



## Teoría de las cantidades conservadas: ¿análisis empírico o análisis metafísico de la causación?

*(Conserved quantity theory: empirical analysis or metaphysical analysis of causation?)*

Manuel HERRERA\*

Pontificia Universidad Católica de Chile

**RESUMEN:** La Teoría de las Cantidades Conservadas (TCC) de Phil Dowe se sustenta en las siguientes tesis: (a) la TCC es el fruto de un análisis empírico y no de uno conceptual, (b) la TCC es metafísicamente contingente y (c) la TCC es refutable. El presente artículo argumenta, por un lado, que las tesis (a), (b) y (c) no solo son problemáticas en sí mismas, sino que, además, son incompatibles entre sí y, por otro lado, que la elección de estas tesis se explica por la posición particular que el autor abraza respecto de la relación entre la metafísica y la física.

**PALABRAS CLAVE:** causación física, análisis empírico, análisis metafísico, metafísicamente contingente, metafísicamente necesario.

**ABSTRACT:** *Phil Dowe's Conserved Quantity Theory (CQT) is based on the following theses: (a) CQT is the result of an empirical analysis and not a conceptual one, (b) CQT is metaphysically contingent, and (c) CQT is refutable. I argue, on the one hand, that theses (a), (b), and (c) are not only problematic in themselves, but also they are incompatible with each other and, on the other, that the choice of these theses is explained by the particular position that the author embraces regarding the relationship between metaphysics and physics.*

**KEYWORDS:** *physical causation, empirical analysis, metaphysical analysis, metaphysically contingent, metaphysically necessary.*

\* **Correspondencia a/Correspondence to:** Manuel Herrera. Instituto de Filosofía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Avenida Vicuña Mackenna 4860, 7820436, Macul, Santiago – herrera.aros@gmail.com – <https://orcid.org/0009-0003-5319-3731>

**Cómo citar/How to cite:** Herrera, Manuel (2024). «Teoría de las cantidades conservadas: ¿análisis empírico o análisis metafísico de la causación?». *Theoria. An International Journal for Theory, History and Foundations of Science*, 39(3), 373-388. (<https://doi.org/10.1387/theoria.25154>).

Recibido/Received: 03 octubre, 2023; Versión final/Final version: 12 noviembre, 2024.

ISSN 0495-4548 - eISSN 2171-679X / © 2024 UPV/EHU Press



Esta obra está bajo una licencia  
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

## 1. Introducción<sup>1</sup>

La Teoría de las Cantidades Conservadas de Phil Dowe (en adelante, TCC) es una teoría que pretende dar cuenta de la naturaleza de las relaciones causales, utilizando para ello conceptos y procedimientos propios de la ciencia física. De acuerdo con la TCC, las relaciones causales se diferencian de las meras correlaciones porque en las primeras, a diferencia de las segundas, existe la posesión o el intercambio de alguna cantidad física conservada por parte de los relata causales, tales como la energía o el momentum.

De los escritos de Dowe acerca de su teoría de la causación física (1992a, 1992b, 1992c, 1995a, 1995b, 1999, 2000a, 2000b, 2001, 2009), se pueden identificar tres tesis defendidas explícitamente por el autor, las cuales conforman el núcleo de la TCC:

- (a) La TCC es el fruto de un análisis empírico y no de uno conceptual.
- (b) La TCC es una teoría metafísicamente contingente.
- (c) La TCC es una teoría refutable.

Es posible argumentar que las tesis (a), (b) y (c) no solo resultan ser problemáticas en sí mismas, sino que, además, son incompatibles entre sí. Efectivamente, la tesis (a) afirma que la TCC es el resultado de un análisis empírico, el cual pretende encontrar respuestas acerca de las características de la causación en el mundo objetivo. Al considerar que estas respuestas pueden ser encontradas en la física, Dowe asume implícitamente que en dicha disciplina se cuenta con una noción técnico-científica del concepto *causa*. Sin embargo, esta idea es fuertemente discutible. Asimismo, la tesis (b) es doblemente problemática. En primer lugar, a partir de esta tesis se infiere que la TCC debe ser falsa en algún mundo metafísicamente posible, sin embargo, Dowe no provee ningún criterio para determinar cuándo su teoría sería falsa; en segundo lugar, si la TCC es una teoría metafísicamente contingente, entonces esta solo ofrece una caracterización o un criterio para identificar casos de causación en el mundo actual. Por lo tanto, en este escenario, la TCC no puede ser considerada como una teoría que explica *qué es la causación en el mundo físico* (que excede lo meramente actual), lo cual se contrapone con la tesis (a). Por último, respecto de la tesis (c), esta resulta inapropiada por dos motivos: en primer lugar, porque debido a las propias limitaciones que Dowe impone a su análisis, no existe un medio independiente para determinar cuándo la TCC sería refutada; en segundo lugar, porque la característica de refutabilidad que Dowe atribuye a su teoría se basa en una visión distorsionada de la ciencia.

Se debe notar que las tesis (a), (b) y (c) parecen descansar en un supuesto particular acerca de la relación entre la metafísica y la física, a saber, que las ciencias empíricas (específicamente la física) y sus métodos representan la mejor forma de acceso a lo real. Así, el proyecto de Dowe con su TCC parece descansar en un naturalismo metafísico extremo, que deja poco o nada de espacio para una metafísica que preserve cierta autonomía en sus métodos respecto de la física. En general, cuando se busca establecer una teoría acerca de la naturaleza de un cierto ítem filosófico, el punto de vista brindado por el naturalismo metafísico extremo representa una perspectiva filosófica válida. Sin embargo, como todas, esta perspectiva filosófica tiene sus limitaciones, en particular, cuando el ítem filosófico a investi-

<sup>1</sup> Este artículo tiene su origen en parte del trabajo desarrollado en mi tesis doctoral en la Universidad de Buenos Aires.

gar es la *causación*, es decir, cuando a través de una teoría se intenta responder a las preguntas acerca de *qué es la causación en el mundo*, esta perspectiva filosófica conduce a resultados inapropiados, pues los problemas con las tesis (a), (b) y (c) se explican, al menos en parte, por la aceptación de esta perspectiva.

Estos problemas son razonables, pues si se quiere encontrar respuestas acerca de las características ontológicas del mundo, muy probablemente esas respuestas no se encuentren en la física *únicamente*, puesto que esta ciencia pretende informar, a través de sus modelos y ecuaciones, solo una parcela de la realidad o una realidad vista desde un punto de vista particular: el de la ciencia física. Una visión filosófica acerca de la interacción entre la metafísica y la física que se caracterice por respetar la autonomía, respecto de sus métodos, tanto de la metafísica como de la física, pero donde ambas disciplinas se retroalimenten mutuamente, parece ser una visión más apropiada para analizar los problemas filosóficos asociados a la *causación* y a cualquier concepto de carácter metafísico.

Considerando estos antecedentes, el presente artículo argumenta que, por un lado, la TCC se sustenta en postulados problemáticos e inconsistentes entre sí y, por otro, que estas dificultades se dan en virtud del punto de vista particular al que adhiere Dowe respecto de la relación entre la metafísica y la física. Para desplegar estos argumentos de la forma más clara posible, este trabajo se estructura del siguiente modo: en la sección 2 se presentan en detalle las tesis (a), (b) y (c) defendidas por Dowe; en las secciones 3, 4 y 5 se analiza cada una de ellas y se argumenta que estas no solo son incompatibles entre sí, sino que, además, representan un serio problema para la TCC tal como la concibe el autor; en la sección 6 se muestra que gran parte de los problemas que presentan las tesis (a), (b) y (c) se explican por el punto de vista particular que Dowe abraza respecto de la relación entre la metafísica y la física; por último, en la sección 7 se presentan las principales conclusiones de este trabajo.

## 2. Las tesis de Dowe

### 2.1. LA TEORÍA DE LAS CANTIDADES CONSERVADAS

El núcleo de la TCC puede ser caracterizado por las siguientes proposiciones (Dowe, 2000a, p. 90):

- CC1: Un *proceso causal* es una línea de mundo de un objeto que posee una cantidad conservada.
- CC1: Una *interacción causal* es una intersección de líneas de mundo que involucra el intercambio de una cantidad conservada.

Según Dowe, un *proceso* se define como la «trayectoria» (o línea de mundo) de un objeto en el espacio-tiempo, representada por una colección de puntos en un diagrama de Minkowski, los cuales reflejan la historia del objeto a lo largo del tiempo (p. 90). Además, el autor sostiene que una *cantidad conservada* se refiere a cualquier cantidad física que se encuentre sujeta a una ley o principio de conservación. En este contexto, Dowe argumenta que las teorías científicas contemporáneas desempeñan un papel fundamental para determinar qué cantidades físicas deben considerarse como *conservadas* (pp. 91-94). En cuanto a CC2, Dowe explica que una *interacción causal* se trata de una superposición de dos o más procesos en el espacio-tiempo.

Como ya fue señalado, la propuesta general de Dowe con su TCC descansa sobre tres tesis explícitamente formuladas por el autor. A continuación, se considera cada una de ellas.

## 2.2. LA TCC COMO UN ANÁLISIS EMPÍRICO

La TCC, en su versión más acabada, es presentada por Dowe en su libro titulado *Physical Causation* (2000a). Esta obra es el resultado del trabajo de casi una década por parte del autor, quien publicó una primera versión de la TCC en el año 1992, como una reacción al trabajo de Salmon (1984) sobre explicaciones de tipo causal. En ese primer artículo es posible rastrear la posición general del autor, heredada de Salmon, respecto de la forma en que debería ser abordado el problema de la causación. En efecto, en este escrito el autor afirma: «la TCC retiene el espíritu del trabajo de Salmon en que es una teoría de “proceso” (esto es, considera a los procesos e interacciones como más fundamentales que los eventos), y en que *aspira a los mismos ideales empiristas*.» (Dowe, 1992c, p. 126; énfasis agregado con fines expositivos).

Sin embargo, es en su libro del año 2000 donde el autor expresa con mayor claridad la naturaleza de su TCC y el proyecto general en el que esta teoría de la causación se enmarca. En aquel texto, Dowe distingue dos tipos de análisis que pueden ser llevados a cabo para analizar la causación, cada uno de ellos, de acuerdo con el autor, legítimo por derecho propio. Por un lado, Dowe afirma que es posible llevar a cabo un *análisis conceptual*, entendido como «un análisis del significado que comienza con nuestra comprensión cotidiana y de sentido común de los conceptos relevantes» (Dowe, 2000a, p. 2). Según el autor, este tipo de análisis es a priori y, de ser verdadero, será necesariamente verdadero (Dowe, 2000a, p. 2); por otro lado, sostiene que un análisis filosófico de un cierto ítem, en particular de la causación, también puede ser llevado a cabo mediante un *análisis empírico*, el cual, de acuerdo con Dowe, «busca establecer qué *es* la causación en el mundo actual... tiene como propósito mapear el mundo objetivo, no nuestros conceptos» (Dowe, 2000a, p. 3). Dowe enfatiza la naturaleza de este tipo de análisis filosófico afirmando lo siguiente: «... todos estos filósofos están de acuerdo en que para comprender la causación necesitamos ir más allá de las palabras, mirar el mundo. Esto es lo que se pretende con la etiqueta “análisis empírico”» (Dowe, 2000a, p. 4). Dada esta distinción entre análisis de tipo conceptual y de tipo empírico, Dowe afirma que el proyecto que desarrolla se enmarca en uno del segundo tipo: «el proyecto de este libro [*Physical Causation* (2000)] es desarrollar un análisis empírico de la causación» (Dowe, 2000a, p. 2).

A su vez, un análisis empírico puede ser llevado a cabo estableciendo nociones, relaciones o conceptos que tengan o bien el carácter de contingentes o bien el carácter de necesarios (Dowe, 2000a, p. 4). Respecto de esta distinción, el autor afirma que la TCC es un análisis de la causación de tipo contingente y enfatiza en que sería justamente esta característica de su teoría la que le brinda la etiqueta de *empírico* a su proyecto (Dowe, 2000a, p. 4). Será revisada con mayor detalle esta última característica de la teoría de Dowe.

## 2.3. LA TCC COMO UNA TEORÍA METAFÍSICAMENTE CONTINGENTE

Se han formulado una serie de críticas relacionadas a la compatibilidad de la TCC con los escenarios relativistas generales (por ejemplo, Hitchcock, 1995; Vicente 2002; Choi, 2003; Miguel y Paruelo, 2005; Luper, 2009), pues en esta teoría física no se contaría con genuinas leyes de conservación, las cuales son esenciales para la TCC y para cualquier teoría de la

causación física que pretenda caracterizar las relaciones causales mediante cantidades físicas conservadas (Rueger, 1998; ver también Hofer, 2009). En efecto, los conceptos de *posesión*, *intercambio* y *cantidad conservada*, fundamentales para la TCC, dependen de las leyes de conservación. En particular, la identidad enunciada por Dowe en su proposición CC1 (y también la identidad contenida en CC2) entre *proceso causal* y *línea de mundo de un objeto que posee una cantidad conservada*, dejaría de tener sentido si no se cuenta con genuinas leyes de conservación (recuérdese lo mencionado en la sub-sección 2.1 respecto de la estrecha relación entre la TCC y las leyes de conservación).

Más allá del problema particular que presenta la TCC en los contextos relativistas generales, lo relevante para las ideas que pretende desarrollar esta parte del artículo es el análisis de las respuestas que Dowe ofrece a las críticas de Rueger, puesto que es en el marco de este debate donde la posición del autor frente a la necesidad o contingencia de su teoría de la causación se manifiesta más claramente. A continuación, se revisan detalladamente los contraargumentos de Dowe.

En primer lugar, para dar una respuesta a la crítica formulada por Rueger, Dowe afirma que la identidad entre *proceso causal* y *línea de mundo de un objeto que posee una cantidad conservada*, tal como se establece en la proposición CC1, es una identidad *contingente* y no *metafísicamente necesaria*. Además, enfatiza que esta identidad es válida en el mundo actual y en aquellos mundos que presenten las mismas leyes que el actual, en adición, menciona que esta característica de su teoría se encuentra alineada con el carácter *empírico* del análisis que él lleva a cabo (Dowe, 2000a, p. 95).

Este movimiento argumentativo le permite a Dowe responder a la crítica de Rueger, afirmando que la TCC es una *hipótesis contingente* (en particular, las identidades enunciadas en las proposiciones CC1 y CC2) respecto de las leyes de la naturaleza. De este modo, según el autor, si se da el caso de no poder contar con leyes de conservación, entonces la TCC sería refutada.<sup>2</sup> En sus palabras:

La teoría de las Cantidades Conservadas es una hipótesis contingente, contingente respecto de las leyes de la naturaleza, por ejemplo. Esto significa que, si las leyes resultaran ser de cierta manera, la teoría sería refutada. Este puede ser el caso si resulta que en realidad no hay leyes de conservación (Dowe, 2000a, p. 97)<sup>3</sup>

De acuerdo con la perspectiva de Dowe, la falta de cumplimiento de leyes o principios de conservación, en ciertos espacio-tiempos relativistas generales, no necesariamente sugiere un fallo de estas leyes en nuestro mundo. Al respecto, Dowe sostiene:

Pero el hecho de que haya espacio-tiempos relativistas generales en los cuales las leyes de conservación globales no se cumplen no implica que tales leyes fallen en nuestro mundo. Si lo hacen

<sup>2</sup> El supuesto de refutabilidad de la teoría será presentado en la siguiente sub-sección y luego analizado en la sección 5.

<sup>3</sup> Un aspecto desconcertante en la presentación de Dowe en relación con las características y alcance de su TCC es que, por un lado, el autor afirma que su teoría nada puede decir respecto de la causación en aquellos mundos donde se cumplen leyes de conservación distintas a las del mundo actual; pero, por otro lado, afirma que su teoría sería refutada en aquellos mundos donde resultara no haber leyes de conservación. Este aspecto será analizado en las secciones siguientes.

o no depende de la estructura *actual* del espacio-tiempo y, en particular, de si este presenta ciertas simetrías. Tal como yo lo entiendo, nuestro espacio-tiempo exhibe las simetrías correctas; las leyes globales de conservación sí se cumplen en nuestro universo hasta donde sabemos. Considero, entonces, que la teoría de las cantidades conservadas no ha sido refutada. (2000a, p. 97)

A continuación, Dowe afirma que la identidad entre *proceso causal* y *línea de mundo de un objeto que posee una cantidad conservada* (CC1) podría ser verdadera en todos los mundos físicamente posibles. Los mundos físicamente posibles, según la concepción de Dowe, se refieren a aquellos donde se cumplen las mismas leyes de la naturaleza que en el mundo actual (2000a, p. 97). En consecuencia, Dowe argumenta que, al señalar la existencia de espacio-tiempos no simétricos en la relatividad general, simplemente estamos reconociendo que estas son soluciones de las ecuaciones de campo de Einstein, sin necesariamente implicar que ellas representen un mundo físicamente posible.

Es importante subrayar que el carácter contingente de la TCC no es una característica que el autor adjudique a su teoría a raíz de las críticas que se le formulan respecto de los problemas que esta presenta en la relatividad general, sino que, más bien, los postulados asumidos por Dowe en su proyecto para una teoría de la causación se remontan a la propia génesis de esta. En efecto, como se ha señalado anteriormente, Dowe presenta su TCC como una alternativa a la teoría de transmisión de marca de Salmon, con el objetivo de resolver algunos de los problemas que esta última presentaba. Como el propio Dowe declara, en la formulación de la TCC adopta gran parte de los supuestos asumidos por Salmon en su teoría, entre ellos, el carácter contingente de su proyecto. Efectivamente, en relación con este punto, Dowe afirma:

El objetivo general de Salmon es ofrecer una teoría que sea consistente con las siguientes afirmaciones: (i) la causalidad es una característica objetiva del mundo; (ii) *la causalidad es una característica contingente del mundo*; (iii) una teoría de causalidad debe ser consistente con la posibilidad de indeterminismo, (iv) la teoría debe ser (en principio) independiente del tiempo para que sea consistente con una teoría causal del tiempo; (v) la teoría no debe violar las restricciones de Hume respecto de «poderes ocultos». Para los propósitos de este documento [aquí Dowe presenta, por primera vez, su TCC], *estos objetivos generales serán aceptados sin crítica* [...]. (Dowe, 1992a, p. 195; énfasis incluido con fines expositivos)

Antes de exponer la última de la tesis de Dowe, resulta necesario destacar que, si bien el autor no menciona explícitamente que su análisis de la causación es *metafísicamente* contingente, esto se infiere directamente del planteamiento acerca de cuál es su proyecto general dentro del cual se enmarca su teoría de la causación. En efecto, ya que la pretensión de Dowe es establecer una teoría acerca de *qué es la causación en el mundo*, entonces, parece perfectamente razonable sostener que la contingencia de su teoría es de carácter metafísico y no de otro tipo. Asimismo, la contingencia no podría interpretarse en un sentido *físico* puesto que, como Dowe afirma en una de las citas anteriores, su teoría se presenta como físicamente necesaria, es decir, como verdadera en todos los mundos donde se cumplen las leyes físicas del mundo actual.

#### 2.4. LA TCC COMO UNA TEORÍA REFUTABLE

Como se desprende de la discusión ofrecida en la sub-sección 2.3, la TCC presenta una tercera característica: es una teoría que puede ser refutada. Según Dowe, esto es lo que hace que la TCC y, en particular las identidades establecidas en las proposiciones CC1 y CC2, posean

contenido empírico. En dos de las citas presentadas anteriormente ya se ha podido observar esta característica que Dowe atribuye a su teoría (ver citas de la sección anterior). Se debe recordar de estas citas que el autor afirma que su TCC tiene la característica de ser una teoría refutable, esto es, sus hipótesis nucleares pueden, de acuerdo con el devenir propio de la ciencia física, convertirse en falsas y, por lo tanto, ser descartadas o reemplazadas.

Es claro, entonces, que Dowe defiende explícitamente la presunta refutabilidad de su teoría de la causación, en particular, de sus proposiciones CC1 y CC2. En las siguientes secciones se analiza cada una de estas tesis y se argumenta que estas no solo resultan ser inconsistentes entre sí, sino que también resultan ser inadecuadas al objetivo general que Dowe asume con su teoría de la causación.

### 3. La TCC: ¿análisis empírico?

Respecto de la tesis (a) de Dowe, presentada en la sección 2, surge un primer problema de tipo epistemológico: dilucidar con toda claridad el tipo de análisis de la causación que el autor lleva a cabo. En este sentido, la etiqueta utilizada por Dowe de *análisis empírico* para designar el tipo de análisis realizado en su TCC es un tanto engañosa y lleva a la confusión con relativa facilidad. En efecto, como se ha señalado anteriormente, el objetivo del autor es intentar establecer *qué es la causación en el mundo*, es decir, pretende descubrir la naturaleza de la relación causal como una característica objetiva de lo real. En consecuencia, esta tarea quedaría mejor caracterizada por la etiqueta *análisis metafísico* o *análisis ontológico*, más que la utilizada por el autor. Por lo tanto, para evitar cualquier tipo de confusión, parece más adecuado que un análisis que aspira a develar la naturaleza de un cierto ítem con contenido filosófico, cuya existencia en el plano de lo real se considera independiente de los sujetos, se denomine *análisis metafísico* y no *análisis empírico*. El propio Dowe ofrece una clara pista en favor de esta interpretación: en una nota a pie de página en su libro *Physical Causation* (2000), afirma que la distinción entre *análisis conceptual* y *análisis empírico* que él introduce es presentada por otros autores como distinción entre *análisis semántico* y *análisis metafísico* (Bigelow y Pargetter, 1990) o *análisis conceptual* y *análisis metafísico* (Jackson, 1994), respectivamente (2000a, p. 1).

Si bien adoptar una posición metafísica en la que se pretende develar la naturaleza de ciertos ítems filosóficos a partir de las herramientas y métodos de la ciencia física es una posición filosóficamente válida, esta posición metafísica obliga a que todo lo que se diga acerca del mundo debe encontrarse en la estructura, leyes y conceptos fundamentales de la física; justamente esto último es lo problemático para la teoría de Dowe. Para ser más preciso, bajo el alero de una posición naturalista extrema o cuasi-eliminativista de la metafísica (en la que, como se ha visto, parece posicionarse Dowe), el ítem filosófico a analizar debería encontrarse en el cuerpo teórico o conceptual de las ciencias empíricas, en este caso, de la física. Sin embargo, (aquí aparece un importante escollo para Dowe) existen buenas razones para poner en duda que el concepto *causa* sea parte de alguna teoría física.<sup>4</sup> Como es bien conocido, Russell fue uno de los primeros autores en cuestionar explícitamente el papel que desempeña la causación en la ciencia física. En su reconocido artículo «On the Notion of Cause», el filósofo británico afirma:

<sup>4</sup> Para una crítica a la teoría de Dowe en este mismo sentido, ver Miguel y Paruelo (2004).

En los movimientos de cuerpos mutuamente gravitantes, no hay nada que pueda ser llamado causa y nada que pueda ser llamado efecto; hay simplemente una fórmula. Se pueden encontrar ciertas ecuaciones diferenciales, las cuales se mantienen en cada instante para cada partícula del sistema y que, dada la configuración y las velocidades en un instante, o las configuraciones en dos instantes, hacen que la configuración en cualquier otro anterior o posterior sea instantáneamente calculable teóricamente [...] Esta afirmación es válida en toda la física, y no solo en el caso especial de la gravitación. Pero no hay nada que pueda llamarse adecuadamente «causa» y nada que pueda llamarse adecuadamente «efecto» en dicho sistema. (Russell, 1912/1913, p. 14)

En la actualidad, existe una posición más o menos estándar respecto al lugar que ocupa la causación en las ciencias empíricas, en particular en la física, influenciada en gran medida por el trabajo de Russell. De acuerdo con este punto de vista, si bien la noción de causa puede encontrar un lugar (secundario) en la física madura actual mediante la imposición de ciertos modelos causales externos a las teorías, este concepto no formaría parte de la estructura fundamental de las teorías físicas (ver, por ejemplo, Price y Corry, 2007; Frisch, 2012, 2014). Por ejemplo, Norton (2007) afirma que:

[...] insisto en que los conceptos de causa y efecto no son los conceptos fundamentales de nuestra ciencia y que la ciencia no se rige por una ley o principio de causalidad. [...] Lo que sí niego es que la tarea de la ciencia es encontrar las expresiones particulares de algún principio causal fundamental en el dominio de cada una de las ciencias. [...] Este modo de escepticismo causal] [e]stá motivado por tomar el contenido de nuestras teorías científicas maduras seriamente. (2007, p. 12)

No obstante, es pertinente mencionar que existen algunas posiciones contrarias a estas ideas, las cuales afirman que en la física fundamental sí hay un lugar para la causación. En general, estas posiciones descansan en la idea de que la causación tiene sentido en la física fundamental, o puede ser *anclada* a ella, a través del concepto de *asimetría de la causación* (Si A causa B, entonces B no causa A), el cual sí podría ser representado por los conceptos y herramientas formales de la física (ver Bartels y Wohlfarth, 2014; Hubert y Poellinger, 2014). En particular, estas posiciones establecen que, si bien las leyes o ecuaciones físicas son invariantes ante inversiones del tiempo (no hacen diferencia entre pasado y futuro), no serían las soluciones de estas ecuaciones físicas, las que sí serían asimétricas en el tiempo, dando esto lugar, por lo tanto, a un posible anclaje de la causación en la física fundamental. Sin embargo, aun cuando estos trabajos estuvieran en la dirección apropiada, resultan insuficientes para argumentar que la física puede informar adecuadamente, únicamente a través del concepto de asimetría causal, acerca de la *naturaleza misma* de la causación. Para ser más específico, Dowe pretende develar la naturaleza misma de la causación y afirma que esta respuesta se encuentra en la ciencia física, es decir, el autor pretende informar de ciertas características esenciales de la causación como, por ejemplo, qué distingue a una relación causal de una mera correlación o cuáles son los relata causales (eventos, hechos, procesos, etc.). Sin embargo, el hecho de que la asimetría de la causación encuentre un correlato en la física fundamental no informa acerca de la naturaleza de este ítem filosófico, sino que muestra (si el argumento es correcto) que cierto aspecto de la causación que ya se conoce (la asimetría) puede ser explicado a través de la ciencia física. En la sección 5 se retomará el problema de la ausencia del concepto de causa en física y las dificultades que esto conlleva para la TCC.

En las dos secciones siguientes se argumentará que, incluso si el problema anterior fuera superado, la TCC presenta problemas adicionales aún más graves que el presentado aquí.

#### 4. Definición de causación: ¿real o nominal?

De acuerdo con lo presentado en la sección 2, resulta claro que la intención de Dowe con su TCC es establecer una teoría que capture la noción de causación tal como se manifiesta en lo real y no en el lenguaje. Es dentro de este marco general que el autor ofrece las proposiciones CC1 y CC2 expuestas anteriormente. Si bien Dowe presenta estas proposiciones como *definiciones* (Dowe, 1992a, p. 210; Dowe, 1992c, p. 126; Dowe, 2000a, p. 199) resulta pertinente, dado que se están analizando los fundamentos de la TCC, preguntarse qué tipo de definición suministran dichas proposiciones.

En general, las definiciones se clasifican en dos tipos: *reales* (o *de re*) y *nominales* (o *de dicto*). En las del primer tipo se busca establecer la esencia de la cosa que se pretende definir, es decir, aquello que hace que la cosa sea lo que es y posea ciertas propiedades. Por lo tanto, para establecer una definición real se debe investigar la cosa (o cosas) denotada por el término que se pretende definir; en cambio, en las del segundo tipo se busca definir la idea que los hablantes asocian a la palabra que se está definiendo. En consecuencia, para brindar una definición nominal de un término se debe investigar su significado y su uso en el lenguaje (Gupta, 2019). Por lo tanto, si Dowe pretende brindar una teoría de la causación que establezca *qué es* la causación en el mundo, entonces, el autor ofrece una *definición real de proceso causal e interacción causal* a través de las proposiciones CC1 y CC2, lo cual parece lo más razonable, de acuerdo al explícito propósito de Dowe de alejarse del análisis de tipo conceptual para su teoría de la causación.

No obstante, cuando se considera la argumentación general del autor, estas definiciones no parecen desempeñarse como tales, de acuerdo con las características que Dowe atribuye a su teoría de la causación. En efecto, recuérdese de la sección 2 que la tesis (b) de Dowe afirma que su teoría tiene un carácter contingente y, en consecuencia, la identidad entre *proceso causal* y *línea de mundo de un objeto que posee una cantidad conservada* (en adelante, identidad I) es una *identidad metafísicamente contingente* y no metafísicamente necesaria.<sup>5</sup> Puesto que Dowe, como se ha señalado, pretende ofrecer *definiciones reales* de *proceso causal* y de *interacción causal*, entonces, ser una línea de mundo de un objeto que posee una cantidad conservada constituye la esencia misma de la causación: es lo que hace que una línea de mundo sea un proceso causal. En otras palabras, la principal característica que debe cumplir una identidad (como I), para ser una definición real, es que esta identidad debe ser *metafísicamente necesaria*, es decir, lo que la definición real expresa es aquello que hace que la causación sea lo que es y no otra cosa; justamente allí radica su necesidad metafísica. Sin embargo, como se ha señalado, Dowe ha puntualizado que la identidad I es metafísicamente contingente y no metafísicamente necesaria. Por lo tanto, el autor, en los hechos, no brinda una definición real de *proceso causal e interacción causal*, en absoluta contraposición con sus lineamientos generales.

<sup>5</sup> El mismo análisis puede ser aplicado a la identidad implicada en la proposición CC2.

Pero los problemas con la teoría de la causación de Dowe no acaban aquí. Si I no es una definición real de proceso causal, lo que resta es suponer que I constituye una *mera caracterización* de los procesos causales que permite identificar, en el entorno en el que vivimos, qué línea de mundo es un proceso causal y cuál no lo es, pero sin explicar el motivo para ello. Para expresar esta idea en el lenguaje de los mundos posibles, se diría que I es una identidad *metafísicamente contingente*: si bien verdadera en nuestro mundo actual, existen mundos metafísicamente posibles donde la identidad I es falsa. Todo parece indicar que esta es la interpretación que Dowe hace de sus proposiciones CC1 y CC2.

Si bien una posición en la que se pretende suministrar únicamente una caracterización para identificar un cierto ítem filosófico en el mundo actual es, en sí misma, una empresa filosóficamente legítima, no parece serlo en el caso de las pretensiones de la TCC. Bajo las tesis asumidas por Dowe, una estrategia como esta es problemática, al menos, por dos razones.

Por un lado, la TCC no provee criterios definicionales para determinar bajo qué circunstancias la identidad I sería falsa. En efecto, puesto que el autor afirma explícitamente que I es una identidad *metafísicamente contingente* (contingente respecto de las leyes de la naturaleza), parece razonable suponer que I será *falsa* en ciertos mundos metafísicamente posibles, pero físicamente imposibles, es decir, en aquellos mundos donde no se cumplen las leyes físicas del mundo actual. En particular, según Dowe, esto sucede en aquellos mundos metafísicamente posibles que *no poseen leyes de conservación*. Sin embargo, este hecho implica la existencia de criterios definicionales que permitan identificar las clases relacionadas de manera independiente de la identidad cuya verdad se busca establecer. En el contexto que se examina, debería haber elementos que permitan identificar la clase de los *procesos causales* y la clase de las *líneas de mundo de objetos que poseen una cantidad conservada*, independientemente de la identidad I. Sin embargo, la TCC no proporciona estos criterios definicionales, ya que es la propia identidad I la que describe las características de los procesos causales.

En el contexto del pensamiento de Dowe, existe otra manera en la que un mundo puede ser metafísicamente posible, pero físicamente imposible, esto es, aquellos mundos en los que no se cumplen las mismas leyes de conservación que en el mundo actual. En esta circunstancia, Dowe sostiene que su teoría no puede hacer afirmaciones respecto a la existencia o no de procesos o interacciones de tipo causal. Esta elección de Dowe plantea un dilema, pues esta puede entenderse como una limitación de la TCC para capturar la naturaleza de los procesos causales en ciertas situaciones, lo que sugeriría una teoría de la causación incompleta.

Por otro lado, la segunda razón por la cual suponer que el hecho de que Dowe proporcione una mera caracterización contingente de la causación es problemática se debe a que ello conduce a una contradicción con los objetivos iniciales del autor, esto es, llevar a cabo un análisis metafísico que conlleve dilucidar la naturaleza de la causación en nuestro mundo. De hecho, si una teoría de la causación es contingente en el sentido que propone Dowe, esto es, si solo se aplica al mundo actual, entonces no es una teoría que pretenda develar *qué es la causación*. Sería más bien una teoría que únicamente brinda un criterio para identificar procesos e interacciones causales en nuestra realidad contingente, como sucede, por ejemplo, en el caso de la teoría intervencionista de la causación de Woodward (2003), quien, acerca de su propia teoría de la causación, afirma que la naturaleza de su proyecto se aleja tanto de un análisis empírico en el sentido definido por Dowe como de un análisis conceptual (2003, p. 7). Por esta misma razón, Michael Strevens (2007) argumenta:

[S]ería mucho mejor que Woodward, sugiero, presentara su enfoque no como una metafísica o una definición de la causación general [type level causation], sino describiendo algo como un estereotipo al estilo de Putnam de nuestros conceptos causales, esto es, como una teoría de un tipo de «contenido» que no fija condiciones de verdad. (Strevens, 2007, p. 246)

Claramente, el proyecto de Woodward se distancia de las pretensiones de ser una teoría *metafísica* de la causación que ofrezca una definición de este concepto, y se acerca a una teoría que más bien ofrece un criterio para diferenciar, en el uso ordinario y científico, aquellas declaraciones que calificarían como causales de aquellas que no calificarían como tales. En este sentido, si se atiende al carácter contingente de la TCC, esta parece calificar más bien como una teoría que ofrece meramente un criterio para identificar relaciones causales en el mundo actual, al estilo de Woodward, que como una teoría metafísica que revela la verdadera naturaleza de la causación, como pretende su autor.

### 5. La TCC: ¿una teoría refutable?

Como fue señalado anteriormente, Dowe presenta su teoría de la causación como una teoría con contenido empírico y, por lo tanto, refutable. Esta tesis también resulta problemática por dos razones.

En primer lugar, para que la TCC fuera refutable, se debería contar con un medio independiente de la propia teoría para identificar los procesos e interacciones causales. Muchas teorías de la causación encuentran ese criterio en los supuestos de sentido común que se expresan en el lenguaje cotidiano: si la teoría identifica como causales los casos que el sentido común identifica como tales, entonces la teoría será verdadera; en caso de alguna discordancia, la teoría será falsa. Pero esto es precisamente lo que Dowe rechaza, ya que busca una teoría que acuerde no con el sentido común, sino con la física actual. Si se sigue a Dowe, entonces, la TCC sería refutable, pues el medio independiente para identificar los procesos causales es el que brinda la física: la teoría será falsa si no recoge el concepto de causa de la ciencia física. El problema de esta estrategia es que la física no cuenta con una definición técnica del concepto de *proceso causal* (recuérdese la discusión de la sección 3). Pero aún si se admitiera que en la práctica de la física se utiliza el concepto de causación, no puede negarse que esto se hace de un modo informal e intuitivo, no demasiado lejano al uso que le otorga el sentido común expresado en el lenguaje ordinario. En definitiva, si una teoría de la causación es refutable, termina siéndolo porque se la contrasta con los supuestos pre-teóricos que están a la base del uso del término *causa* en el lenguaje ordinario. En este sentido, la teoría no logra determinar qué es la causación en el mundo, sino que elucida el modo en que el sentido común utiliza el concepto *causa* (ver Miguel y Paruelo, 2004).

En segundo lugar, la presunta refutabilidad de la teoría de Dowe descansa en una visión algo distorsionada de la ciencia. En su argumentación, Dowe compara el concepto de *causación* con el de *energía*, afirmando que la ciencia brindó una noción del concepto de energía cuyo origen se encontraría en la aplicación del método científico: «podemos decir que la aplicación del método científico de teorización y experimentación produjo un “análisis empírico” del concepto de energía» (Dowe, 2000a, p. 7). En desacuerdo con esta posición, considero que esta forma de ver el trabajo de la ciencia es algo distorsionada, además de no mostrar la panorámica completa acerca de la génesis y evolución de los conceptos técni-

co-científicos. Específicamente: la aplicación del método científico no *produce* un análisis empírico del concepto de energía, sino más bien *define* un ítem físico y *produce un análisis empírico de sus propiedades y comportamiento*. En otras palabras, cuando ciertos conceptos ingresan a la física, adquieren un significado técnico preciso a través de una *definición científica*. Por lo tanto, el contenido de las definiciones ofrecidas por la ciencia física de ciertos ítems físicos (como el de *energía*) no son refutables. En el progreso propio de la ciencia física, puede suceder que estas definiciones dejen de ser adecuadas para explicar ciertos fenómenos científicos, por ejemplo, y si este es el caso, muy probablemente la ciencia trabajará en nuevos conceptos que permitan cubrir el vacío explicativo producido, reemplazando o dejando de lado estas definiciones, pero no se diría que estas han sido refutadas. Por supuesto, estas ideas han sido planteadas en términos muy generales y es importante reconocer que este debate puede tener múltiples matices, sin embargo, considero que configuran una buena representación esquemática general del trabajo desarrollado por la ciencia.

#### 6. *Relación entre metafísica y física: la TCC como un caso*

El proyecto de Dowe con su teoría de la causación física es del tipo de proyecto que implica, en su desarrollo, el trabajo conjunto de dos disciplinas: la metafísica y la física. Por lo tanto, gran parte de los argumentos que sustentan la TCC descansan sobre supuestos particulares acerca de la relación entre las dos disciplinas antes mencionadas. Así, en esta sección se pretende mostrar, por un lado, que los problemas expuestos anteriormente con las tesis (a), (b) y (c) se explican por la posición particular que Dowe parece abrazar respecto de la relación entre la metafísica y la física y, por otro lado, mostrar que es posible una reinterpretación de la TCC que prescinda de los problemas mencionados en las secciones anteriores, si se asume una relación entre la metafísica y la física que respete las herramientas conceptuales y los métodos de ambas disciplinas.

Como se ha visto, en varios de los escritos de Dowe es posible visualizar algunos indicios respecto del tipo de relación particular que, de acuerdo con el autor, debiese defenderse respecto de la relación entre la metafísica y la física. De este modo, detrás del hecho de denominar *análisis empírico* a aquello que claramente corresponde a un *análisis metafísico*, además de considerar que su teoría tiene el carácter de contingente y refutable, parece esconderse una posición particular de Dowe respecto del tipo de interacción que debiese articularse entre la metafísica y la física, junto con los alcances que cada una de estas disciplinas puede tener: las ciencias particulares y sus métodos, específicamente la física, representan la mejor forma de acceso a lo real. A continuación, se analiza con mayor detenimiento esta última afirmación.

Matteo Morganti y Tuomas Tahko (2017) ofrecen una clasificación de los diferentes enfoques respecto de la relación entre la metafísica y las ciencias empíricas sobre la base de los métodos que emplean y los campos de estudio que cada una de ellas abordan. Según la primera posición (i), las ciencias especiales y la metafísica difieren tanto en sus métodos como en sus campos de estudio. Bajo esta mirada, se distinguen en sus métodos pues mientras la metafísica es una actividad puramente a priori, las ciencias especiales se desarrollan bajo métodos puramente a posteriori. Además, se diferencian en sus campos de estudio, puesto que la metafísica no puede o no debe preocuparse de investigar la naturaleza y su estructura (por ejemplo, la metafísica concebida como un análisis puramente conceptual). De

acuerdo con la segunda posición (ii), la metafísica es una disciplina desde la cual sí es posible conocer la naturaleza o la estructura de la realidad, al igual que las ciencias especiales (o en conjunción con ella), pero con métodos independientes a los de estas últimas. Bajo esta visión, si bien la física sigue siendo una empresa fundamentalmente a posteriori y la metafísica una a priori, estas coinciden en que a partir de ambas disciplinas es posible conocer, en algún sentido, la estructura de lo real; es decir, este enfoque concibe a la metafísica como una actividad independiente de la física, desde la cual es posible investigar el mundo. Desde la tercera posición (iii), la metafísica, a diferencia de las ciencias especiales, se ocupa de cuestiones puramente conceptuales, pero utilizando los mismos métodos que esta última (por ejemplo, la filosofía experimental). Finalmente, desde una cuarta posición (iv), la metafísica se concibe como una disciplina completamente naturalista que solo tiene valor si provee hipótesis comprobables por medios empíricos y/o si se encuentra basada en la observación y teorización que se lleva a cabo en las ciencias especiales. Bajo esta perspectiva, se piensa a la metafísica como de la misma naturaleza que las ciencias especiales, pues ambas coincidirían tanto en sus métodos como en sus campos de estudio. La metafísica queda, así, reducida a la teorización científica.

Ahora bien, el supuesto sobre el cual descansa el tipo de análisis que Dowe lleva a cabo en su teoría de la causación, esto es, que las ciencias empíricas y sus métodos representan la mejor forma de acceso a nuestro mundo, encaja bien bajo un enfoque del cuarto tipo anteriormente mencionado. En otras palabras, Dowe parece entender que la única manera de hacer metafísica es brindando hipótesis comprobables por medios empíricos y, en consecuencia, espera que el análisis de la causación que propone posea las mismas características que las obtenidas mediante la teorización y la práctica científica. Por esta razón, como se ha señalado, Dowe denomina *análisis empírico* a aquello que, de acuerdo con la terminología filosófica habitual, se llama *análisis metafísico*. En consecuencia, la adopción de las tesis (a), (b) y (c), discutidas en las secciones precedentes, se encuentran en absoluta concordancia con el supuesto que convierte a la física en metafísica, asumido por Dowe.

Sin embargo, como se ha mostrado anteriormente, la posición que abraza Dowe respecto de la relación entre la metafísica y la física no es la única posible. Tal como muestran Morganti y Tahko (2017), es posible concebir la metafísica como una disciplina autónoma respecto de las ciencias empíricas, pero que puede ser considerada como naturalista (recordar enfoque (ii)). De todos modos, para los fines argumentativos de este artículo, no se requiere que un enfoque de este tipo acerca de la naturaleza de la metafísica sea subsumido bajo el rótulo de *naturalista*; es suficiente con el requerimiento más débil de que un análisis metafísico se encuentre científicamente informado y que, en consecuencia, sus resultados no entren en contradicción con los postulados de las ciencias empíricas, en particular con los de la física.

Es importante notar que buena parte de los problemas que presentan las tesis (a), (b) y (c) se disuelven si se asume un enfoque como el anterior respecto de la relación entre la metafísica y la física. Esto es, si se quiere establecer una teoría para dar cuenta de la causación *en el mundo*, esta debe estar fundamentada en un análisis de tipo metafísico en toda regla, lo cual implica asumir que la metafísica no puede ser vista como una actividad que puede ser casi completamente reducida a la física, sino por el contrario, como una disciplina independiente que permite, mediante sus propios métodos, acceder a la estructura de lo real. Desde la perspectiva de este nuevo enfoque, una teoría de la causación que pretenda develar aquello que es sustancial o esencial de las relaciones causales, tal como se encuentran en

el mundo, debe ofrecer *definiciones reales* de aquellas características que son significativas para caracterizar la naturaleza de la causación. Como tal, una teoría de la causación de este tipo tendrá el carácter de necesaria, pues una definición real, bajo un análisis metafísico, es a priori y, en consecuencia, necesaria. En una teoría *metafísica* de la causación no hay lugar para la contingencia o refutabilidad de las definiciones ofrecidas.

En particular, para el caso de la TCC, una reinterpretación de esta teoría consistiría en aceptar el carácter *real* de la definición de causación, en particular de las proposiciones CC1 y CC2, además de dejar de lado las afirmaciones acerca de la contingencia y la refutabilidad de la teoría. En otras palabras, desde el enfoque de una metafísica que se desarrolla en forma independiente de la física y que a su vez es científicamente informada, sería más adecuado ofrecer una teoría que provea *definiciones reales, metafísicamente necesarias* y no hipótesis contingentes y refutables.

Este nuevo enfoque tiene implicancias significativas para la TCC en relación con las proposiciones CC1 y CC2. En nuestro mundo actual y en todos los mundos físicamente posibles, los *procesos causales* serán las líneas de mundo de objetos que posean las cantidades conservadas de acuerdo con las leyes de conservación de nuestra física. En los mundos físicamente imposibles, donde rigen leyes de conservación diferentes a las del mundo actual, los *procesos causales* son las líneas de mundo de objetos que poseen cantidades conservadas, de acuerdo con las leyes de conservación de ese mundo. En los mundos físicamente imposibles, donde no existen principios de conservación para ninguna cantidad física, simplemente no habrá procesos causales.

Por otro lado, en su calidad de definición real de *proceso causal*, la identidad I no es susceptible de refutación (al igual que la identidad en CC2). Sin embargo, esto no implica necesariamente que debamos aceptarla de manera incondicional. Una definición real, al ser de naturaleza metafísica, carece de contenido empírico, de modo que esta pueda ser falsa, pero puede ser descartada por razones filosóficas; por ejemplo, si se demuestra que carece de utilidad, que no es fructífera, que no es lo suficientemente útil o que no se ajusta a la realidad que pretende describir.

## 7. Conclusiones

Este trabajo ha analizado los problemas a los que la TCC se ve enfrentada bajo las tesis (a), (b) y (c), asumidas por Dowe. Se ha argumentado, en la sección 3, que la adopción de la tesis (a) obliga a Dowe a suponer que es posible encontrar una definición técnica o científica de *causa* en la física actual, lo cual resulta altamente discutible, de acuerdo con las discusiones actuales en filosofía de la física. En la sección 4 se ha afirmado que la tesis (b) es problemática por dos razones: en primer lugar, debido a que el autor no provee los criterios definicionales necesarios para determinar cuándo las proposiciones CC1 y CC2 serán falsas; en segundo lugar, debido a que asumir que la TCC es una teoría contingente va en directa contradicción con las pretensiones iniciales del mismo autor de ofrecer una elucidación acerca de la naturaleza de la causación tal como se presenta en la realidad. Por último, en la sección 5 se ha argumentado que la tesis (c) es igualmente problemática, por un lado, puesto que se debería contar con medios independientes de la propia teoría para evaluar bajo qué circunstancias esta teoría sería falsa, pero tales medios no se encuentran disponibles debido, en parte, a las propias limitaciones que Dowe impone a su análisis de la cau-

sación; por otro lado, la tesis (c) es problemática debido a que la aparente refutabilidad de la TCC descansa sobre una visión imprecisa o distorsionada de la teorización y la práctica científica.

En última instancia, en la sección 6 se ha expuesto que gran parte de los problemas que enfrenta la TCC de Dowe respecto de las tesis fundamentales que la sustentan se deben al enfoque particular que Dowe asume, el cual ubica a la metafísica como una disciplina absolutamente dependiente de la física, tanto en sus métodos como en sus ámbitos de acción. En relación con este punto, se ha manifestado también que un enfoque respecto de la interacción entre la metafísica y la física que resguarde la autonomía de la metafísica y que, a la vez sea científicamente informada, permite una interpretación menos problemática del análisis de la causación llevado a cabo por Dowe en su TCC.

### *Agradecimientos*

Agradezco a los revisores anónimos por sus valiosos y acertados comentarios.

### *REFERENCIAS*

- Bartels, A., y Wohlfarth, D. (2014). How fundamental physics represents causality. En M. C. Galavotti, D. Dieks, W. Gonzalez, S. Hartmann, T. Uebel, y M. Weber (Eds.), *New directions in the philosophy of science* (pp. 485-500). Dordrecht: Springer.
- Bigelow, J. y Pargetter, R. (1990). *Science and necessity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Choi, S. (2003). The conserved quantity theory of causation and closed systems. *Philosophy of Science*, 70(3), 510-530.
- Dowe, P. (1992a). Wesley Salmon's process theory of causality and the conserved quantity theory. *Philosophy of Science*, 59(2), 195-216.
- Dowe, P. (1992b). Process causality and asymmetry. *Erkenntnis*, 37(2), 179-196.
- Dowe, P. (1992c). An empiricist defence of the causal account of explanation. *International Studies in the Philosophy of Science*, 6(2), 123-128.
- Dowe, P. (1995a). Causality and conserved quantities: a reply to Salmon. *Philosophy of Science*, 62(2), 321-333.
- Dowe, P. (1995b). What's right and what's wrong with transference theories. *Erkenntnis*, 42(3), 363-374.
- Dowe, P. (1999). Good connections: causation and causal processes. En H. Sankey (Ed.), *Causation and laws of nature* (pp. 247-264). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Dowe, P. (2000a). *Physical causation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dowe, P. (2000b). The conserved quantity theory defended. *Theoria*, 15(1), 11-31.
- Dowe, P. (2001). A counterfactual theory of prevention and 'causation' by omission. *Australasian Journal of Philosophy*, 79(2), 216-226.
- Dowe, P. (2009). Causal process theories. En H. Beebe, C. Hitchcock y P. Menzies (Eds.), *The Oxford handbook of causation* (pp. 213-233). New York: Oxford University Press.
- Frisch, M. (2012). No place for causes? Causal skepticism in physics. *European Journal for Philosophy of Science*, 2(3), 313-336.
- Frisch, M. (2014). *Causal reasoning in physics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gupta, A. (2019). Definitions. En E. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Edición invierno 2019). Recuperado de <https://plato.stanford.edu/entries/definitions/>
- Hitchcock, C. (1995). Salmon on explanatory relevance. *Philosophy of Science*, 62(2), 304-320.

- Hofer, C. (2009). Causation in spacetime theories. En H. Beebe, C. Hitchcock y P. Menzies (Eds.), *The Oxford handbook of causation* (pp. 687-706). New York: Oxford University Press.
- Hubert, M., y Poellinger, R. (2014). Anchoring causal connections in physical concepts. En M. C. Galavotti, D. Dieks, W. Gonzalez, S. Hartmann, T. Uebel, y M. Weber (Eds.), *New directions in the philosophy of science* (pp. 501-509). Dordrecht: Springer.
- Jackson, F. (1994). Armchair metaphysics. En M. Michael y J. O'Leary – Hawthorne (Eds.), *Philosophy of mind* (pp. 23-42). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lupher, T. (2009). A physical critique of physical causation. *Synthese*, 167(1), 67-80.
- Miguel, H. y Paruelo, J. (2004). Causación: análisis empírico vs. análisis conceptual. En P. García y P. Morey (Eds.), *Epistemología e Historia de la Ciencia*, vol. 10 (pp. 401-407). Córdoba (Argentina): Universidad Nacional de Córdoba.
- Miguel, H. y Paruelo, J. (2005). Superposición de interacciones causales en la teoría de Phil Dowe. *Enrahonar*, 37, 123-139.
- Morganti, M. y Tahko, T. (2017). Moderately naturalistic metaphysics. *Synthese*, 194(7), 2557-2580.
- Norton, J. (2007). Causation as folk science. En P. Huw y R. Corry (Eds.), *Causality, physics and the constitution of reality: Russell's republic revisited* (pp. 11-44). Oxford: Oxford University Press.
- Price, H. y Corry, R. (Eds.). (2007). *Causality, physics and the constitution of reality: Russell's republic revisited*. Oxford: Oxford University Press.
- Rueger, A. (1998). Local theories of causation and the a posteriori identification of the causal relation. *Erkenntnis*, 48(1), 25-38.
- Russell, B. (1912/1913). On the notion of cause. *Proceedings of the Aristotelian Society*, 13(1), 1-26.
- Salmon, W. (1984). *Scientific explanation and the causal structure of the world*. Princeton: Princeton University Press.
- Strevens, M. (2007). Review of Woodward: «Making things happen». *Philosophy and Phenomenological Research*, 74(1), 233-249.
- Vicente, A. (2002). The localism of the conserved quantity theory. *Theoria*, 17(3), 563-571.
- Woodward, J. (2003). *Making things happen: a theory of causal explanation*. New York: Oxford University Press.

**MANUEL HERRERA** es un investigador postdoctoral en el Instituto de Filosofía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Sus áreas de especialización son la metafísica de la ciencia y la filosofía de la física.

**DIRECCIÓN:** Instituto de Filosofía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Avenida Vicuña Mackenna 4860, 7820436, Macul, Santiago. E-mail: herrera.aros@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5319-3731>