

Revisión de algunas críticas a la teoría de las Cantidades Conservadas (TCC)

Manuel Herrera A.

CONICET

Universidad de Buenos Aires

Contenido

- ① *Marco general de la propuesta de Dowe*
- ② *Breve descripción de la TCC*
- ③ *El problema (uno de ellos): leyes de conservación en relatividad general (RG)*
- ④ *El camino a una posible salida*
- ⑤ *Otras críticas a la TCC*
- ⑥ *Comentarios finales*

Contenido

- ① *Marco general de la propuesta de Dowe*
- ② *Breve descripción de la TCC*
- ③ *El problema: leyes de conservación en relatividad general (RG)*
- ④ *El camino a una posible salida*
- ⑤ *Otras críticas a la TCC*
- ⑥ *Comentarios finales*

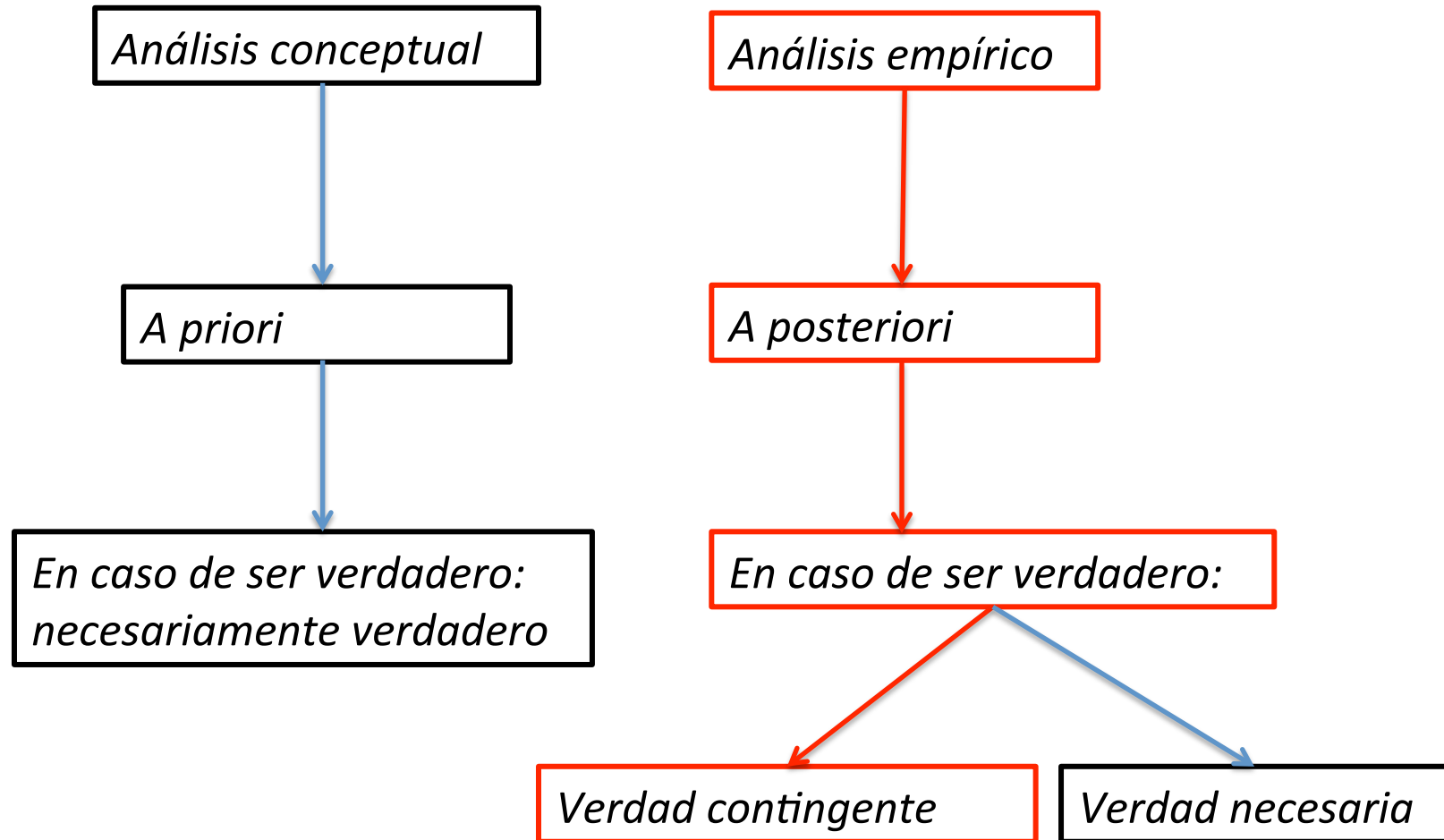
Marco general de la propuesta de Dowe

Dowe pretende articular y defender una teoría de la causación física (*Physical Causation* 2000). Para el autor, esta tarea puede abordarse desde dos enfoques diferentes: el conceptual y el empírico (Dowe 2000: 1).

- El ***análisis conceptual***: análisis del significado apoyado en el sentido común y comprensión cotidiana de los términos. Es *a priori* y, de ser verdadero, será necesariamente verdadero.
- El ***análisis empírico***: busca establecer qué tipo de causación se encuentra en el mundo real. Se efectúa *a posteriori*.

El autor busca establecer un análisis empírico de la causación física que tenga el estatus de verdad contingente

Marco general de la propuesta de Dowe



Los análisis empíricos de la causación, como los de Aronson, Fair y Salmon, buscan cumplirse sólo en el mundo actual, ya que no buscan establecer identidades necesarias entre los conceptos involucrados (Dowe 2000: 6)

Marco general de la propuesta de Dowe

- Lo que el autor busca es un ***análisis empírico basado en la ciencia***.
- Sostiene que de alguna manera la ciencia “informa” a la filosofía sobre los elementos que intervienen en una relación causal y, de esta forma, la filosofía puede aprovechar estos resultados usándolos a su favor (Dowe 2000: 7).
- Es precisamente por este motivo que Dowe sostiene que su análisis es un análisis de la ***causación física***.

Contenido

- ① *Marco general de la propuesta de Dowe*
- ② ***Breve descripción de la TCC***
- ③ *El problema (uno de ellos): leyes de conservación en relatividad general (RG)*
- ④ *El camino a una posible salida*
- ⑤ *Otras críticas a la TCC*
- ⑥ *Comentarios finales*

Teoría de las cantidades conservadas

Dowe sostiene que su teoría puede ser expresada por las siguientes proposiciones:

CC1: Un **proceso causal** es una línea de mundo de un objeto que posee una cantidad conservada.

CC2: Una **interacción causal** es una intersección de líneas de mundo que involucra intercambio de una cantidad conservada.

Dowe sostiene explícitamente que tanto *CC1* como *CC2* representan *definiciones* de los conceptos antes mencionados (Dowe 2000: 93). Sin embargo, mostraré cómo estas definiciones se convierten en verdades contingentes en la argumentación del autor cuando se trata de responder algunas críticas a su teoría.

Teoría de las cantidades conservadas

Un **proceso** es una línea de mundo de un objeto, donde la **línea de mundo** de un objeto es la colección de puntos en un diagrama de Minkowski del espacio-tiempo que representa la historia del objeto (gusanos en el espacio-tiempo).

Una **cantidad conservada** es cualquier cantidad gobernada por un principio de conservación; según el autor, las teorías científicas actuales son nuestra mejor guía para saber cuáles son las cantidades que se conservan: tales teorías deben ser nuestro referente al momento de decidir si una cantidad se clasifica como conservada o no (Dowe 2000: 91-94).

Teoría de las cantidades conservadas

El rol de los principios de conservación es central a la hora de elucidar la idea de proceso causal, ya que son ellos los que permiten identificar qué cantidades se conservan (como el momento o la energía) y cuáles no (Dowe 2000: 95).

Respecto de *CC2*, una ***intersección de procesos*** (líneas de mundo) es la superposición en el espacio-tiempo de dos o más procesos. La intersección ocurre entonces en una *región local* del espacio-tiempo que consta de todos los puntos del espacio-tiempo que son comunes a ambos procesos (Dowe 2000: 92).

Teoría de las cantidades conservadas

Para Dowe, la identidad entre 'proceso causal' y 'línea de mundo de un objeto que posee una cantidad conservada' (CC1) es contingente respecto de las leyes de la naturaleza.

Como ya se mencionó, el autor busca realizar un análisis empírico a posteriori de la relación causal apoyado en lo que nos dictan las teorías físicas actuales, por tanto, la contingencia de la identidad se encuentra apoyada en esta premisa.

Contenido

- ① *Marco general de la propuesta de Dowe*
- ② *Breve descripción de la TCC*
- ③ ***El problema (uno de ellos): leyes de conservación en relatividad general (RG)***
- ④ *El camino a una posible salida*
- ⑤ *Otras críticas a la TCC*
- ⑥ *Comentarios finales*

El problema: leyes de conservación en RG

En general, estas críticas han señalado que la teoría de Dowe presenta inconsistencias en algunos espacio-tiempos de la RG, donde existen ciertas dificultades para enunciar principios de conservación o donde no se los puede enunciar con la misma precisión con la que se los enuncia en los contextos de la mecánica clásica o de la relatividad especial.

El problema: leyes de conservación en RG

Por ejemplo, para Alexander Rueger (1998) los espacio-tiempos de la relatividad general carecen de las simetrías necesarias para que los principios de conservación, formulados en forma diferencial, puedan ser reformulados en forma integral.



En tales espacio-tiempos, los principios de conservación no permiten hablar de cantidades que se conservan localmente, es decir, en regiones finitas del espacio-tiempo.

El problema: leyes de conservación en RG

Otros autores critican la TCC en este mismo sentido, ya sea enfatizando directamente los problemas con las leyes de conservación en relatividad general, o enlazando este problema con las teorías físicas de la causación (ver, por ejemplo, Rueger 1998, Curiel 2000, Hoefler 2000, Vicente 2002, Luper 2009, Lam 2010, entre otros).

Contenido

- ① *Marco general de la propuesta de Dowe*
- ② *Breve descripción de la TCC*
- ③ *El problema (uno de ellos): leyes de conservación en relatividad general (RG)*
- ④ ***El camino a una posible salida***
- ⑤ *Otras críticas a la TCC*
- ⑥ *Comentarios finales*

El camino a una posible salida

¿Cómo resolver este problema?

A partir del análisis de tres sub-problemas:

- ① Decidir si, con su teoría, Dowe intenta ofrecer una definición precisa o más bien una mera caracterización de los procesos e interacciones causales.
- ② Determinar el estatus de las leyes de conservación respecto a las leyes dinámicas.
- ③ Clarificar la noción de posibilidad física.

¿Definición o caracterización de los procesos e interacciones causales?

De acuerdo con Dowe, la proposición *CC1*, que establece la identidad entre 'proceso causal' y 'línea de mundo de un objeto que posee una cantidad conservada', es una identidad ***contingente y no metafísicamente necesaria***.

Sobre esta base, Dowe argumenta que, si hay espacio-tiempos relativistas generales donde no se cumplen los principios de conservación, esto no implica que tales principios fallen en nuestro mundo: el espacio-tiempo exhibe las simetrías correctas y, por lo tanto, los principios de conservación se cumplen en nuestro mundo.

¿Definición o caracterización de los procesos e interacciones causales?

Tensión en la presentación de Dowe de su propia teoría de la causación: las proposiciones CC1 y CC2 se introducen originalmente como respuesta a la pregunta acerca de qué es una relación causal y, por tanto, parece razonable interpretarlas como definiciones de los conceptos de proceso causal y de interacción causal. Sin embargo, cuando la argumentación del autor avanza en la necesidad de enfrentar críticas plausibles, las mismas proposiciones adquieren el estatuto de verdades contingentes.

Si bien no hay problemas con la elección de Dowe, es esperable que una teoría de la causación física nos diga que es la causación y que no sólo se limite a identificar casos genuinos de causación de aquellos que no lo son.

Cuando enfrentamos el problema del estatus de las leyes de conservación en física, pueden reconocerse dos posturas claramente definidas:

- ① En primer lugar, puede considerarse que las leyes físicas (leyes de Newton, Relatividad Especial, Relatividad General, etc.) son principios básicos, de carácter fundamental, a partir de los cuales deben desprenderse o derivarse las leyes de conservación respectivas. leyes dinámicas un estatus superior o más fundante que a las leyes de conservación

Estatus de las leyes de conservación

② Por otra parte, es posible concebir las leyes de conservación como principios de mayor fuerza o más fundamentales que las leyes físicas consideradas. Desde esta perspectiva, las leyes de conservación poseerían validez interteórica, serían principios fundamentales independientes de y lógicamente previos a las leyes físicas consideradas.

Dowe no se pronuncia claramente al respecto. Por ahora no tenemos los argumentos, pero si la intuición de que las leyes de conservación son leyes con mayor fuerza que las leyes dinámicas.

Definición estándar de físicamente posible

ser físicamente posible **de acuerdo a T** significa satisfacer las leyes físicas de T que se obtienen en el mundo actual

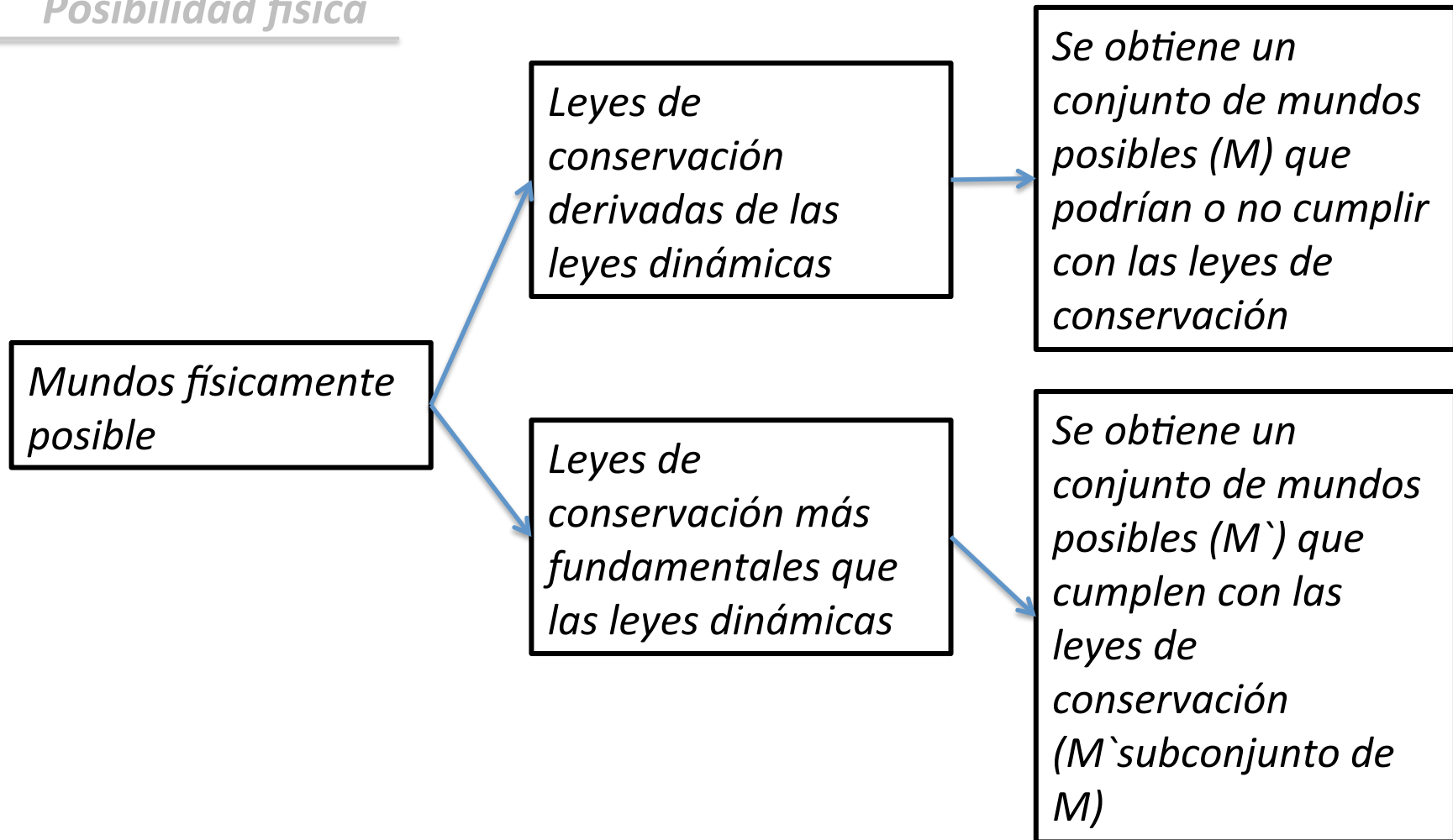
Si la posibilidad física es relativa a una teoría, ¿son suficientes las ecuaciones dinámicas de una teoría para elucidar la noción de posibilidad física?

El **poder expresivo y explicativo** de una teoría física, incluso en la construcción de **qué modelos son válidos** (posibles) para representar procesos físicos de acuerdo a una teoría, no se agota en cuáles son sus ecuaciones fundamentales. **Por lo tanto, la noción de posibilidad física tampoco se agota en ellas.**

¿Necesitamos factores extra - nómicos para caracterizar adecuadamente la noción de posibilidad física?

- ① Condiciones de contorno
- ② Condiciones iniciales
- ③ Criterios matemáticos (estabilidad)
- ④ Criterios metafísicos (causalidad)
- ⑤ Criterios físicos (por ejemplo, leyes de conservación), etc.

Posibilidad física



El estatus de las leyes de conservación modifica el conjunto de mundos físicamente posibles que se pueden obtener de una teoría física. En nuestro caso, las soluciones a las ecuaciones de campo de Einstein.

Contenido

- ① *Marco general de la propuesta de Dowe*
- ② *Breve descripción de la TCC*
- ③ *El problema (uno de ellos): leyes de conservación en relatividad general (RG)*
- ④ *El camino a una posible salida*
- ⑤ ***Otras críticas a la TCC***
- ⑥ *Comentarios finales*

¿Puede el problema abordado darnos algunas claves para encontrar solución a otras críticas de la TCC?

1. Localismo de la TCC

De acuerdo a Dowe, la TCC tiene carácter local: “...todo proceso causal dependerá de hechos locales sobre el proceso, es decir, de la posesión por parte del objeto de una cantidad física que se conserve, y no dependerá de lo que ocurra en otros lugares del universo fuera de la región local” (Dowe 2000, p. 96).

Otras críticas

Sin embargo Rueger (1998) y Vicente (2002) sostienen que la TCC (y también la teoría de Salmon) no son suficientes para caracterizar la relación causal como local.

Para Rueger, la TCC no sería localista, ya que depende de condiciones de fondo. Las cantidades conservadas dependen del espacio-tiempo y esto hace que la TCC deje de ser una teoría localista.

Rueger concluye que para un defensor de la TCC existen dos posibilidades: o bien (i) se puede insistir en que la noción de causación, en tanto relación local, es correcta y, en consecuencia, concluir que no existen relaciones causales genuinas en el mundo; o bien (ii) se puede considerar la posibilidad de que la intuición local no sea correcta y, por lo tanto, deba ser abandonada.

Otras críticas

Dowe se defiende sosteniendo que: “...hay una tercera opción, que se desprende de lo que ya dije. La teoría de las Cantidades Conservadas es una hipótesis contingente, contingente respecto de las leyes de la naturaleza, por ejemplo” (Dowe 2000: 97)

Por otra parte, para Vicente, la TCC no es localista, ya que esta apelaría a contrafácticos y/o leyes. Si existe otro mundo posible donde no se cumplen nuestras leyes, pero si otras, entonces la causación sería el intercambio de esas cantidades conservadas. En resumen, la TCC necesita apelar a leyes.

2. TCC y sistemas cerrados

Hitchcock (1995) y Choi (2003) visualizan el siguiente problema con la definición de ley de conservación en la TCC: una ley de conservación se define usando la noción de sistema cerrado y este, a su vez, presupone la noción de interacción causal, esto nos indicaría que la definición de causación en términos de cantidades conservadas es circular.

Dowe sostiene que: “...necesitamos explicar la noción de sistema cerrado sólo en términos de las cantidad en cuestión. Por ejemplo, la energía se conserva en reacciones químicas suponiendo que no hay un flujo neto de energía dentro o fuera del sistema” (Dowe 2000: 95).

Para Choi, el problema en esta declaración está en la expresión “flujo neto de energía dentro o fuera del sistema”, ya que esta presupone, implícitamente, la noción de cantidad conservada y esta, a su vez, la de sistema cerrado en términos de interacciones causales.

Choi propone las siguientes definiciones que esquivarían esta dificultad (Choi 2003: 511, 519):

Ley de conservación: para cada sistema que posee Q , si este es cerrado, la cantidad total de Q que posee permanece constante a través del tiempo.

Sistema cerrado: un sistema es cerrado con respecto a una cantidad física Q en un tiempo t si y sólo si (a) $dQ_{in}/dt = dQ_{out}/dt = 0$ en t o, (b) $dQ_{in}/dt \neq -dQ_{out}/dt$ en t

Q_{in} : cantidad de Q dentro del sistema

Q_{out} : cantidad de Q fuera del sistema

3. Identidad de las cantidades conservadas

El problema de la identidad de las cantidades conservadas hace referencia a la identificación, rastreo y reidentificación de las cantidades conservadas. Es decir, cómo identificar que la cantidad conservada poseída es la misma que era poseída en un tiempo anterior. Esta es una crítica para toda teoría de transferencia de cantidades.

Dowe sostiene que hay tres tipos de identidad que se pueden predicar de las cantidades conservadas.

- i) Identidad de propiedades
- ii) Identidad en el sentido de “la misma cantidad”
- iii) Genidentidad (identidad de una sustancia o materia)

Para Dowe, en los dos primeros casos no tiene sentido hablar de identidad a través del tiempo. Según él, cuando hablamos de identidad de una cantidad conservada, queremos decir más que una constancia de una propiedad o de una igualdad numérica.

En el tercer caso, si es posible hablar de identidad a través del tiempo, pero llegaríamos a una inconsistencia.

Generalmente pensamos la energía, por ejemplo, con la cualidad de no poder existir como no poseída. Luego, si la energía es una sustancia, entonces podemos hablar con propiedad de identidad a través del tiempo de esta cantidad conservada, pero puede existir no poseída. Por otra parte, si no es una sustancia, sino una propiedad que se puede instanciar, entonces puede existir como no poseída, pero ya no podemos hablar de identidad a través del tiempo.

En conclusión, Dowe aplica este argumento a la teoría de las cantidades conservadas, sosteniendo que hablar de genidentidad de las cantidades conservadas no tiene sentido, argumenta que su teoría solo requiere que haya el intercambio de alguna cantidad conservada, este intercambio debe traer como consecuencia el cambio en el valor de dicha cantidad (Dowe 2000, p. 111).

4. Superposición de interacciones causales (Miguel y Paruelo 2005)

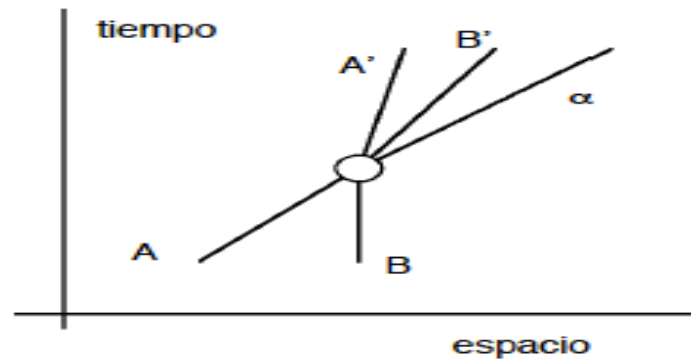


Figura 4.

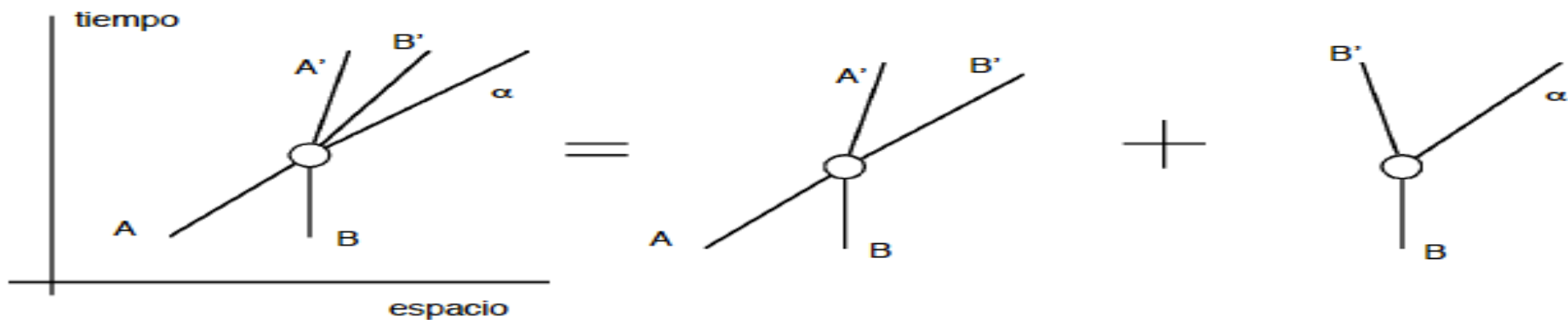


Imagen: Miguel, H. y Paruelo, J. (2005). "Superposición de Interacciones Causales en la Teoría de Phil Dowe", *Enrahonar*, **37**: 123-139.

Otras críticas

Dowe pretende solucionar este inconveniente pidiendo que: “Para cualquier intercambio que involucre más de una cantidad conservada, los cambios en las cantidades están gobernadas por una única ley de la naturaleza” (Dowe 2000, p. 171).

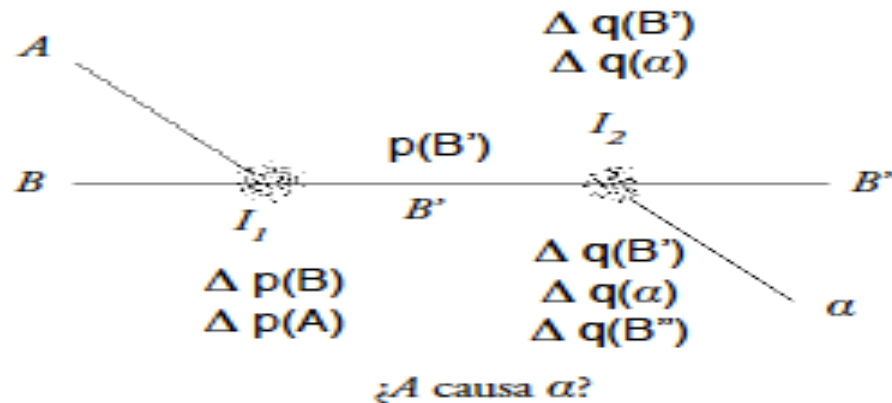


Imagen: Miguel, H. y Paruelo, J. (2005). “Superposición de Interacciones Causales en la Teoría de Phil Dowe”, *Enrahonar*, **37**: 123-139.

Para los autores, la solución involucra apelar a contrafácticos. Sin embargo, esto implica alejarse de las intenciones originales de Dowe de dar cuenta de la causación términos físicos.

5. Teorías de transferencia e identidad

Ideas básicas de la tesis de transferencia de cantidades (García – Encinas (2004)):

(T1): A y B están causalmente relacionados si y sólo si hay una conexión física entre ellos

(T2): Una conexión física es la transferencia de un elemento físico

García-Encinas sostiene, de acuerdo a Castañeda (1980), que la causación es la transferencia de la causalidad (ya que la causalidad se asocia con la transferencia de alguna cantidad física, a esta transferencia le llama causalidad).

La objeción central de la autora es que las teorías de transferencia se convierten en resistencia o identidad no relacional de los elementos conectados causalmente y que es imposible que la causación sea una identidad no relacional.

De acuerdo a la autora, hay dos enfoques de transferencia:

i) Como universal (instanciación en “centelleos”): de acuerdo a García-Encina, las teorías de transferencia son más bien de identidad. Identidad a través del tiempo de la cantidad física transferida. Pero, al ser la causalidad un universal, es compleja la identificación.

ii) Como entidad absoluta (una única instanciación): la causación sigue siendo identidad a través del tiempo.

Luego se pregunta, ¿puede la resistencia o la identidad no relacional ser el nexo causal? Su respuesta es negativa. Sostiene que las teorías de transferencia fracasan, ya que no pueden dar cuenta de la causalidad entendida como una relación entre términos diferentes (no pueden dar cuenta por ejemplo, de asimetría o transitividad)

Contenido

- ① *Marco general de la propuesta de Dowe*
- ② *Breve descripción de la TCC*
- ③ *El problema (uno de ellos): leyes de conservación en relatividad general (RG)*
- ④ *El camino a una posible salida*
- ⑤ *Otras críticas a la TCC*
- ⑥ ***Comentarios finales***