causal, pues constituye la intersección de las líneas-mundo de los procesos entrantes (los cuerpos en colisión con sus momentos lineales) con los procesos salientes (los cuerpos después de la colisión, la partícula  $a$  con sus momentos lineales),
- en esta interacción causal se intercambia el momento lineal y la carga eléctrica.

En el lenguaje causal habitual, diríamos que el choque de los cuerpos causó la emisión de la partícula. Sin embargo, y en esto consiste el contraejemplo, no estamos dispuestos, desde la ciencia, a aceptar tal afirmación, pues entendemos que el choque y la emisión podrían, tanto uno como otro, producirse independientemente. Es decir que el ejemplo muestra un caso en el que la teoría parece establecer una causalidad que no es tal en la estructura causal del mundo efectivo.

Analicemos la estructura del contraejemplo. Vemos que la interacción causal podría analizarse como superposición de dos interacciones causales independientes una de otra: el choque y la emisión espontánea (véase la figura 5). Hemos superpuesto dos interacciones causales, una de tipo  $X$  con otra de tipo  $Y$ .

Vemos que, en la interacción causal del choque, la magnitud física relevante que se conserva es el momento lineal, es decir, la magnitud intercambiada entre los procesos entrantes y los salientes es el momento lineal. En

9. Recordemos que hemos dejado sin atender el problema de la asimetría, por lo cual esta elección de qué procesos causan cuáles hasta el momento puede definirse de forma arbitraria.
10. El contraejemplo desarrollado en esta sección, junto con la posible solución que se presenta en la sección 6, tiene como antecedente un estudio realizado en Paruelo (1997).

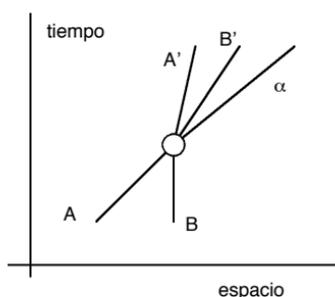


Figura 4.

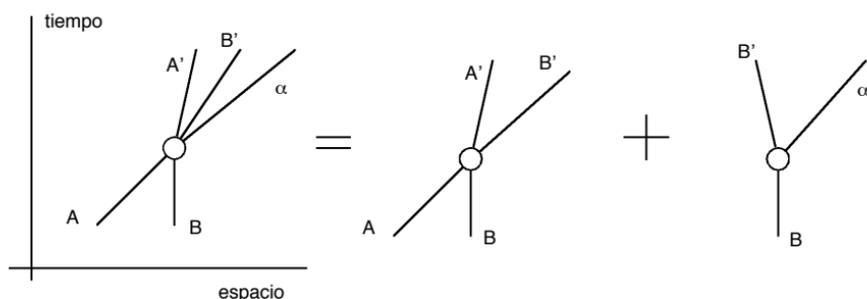


Figura 5.

cambio, en la interacción causal de la emisión espontánea son relevantes tanto la conservación del momento lineal como la conservación de la carga eléctrica: el proceso entrante  $B$  intercambia momento lineal y carga eléctrica con los procesos salientes  $B'$  y la partícula  $a$ .

También encontramos que, al ocurrir ambas interacciones causales en el mismo punto del espacio-tiempo, la superposición no es inocua en cuanto al intercambio de momento lineal, ya que la partícula  $a$  toma parte en un intercambio de momento lineal con procesos entrantes, entre los que se encuentra el cuerpo  $A$  que en el proceso de tipo  $Y$  no estaba presente. De esta manera, se «empastan» las interacciones causales y la teoría permitiría identificar el bombardeo del cuerpo  $B$  con el cuerpo  $A$  como causa de la emisión de la partícula  $a$ .

Otro caso que sufriría el mismo tratamiento sería el de una bomba de tiempo cuyo detonador la hace explotar justo en el instante en el que una mosca se posa sobre ella. La intersección de las líneas-mundo que representan a la bomba y a la mosca constituye, para la teoría, una interacción causal en la que se intercambia gran cantidad de energía y momento lineal, lamentablemente para la mosca. Se trata aquí de superponer dos procesos de tipo  $X$  en el mismo punto espacio-temporal.

Contraejemplos como éstos pueden construirse considerando interacciones causales independientes que tienen lugar en un mismo punto del espacio-tiempo y que al menos una de las cantidades intercambiadas en una de las interacciones también es intercambiada en la otra. De esa manera, para la teoría de las cantidades conservadas, se diluye la diferencia que permitiría hablar de dos interacciones causales independientes. Por otra parte, un rasgo derivado de su independencia es que exista un intercambio de cantidad conservada en una de las interacciones que no sea relevante para la otra interacción. Por ejemplo, el intercambio de momento lineal no es relevante para el intercambio de carga eléctrica en el caso de la emisión de la partícula *a*, y la cantidad de momento lineal intercambiada por la mosca y la bomba cuando la infeliz se posa sobre ella no es relevante para la cantidad intercambiada entre el combustible de la bomba y su detonador.

### 3. La teoría detallada de Dowe

Más allá de la distinción que hemos hecho para referirnos a los trabajos de Dowe de 1992 y de 2000, es conveniente aclarar que la teoría detallada no contradice a su teoría inicial, sino que la desarrolla con más profundidad, lo que posibilita su aplicación a un campo más extenso<sup>11</sup>.

En la presentación detallada, Dowe (2000) sostiene que:

I. «Un evento es un cambio en una propiedad de un objeto en un instante o cambios simultáneos en más de una propiedad de más de un objeto en un instante»<sup>12</sup>.

II. «Un hecho es un objeto que tiene una propiedad en un instante o en un período de tiempo»<sup>13</sup>.

A continuación, sugiere bajo qué condición estos hechos o eventos intervienen en casos de causación:

III. «[...] tales hechos o eventos, si se conectan a través de la causación, deben involucrar cantidades conservadas o supervenir en hechos y eventos que involucren cantidades conservadas».

11. Por ejemplo, intenta dar cuenta de la causación en los casos en que intervienen omisiones o preventores. Véase Dowe (2000, cap. 6). Respecto a la simetría que Dowe sugiere entre casos de causación con omisiones y con preventores, hemos mostrado (con ocasión del XI International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science, Jagiellonian University, Cracovia, del 20 al 26 de agosto de 1999) que esta simetría se sostiene para eventos, pero no para estados de cosas que desempeñen el papel de causas o efectos.
12. Todas las traducciones de Dowe citadas en el presente trabajo son nuestras. Dice Dowe, en *Physical Causation*: «An event is a change in a property of an object at a time; [...] or a related simultaneous change in more than one property of more than one object at a time, etc.» (p. 169-70).
13. *Ibidem*, p. 170: «A fact is an object having a property at a time or over a time period».

IV. «También distinguiremos entre lo manifiesto y lo físico [...]. Entonces decimos que los hechos causales manifiestos supervienen en los hechos causales físicos»<sup>14</sup>.

Luego expresa lo que debe entenderse por conexión causal entre interacciones causales:

V. «Dos interacciones  $I_1$  e  $I_2$  están vinculadas por una conexión causal en virtud de un proceso causal  $p$  sólo si alguna cantidad conservada intercambiada en  $I_2$  es también intercambiada en  $I_1$  y poseída por  $p$ »<sup>15</sup>.

y, paralelamente, qué se debe entender por conexión causal entre hechos:

VI. «Hay una conexión causal (o hebra) entre el hecho  $q(a)$  y el hecho  $q'(b)$  si y sólo si hay un conjunto de procesos causales e interacciones entre  $q(a)$  y  $q'(b)$  tal que:

(1) cualquier cambio del objeto a al  $b$  y cualquier cambio de la cantidad conservada de  $q$  a  $q'$  ocurre en una interacción causal que involucra los siguientes cambios:  $Dq(a)$ ,  $Dq(b)$ ,  $Dq'(a)$  y  $Dq'(b)$ <sup>16</sup>, y

(2) para cualquier intercambio en (1) que involucre más de una cantidad conservada, los cambios en las cantidades son gobernados por una sola ley de la naturaleza.

VII. La necesidad de (2) es descartar casos donde interacciones independientes ocurren por accidente al mismo tiempo y en un mismo lugar»<sup>17</sup>.

#### 4. Los candidatos a causas y efectos

En la cita I, Dowe permite que los cambios en los valores de las propiedades desempeñen el papel de causas o de efectos en el marco de su teoría. En efecto, está describiendo el cambio en el valor de una determinada propiedad como

14. *Ibidem*, p. 170.

15. *Ibidem*, p. 171.

16. En la redacción de Dowe, aparece como último cambio  $Dq'(a)$ . Creemos que es una errata aun cuando en el borrador que el autor entregara personalmente a uno de nosotros en 1998 también figura esta redacción. Nuestra argumentación tomará como base la redacción corregida como  $Dq'(b)$ .

17. Debido a que es fundamental la interpretación de estas condiciones, transcribimos del original:

«There is a causal connection (or thread) between a fact  $q(a)$  and a fact  $q'(b)$  if and only if there is a set of causal processes and interactions between  $q(a)$  and  $q'(b)$  such that: any change of object from a to  $b$  and any change of conserved quantity from  $q$  to  $q'$  occur at a causal interaction involving the following changes:  $Dq(a)$ ,  $Dq(b)$ ,  $Dq'(a)$ , and  $Dq'(b)$  [*sic*, ver nota 16]; and for any exchange in (1) involving more than one conserved quantity, the changes in quantities are governed by a single law of nature.

The need for (2) is to rule out cases where independent interactions occur by accident at the same time and place» (Dowe, 2000, p. 171-172).

un evento y, en la cita III, vemos que tanto eventos como hechos pueden intervenir en relaciones de causación. A su vez, en II, advertimos que también podemos hablar de objetos que intervienen en relaciones de causación: un objeto que tiene cierta propiedad es un hecho que puede desempeñar el papel de causa o de efecto.

Tanto hechos como eventos pueden ser causas o efectos si involucran cantidades conservadas, o bien si supervienen<sup>18</sup> en hechos que involucren estas cantidades.

Dowe distingue entre propiedades manifiestas y propiedades físicas y admite la causación entre eventos o hechos que involucren propiedades manifiestas en tanto supervengan en propiedades físicas. Esto es lo que le permite expresar en el marco de su teoría los casos más habituales de causación y le da la posibilidad de aplicarla como recurso útil para dar cuenta, tanto del uso habitual de la relación como su uso específico en otros ámbitos de problemas tales como, por ejemplo, el de la explicación científica.

De ese modo, aun cuando algún hecho manifiesto no involucre cantidades físicas conservadas, por ejemplo el color de un objeto, podrá aparecer como causa o efecto si superviene en propiedades de las partes que lo componen si esas propiedades sí involucran cantidades conservadas como reflectividad selectiva o algo así, que no serán precisamente el color, pero que serán las propiedades que le dan sustrato a la propiedad que llamamos «color». Es decir, que hechos manifiestos pueden entrar en relaciones de causación siempre que sean hechos manifiestos que supervengan en hechos que sí involucren cantidades conservadas.

Con estas consideraciones, podemos decir que un objeto causa otro, que un evento causa otro, que el cambio en una propiedad causa otro cambio, etc.

Encontramos, entonces, en la teoría de Dowe, tres niveles de candidatos a ser los portadores del rol causal:

1. Valores de las cantidades conservadas que se intercambian, por ejemplo: el valor de la cantidad de momento lineal que posee una bola de billar en cierto instante es responsable por la cantidad de momento lineal de esa misma bola en un instante posterior<sup>19</sup>.

18. En su trabajo, Dowe utiliza la noción de *superveniencia* enunciada por Armstrong en 1997, según la cual una entidad Q superviene en una entidad P si y sólo si es imposible que P exista y que Q no exista, donde la existencia de P es posible (en el sentido más débil, como por ejemplo, que la Tierra y sus habitantes no existieran). Véase Armstrong (1997, p. 11). Dowe sostiene que los hechos causales manifiestos (asociados a las características macroscópicas en los ejemplos) supervienen en los hechos causales físicos (asociados a las propiedades o procesos microscópicos), aunque hace notar que la superveniencia de Armstrong no afirma que todo aquello que superviene en un hecho causal físico genuino es un hecho causal (p. 170).

Aunque el análisis que mostramos en el presente trabajo no depende de la noción de superveniencia que Dowe está utilizando, creemos que constituye un punto que merece estudiarse con cierto detalle, de la misma manera que el criterio de identidad de objetos que necesita para su teoría.

19. *Ibidem*, p. 172.

2. Hechos (objetos con propiedades) o eventos que involucran cantidades conservadas: por ejemplo, un fotón  $a$  que tiene cierta energía al chocar con un átomo  $b$  es causa del átomo resultante que tiene cierta energía final<sup>20</sup>.
3. Hechos (objetos con propiedades) o eventos que no involucran cantidades conservadas pero que supervienen en hechos que sí las involucran, por ejemplo: una bola de billar de color verde es causa de la imagen obtenida en una fotografía<sup>21</sup>.

## 5. Ejemplos y contraejemplos

Consideremos dos de los ejemplos que el mismo Dowe nos propone:

Una bola de billar choca con otra<sup>22</sup>. El momento lineal de la primera bola ( $q(a)$  en  $t_1$ ) es causalmente responsable por el posterior momento lineal de la segunda bola ( $q(b)$  en  $t_2$ ). Es decir que, el hecho de que la primera bola tenga antes del choque un momento de, por ejemplo, 3 unidades, es causalmente responsable de que la segunda bola tenga después del choque, por ejemplo, un momento lineal de 5 unidades. En este caso, tenemos un ejemplo del primer nivel que hemos caracterizado al finalizar la sección 4, en el que las causas y los efectos son los valores de las cantidades físicas involucradas (ver la figura 6).

Para el segundo nivel mencionado, encontramos el siguiente ejemplo<sup>23</sup>. Un átomo inestable es bombardeado con un fotón cuya frecuencia es la de absorción del átomo. Como consecuencia de esto, el átomo decae. Dowe describe esta situación diciendo que «la causa  $q(a)$ , el fotón incidente con cierta energía, está enlazada con el efecto  $q'(c)$ , la existencia del segundo átomo, el producto del decaimiento» (ver la figura 7).

Vemos entonces que el fotón teniendo ciertos valores en sus cantidades físicas es causa del átomo teniendo ciertos otros valores en sus magnitudes. De este modo, el ejemplo se enmarca en el segundo nivel mencionado: objetos relacionados causalmente en virtud de que involucran cantidades conservadas —como surge de las citas V, VI y VII. Sin embargo, de manera un tanto sorprendente, Dowe se refiere al efecto como «la existencia del segundo átomo, el producto del decaimiento».

De acuerdo con las definiciones anteriores, es claro que existe un enlace causal entre  $q(a)$  y  $q'(c)$ , es decir, entre «la cantidad  $q$  de energía del fotón incidente» y «la cantidad  $q'$  de carga del átomo producto» (ver la figura 7). Pero Dowe se refiere a  $q'(c)$  como «la existencia del segundo átomo».

20. Esta formulación es la más cercana a la primera parte del ejemplo que analizamos en la sección siguiente, y que se encuentra en Dowe (2000, p. 173).
21. No hay en Dowe un ejemplo explícito de causación entre objetos con propiedades que supervengan en propiedades físicas (ibídem, p. 170).
22. Este ejemplo es el que adelantamos al señalar el nivel 1 (ibídem, p. 172).
23. Ibídem, p. 172.

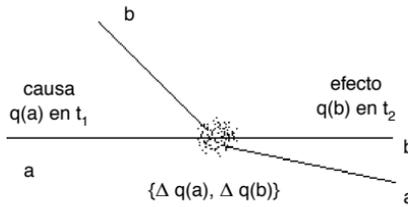


Figura 6.

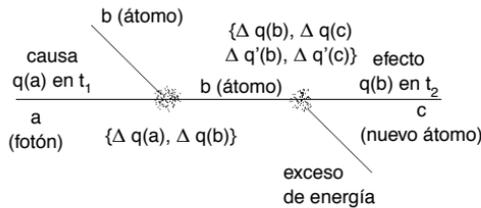


Figura 7.

De esta forma, Dowe pretende dar cuenta de que «el fotón causó el decaimiento del átomo o la emisión de un nuevo átomo». El nuevo átomo, sin embargo, tiene otras propiedades además de las puestas en juego, algunas de ellas se encuentran bajo la categoría de cantidades conservadas, como por ejemplo el momento lineal. Estas cantidades no entran en juego en la interacción, al menos en los aspectos causales que Dowe describe. Se debe suponer que, a partir de las propiedades descritas en la interacción entre «la energía del fotón incidente» y «la carga del átomo producto», se infiere la relación causal entre «el fotón» y «el átomo producto» que menciona Dowe.

Veamos, finalmente, qué ocurre con la versión detallada de la teoría en el caso del contraejemplo a la formulación inicial presentado en la sección 2. Mostraremos que las dificultades subsisten en la versión detallada y, a su vez, se extienden más allá de lo que habíamos señalado en aquella sección. Recordemos el ejemplo reformulado en términos de la segunda versión de la teoría, incluyendo una dilatación temporal entre el choque y la emisión que evita la superposición de las interacciones.

Dos bolas de billar  $A$  y  $B$  chocan en un instante  $t_1$ . La bola  $B$  no interactúa con otros cuerpos hasta el instante  $t_2$ , en que emite espontáneamente una partícula  $a$ . Sigamos el razonamiento de Dowe, similar al utilizado en el ejemplo anterior. Tanto la bola  $A$  como la  $B$  poseen momento lineal antes del choque (propiedad manifiesta) y éste es intercambiado durante el choque, de manera que, después del impacto,  $A'$ ,  $B'$  (las bolas después del choque) poseen distin-

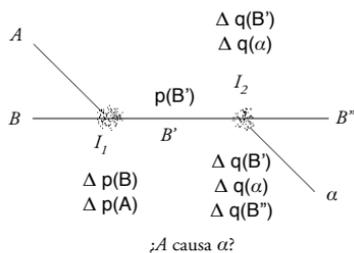


Figura 8.

tos valores de la cantidad conservada. En  $t_2$ ,  $B'$  emite la partícula  $a$  y se produce también un intercambio de momento lineal. Después de  $t_2$ ,  $A'$ ,  $B''^{24}$  y la partícula  $a$  poseen distintos valores de esa misma cantidad conservada (ver la figura 8).

De acuerdo con Dowe, en este caso hubo cambio de valor de la cantidad conservada<sup>25</sup> y además hubo cambios de objeto. En función de los enlaces causales entre los momentos lineales prechoque y postchoque, podemos afirmar que «el momento lineal de la bola  $A$  es causa del momento lineal de la bola  $B''$ » y también que «el momento lineal de la bola  $A$  es causa del momento lineal de la partícula  $a$ ».

En el ejemplo también están involucradas las cargas de  $B'$ , de  $B''$  y de la partícula  $a$ . De esta forma, existe un enlace causal entre la carga de  $B'$  y la de la partícula  $a$  y entre la carga de  $B''$  y la de  $B'$ . Pero también existe enlace causal entre el momento lineal de la bola  $A$  y el de la partícula  $a$ . Siguiendo a Dowe, podríamos decir que « $B'$  es causa de la emisión» y que « $A$  es causa de la partícula  $a$ ». Sin embargo, Dowe estaría dispuesto a aceptar la primera afirmación pero no la segunda. Más allá de las discusiones que pueden suscitarse respecto del primer caso, todos coincidiremos en que la segunda es insostenible. Está claro que no existe relación entre la bola  $A$  y la emisión de la partícula<sup>26</sup>. Sin embargo, no está claro de qué manera la teoría de Dowe evita este caso.

Dowe sostiene<sup>27</sup> que esto lo impide al pedir que «para cada intercambio (de cantidad conservada o de objeto) involucrando más de una cantidad con-

24. Nombramos a la bola  $B$  después de la emisión como  $B''$  sin que esto signifique tomar posición sobre el problema de la identidad mencionado en la nota 18.

25. Dada la noción de superveniencia mencionada en la nota 18, podemos decir que el momento lineal de la bola superviene en el momento lineal de cada una de las partículas que la forman (propiedades físicas).

26. Del mismo modo que se concluyó en el caso de la versión inicial de la teoría de Dowe.

27. Tanto explícitamente en la cita VII como en comunicación personal con los autores.

servada, los cambios en cantidades están gobernadas por una ley natural única». Sin embargo, el caso del ejemplo satisface este requisito. Creemos que cuando hay una superposición causal que involucra hechos o eventos del segundo o tercer nivel, según la caracterización efectuada en la sección 4, el problema no ha sido resuelto, incluso después de desarrollar una teoría más detallada que intentaba enfrentar estas dificultades.

## 6. Una vía de escape de los contraejemplos

Para que la teoría de las cantidades conservadas resulte útil a los fines perseguidos (v. g.: dar cuenta de la estructura causal del mundo efectivo), debe ser posible determinar una herramienta que discrimine los casos causales genuinos de aquéllos que no lo son, como los presentados en los contraejemplos. Es decir que, con dicha herramienta, deberían poder evitarse las causaciones no genuinas, tanto en aquellos casos en los que hay superposición espacio-temporal de interacciones causales (contraejemplos de la sección 2) como en aquellos casos en donde interacciones en distintos puntos del espacio-tiempo parecen estar conectadas causalmente (contraejemplo de la sección 5). Esta herramienta debe ser capaz de señalar las interacciones causales individuales, es decir, aquéllas que no son composiciones de otras interacciones superpuestas. Dicho de otro modo, no se trata de buscar una herramienta que permita descomponer cualquier interacción en una suma de otras, sino que permita llegar a interacciones no descomponibles que se identificarían como las componentes independientes.

Una herramienta adecuada parecen ser los condicionales contrafácticos. Así, para establecer si algunos procesos entrantes fueron causa de algunos procesos salientes, deberíamos analizar el contrafáctico asociado a tal interacción causal, es decir que es necesario que sea verdadero el contrafáctico «si no hubiese ocurrido el proceso entrante (o la interacción), no habría ocurrido el proceso saliente (hecho o evento)». Obsérvese que, en el caso del ejemplo de la sección 2, el contrafáctico «Si los cuerpos  $A$  y  $B$  no hubieran chocado, no habría sido emitida la partícula» es falso, al igual que el contrafáctico «Si la mosca no se hubiera posado sobre la bomba, ésta no habría estallado». Del mismo modo, para el ejemplo de la sección 5, el contrafáctico «Si la bola  $A$  no hubiera chocado con la  $B$  en  $t_1$ , ésta no habría emitido la partícula a en  $t_2$ » también resulta falso.

Un lujo que no podríamos permitirnos es contar con la causación para la evaluación de los condicionales contrafácticos<sup>28</sup>. Pero, afortunadamente, David Lewis (1973b) intentó dar un análisis de los condicionales contrafácticos que no depende de la causación, ya que él se proponía utilizarlos como herramienta para describir la causación<sup>29</sup>.

28. Como, por ejemplo, se presenta en Kvart (1986).

29. Véase Lewis (1973a).

El análisis basado en estos condicionales para dar cuenta de la causación presenta serias dificultades<sup>30</sup> y no ha sido satisfactorio según nuestra opinión, pero podría servir como herramienta adicional para completar la teoría de las cantidades conservadas de Dowe y permitirle distinguir diferentes interacciones causales donde su teoría solamente describe una. Este recurso no sería totalmente ajeno a su teoría, ya que lo emplea en el análisis de los casos de causación por omisión<sup>31</sup>. Para Dowe<sup>32</sup>, esta inclusión constituye un apartamiento no deseado respecto del programa inicial en el que pretendía dar un análisis de la causación solamente en términos de las teorías físicas. Pero, como hemos señalado, su teoría ya presenta un carácter inhomogéneo en este respecto, al haber incluido el recurso a los contrafácticos al tratar con la causación por omisión<sup>33</sup>. Se trataría entonces de extender el componente no físico de su teoría agudizando en cierto modo este apartamiento de los objetivos de su programa.

Tanto en el caso en que se utilizara la teoría de Lewis como en el caso en que se utilizara otra teoría para la evaluación de los condicionales contrafácticos, éstas deberán cumplir con la condición de que en el proceso de evaluación del condicional no se abandone la ley de conservación que es relevante a la interacción causal a ser analizada. Sólo de esta manera no se borrará con el codo lo que se ha escrito con la mano.

## 7. El rol de las teorías científicas

Una objeción de índole más general que se puede esbozar es que todo análisis de la causación sobre la base de procesos descritos por las teorías científicas vigentes nunca está exento de ser afectado por los cambios teóricos que sufra la disciplina científica en cuestión<sup>34</sup>. Este tipo de objeciones Dowe las enfrenta eliminando el problema al distinguir los dos tipos de análisis diferentes que pueden encararse respecto de la causación. Por un lado, el análisis semántico o conceptual sobre lo que la causación significa en el lenguaje de uso habitual e incluso científico. Por otro lado, qué es lo que existe en la naturaleza como proceso denotado por los términos *causación* o *interacción causal*. Está claro que el análisis conceptual no debería cambiar al ritmo de los cambios científicos. Pero Dowe ha encarado el segundo análisis. Aquél que pretende investigar empíricamente la naturaleza para encontrar los aspectos que cons-

30. Véase Flichman (1989 y 2000), Miguel y Paruelo (1997) y Abeledo (1995 y 2000).

31. De hecho, la teoría de Dowe echa mano del recurso de los condicionales contrafácticos en la evaluación de tales casos cuando distingue la causación genuina entre eventos o hechos, de la causación\* entre omisiones. Véase Dowe (2000, cap. 6) (como adelantamos en nota 11) y, más recientemente, en Dowe (2002).

32. En comunicación personal con uno de los autores (1999).

33. Este contraste fue analizado en Miguel «Causación física: ¿con o sin contrafácticos?», comunicación presentada en las III Jornadas de Investigación para Profesores, Graduados y Alumnos. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, noviembre de 2000.

34. Esta objeción es la que sostiene Eduardo Flichman (1995), tanto contra la teoría de Salmon como contra la de Dowe.

tituyen las interacciones causales. En este sentido, lo que Dowe (o Salmon) haya encontrado correrá el mismo riesgo que cualquier otro descubrimiento científico. Dowe sostiene que seguramente será más profunda la comprensión que se logre por este camino que por cualquier otro desentendido de las teorías científicas<sup>35</sup>. La teoría de Dowe parece considerar el mundo real como el que la teoría física actual describe, alineándose así dentro de un realismo científico fuerte.

Sin embargo, la discusión no puede solucionarse fácilmente, ya que analizar a qué le llamamos «causación» y qué es lo que existe en la naturaleza son los dos aspectos mencionados por Dowe, empírico y conceptual, pero, tal como él mismo reconoce<sup>36</sup>, quizás estas dos facetas no puedan separarse netamente.

## 8. Conclusiones

La teoría de Dowe representa y analiza correctamente las interacciones causales individuales cuando estas interacciones no parecen ser el resultado de una superposición en el espacio-tiempo de más de una interacción.

En el caso de que dos (o más) interacciones causales independientes tengan lugar en un mismo punto del espacio-tiempo, la teoría de las cantidades conservadas no nos permite distinguir estas interacciones, sino que describe lo ocurrido como una sola interacción causal.

Al perderse la distinción de las dos interacciones que se han superpuesto, la teoría permite que se identifiquen como causas de ciertos efectos los procesos entrantes de la otra interacción causal, lo cual da como resultado una descripción equívoca, tanto desde el punto de vista científico como desde el intuitivo.

Esta dificultad es de tipo general. Es decir, que no hemos encontrado sólo un caso anómalo para la teoría, sino que encontramos las características generales que debe tener un caso para resultar anómalo a la teoría.

También se extienden estas dificultades a las interacciones causalmente conectadas que ocurren con diferencia espacio-temporal.

Al mismo tiempo, y teniendo en cuenta que es una de las teorías mejor articuladas para dar cuenta de la causación como un proceso realmente existente en la naturaleza, sugerimos que la herramienta adicional que podría completar la teoría para evadir la familia de contraejemplos presentada aquí, es la de los condicionales contrafácticos, que aparta aún más la teoría de los objetivos iniciales propuestos de lograr una fundamentación puramente física de la causación.

Estos condicionales han sido motivo de análisis desde ya hace varias décadas, y un criterio de evaluación adecuado para ser utilizado como herramienta adicional en la teoría de Dowe deberá tener en cuenta las leyes de conservación

35. En comunicación personal (agosto de 1998).

36. Véase Dowe (2000, cap. 1).

que son la base de la teoría de las cantidades conservadas. Este proceso de evaluación está disponible y, por lo tanto, no se requeriría más que extender a estos casos el uso de tales condicionales que la teoría de Phil Dowe solamente restringía para la causación por omisión.

## Referencias bibliográficas

- ABELED0, H. (1995). «Lewi's Causation: An Almost Fatal Example». *Crítica: Revista Hispanoamericana de Filosofía*, XXVII, n° 81, p. 79-100.
- (2000). «Lewis, Causation, Barometers: Dubious Fate of An Example». *Crítica: Revista Hispanoamericana de Filosofía*, XXXII, n° 94, p. 127-143.
- ARMSTRONG, D.M. (1997). *A World of States of Affairs* Cambridge: Cambridge University Press.
- DOWE, P. (1992a). «Process Causality and Asymmetry». *Erkenntnis*, n° 37, p. 179-196.
- (1992b). «Wesley Salmon's Process Theory of Causality and the Conserved Quantity Theory». *Philosophy of Science*, n° 59, p. 195-216.
- (2000). *Physical Causation*. Nueva York: Cambridge University Press.
- (2002). «A Counterfactual Theory of Prevention and "Causation" by Omission». *Australasian Journal of Philosophy* (forthcoming).
- FLICHMAN, E. (1989). «The Causalist Program. Rational or Irrational Persistence?». *Crítica: Revista Hispanoamericana de Filosofía*, XXI, n° 62, p. 29-53.
- (1995). «Causas, leyes naturales y explicaciones científicas». *Revista Latinoamericana de Filosofía (RLF)*, 21, n° 1, p. 37-52.
- (2000). «Lewi's Causation: A Fatal Example. A Response to Dorothy Edgington, Helen Beebe and Horacio Abeledo». *Crítica: Revista Hispanoamericana de Filosofía*, XXXII, n° 94, p. 89-125.
- KVART, I. (1986). *A Theory of Counterfactuals*. Indiana: Hackett Publishing Company.
- LEWIS, D. (1973a). «Causation». *Journal of Philosophy*, n° 70, p. 556-567 y en *Philosophical Papers*, vol. II. Nueva York y Oxford: Oxford University Press, 1986, p. 159-171.
- (1973b). *Counterfactuals*. Oxford: Blackwell.
- MIGUEL, H.; PARUELO, J. (1997). «Causación, Producción y Función». *Crítica: Revista Hispanoamericana de Filosofía*, XXIX, n° 87, diciembre, p. 53-90. México (1998).
- PARUELO, J. (1997). «La explicación causal como explicación científica». Documento de Trabajo del Programa de Formación de Docentes Auxiliares, n° 12. Publicación interna de la Universidad de Belgrano.
- SALMON, W. (1984). *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princeton: Princeton University Press.
- SWAIN, M. (1978). «A Counterfactual Analysis of Event Causation». *Philosophical Studies*, n° 34, p. 1-19.