

Causalidad física, cantidades conservadas y Relatividad General

Resumen

1. Especificación del tema
2. Objetivo
3. Programas reductivistas – fisicalistas de la causalidad previos a La teoría de las cantidades conservadas
 - 3.1. Jerrold Aronson
 - 3.2. David Fair
 - 3.3. Wesley Salmon
4. Teoría de las cantidades conservadas
5. Teoría de las cantidades conservadas y Relatividad General
6. Análisis del problema
7. Posibles soluciones

1. Especificación del tema

-La Teoría de las Cantidades Conservadas de Dowe reduce la relación causal al intercambio de cantidades conservadas, es decir, cantidades que están gobernadas por leyes de conservación.

-Esta teoría permite explicar sin mayores inconvenientes fenómenos físicos en el contexto de la mecánica newtoniana y de la Relatividad Especial, ya que en el marco de estas teorías físicas es posible enunciar sin problemas diversas leyes de conservación.

-Sin embargo, presenta algunas inconsistencias cuando se aplica en el terreno de la Relatividad General. Las dificultades se deben a que no es posible enunciar principios genuinos de conservación en el marco de esta teoría.

2. Objetivo

Aportar a la actual Teoría de las Cantidades Conservadas de Phil Dowe las precisiones y definiciones necesarias para hacerla aplicable al caso de la Teoría General de la Relatividad.

3. Programas reductivistas – fysicalistas de la causalidad

3.1. Jerrold Aronson

- Quiere eliminar el carácter antropomorfico de la relación causal.
- Quiere establecer una asimetría entre causa y efecto.
- Hace un análisis gramatical de la palabra causa
- Sostiene que entre la causa y efecto existe una transferencia de cantidades (velocidad, impulso, energía, calor, etc).

3. Programas reductivistas – fisicalistas de la causalidad

3.2. David Fair

- La relación causal es una relación físicamente especificable de flujo de energía – momento.
- Estas son cantidades conservadas a través del tiempo.

3. Programas reductivistas – fisicalistas de la causalidad

3.3. Wesley Salmon (teoría de proceso)

- Proceso es cualquier cosa que muestre coherencia de estructura en el tiempo.
- Usa el criterio de transmisión de marca de Reichenbach.

4. Teoría de las cantidades conservadas

-Su intención principal es distinguir procesos de pseudoprocesos.

-La TCC queda especificada 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 implica el intercambio de cantidades conservadas

4. Teoría de las cantidades conservadas

- Una línea de mundo de un objeto es una colección de puntos de un diagrama de Minkowski del espacio-tiempo que representa la historia del objeto (Dowe 2000, p. 91).
- Una cantidad conservada es cualquier cantidad gobernada por una ley de conservación (Dowe 2000, p. 94).
- La intersección ocurre entonces en una región local del espacio-tiempo, que consta de todos los puntos de espacio-tiempo que son comunes a ambos procesos (Dowe 2000, p. 92).

5. Teoría de las cantidades conservadas y Relatividad General

-Las leyes de conservación en física se presentan bajo dos modalidades: en su forma diferencial y en su forma integral. La primera nos permite obtener una ley de conservación local y la segunda, la forma integral, una ley de conservación global. En física clásica las leyes de conservación locales (diferenciales) tienen su homólogo integral (global) a través del teorema de Gauss.

5. Teoría de las cantidades conservadas y Relatividad General

-Estas dificultades surgen de una propiedad fundamental de la Teoría General de la Relatividad (TGR), según la cual el campo gravitacional y la estructura del espacio-tiempo se describen como una y la misma estructura física. De esta forma, en TGR la estructura del espacio-tiempo es fundamentalmente dinámica: es el campo gravitacional el que curva el espacio-tiempo generando la falta de simetrías en algunas regiones del espacio.

5. Teoría de las cantidades conservadas y Relatividad General

-Carl Hofer, muestra el problema de la siguiente forma: En relatividad especial, existe una ley de conservación en forma diferencial:

$$T^{ab}{}_{,b} = 0 \quad (1)$$

Esta ley de conservación en forma diferencial tiene su equivalente integral a través del teorema de Gauss

$$\int_V T^{ab}{}_{,b} d^4V - \int_S T^{ab} d^3\Sigma_b = 0 \quad (2)$$

Podemos obtener una ley de conservación global (2) a partir de una ley diferencial (3), en relatividad especial las leyes de conservación tienen un “buen comportamiento” y, por tanto, podemos hablar con propiedad de leyes de conservación dentro de esta teoría. Ahora bien, la ecuación (1) no está considerando la contribución del campo gravitacional; para incluirlo, llegamos a la siguiente ley de conservación en forma diferencial

$$T^{ab}{}_{,b} = G^a \quad (3)$$

La ecuación (3) también es integrable a través del teorema de Gauss, de manera que podemos tener, sin problemas, una ley de conservación global que considera la contribución del campo gravitacional en la teoría de la relatividad especial.

5. Teoría de las cantidades conservadas y Relatividad General

No todo funciona “tan bien” en TGR. Se habla de la siguiente ecuación como una posible ley de conservación bajo ciertas condiciones

$$T^{ab}_{;b} = 0$$

(4)

La ecuación (4) se muestra equivalente a (1) como una ley de conservación, sin embargo recordemos que (1) es una ley de conservación que no tiene en cuenta el campo gravitacional (en TGR ya no es posible despreciar este campo). Ahora bien, sería deseable obtener una expresión como (3), que considerara el campo gravitacional; pero esto no es posible en TGR, ya que es imposible capturar la energía del campo gravitacional como sí se hace con el tensor momento-energía.

5. Teoría de las cantidades conservadas y Relatividad General

- Para Phil Dowe, la identidad entre “proceso causal” y “línea de mundo de un objeto que posee una cantidad conservada” es contingente y no metafísicamente necesaria (Dowe 2000, p. 95).
- La identidad se mantiene en el dominio de lo actual.
- El autor argumenta que, si hay espacio-tiempos relativistas generales donde no se sostienen las leyes de conservación, esto no implica que tales leyes fallen en nuestro mundo.

5. Teoría de las cantidades conservadas y Relatividad General

-El espacio-tiempo exhibe las simetrías correctas y, por lo tanto, las leyes de conservación se cumplen en nuestro mundo (Dowe 2000, p. 97).

-Dowe sugiere que la identidad entre “proceso causal” y “línea de mundo de un objeto que posee una cantidad conservada” podría sostenerse en todos los mundos físicamente posibles, donde los mundos físicamente posibles, para el autor, son aquellos donde se cumplen las mismas leyes de la naturaleza que en el mundo actual.

6. Análisis del problema

6.1. Definición, contingencia y necesidad: determinar si el autor pretende ofrecer una definición o caracterización de los procesos e interacciones causales.

6.2. Estatus de las leyes de conservación: determinar si las leyes de conservación son más básicas o fundamentales que las leyes físicas o a la inversa.

6.3. Mundos físicamente posibles en TGR: analizar la relación existente entre el estatus de las leyes de conservación y los mundos físicamente posibles en TGR.

7. Posibles soluciones

