

## LAS CANTIDADES FÍSICAS COMO RELACIONES EN LA TERCERA ANALOGÍA DE LA EXPERIENCIA

### PHYSICAL QUANTITIES AS RELATIONS IN THIRD ANALOGY OF EXPERIENCE

**Matías Daniel Pasqualini<sup>1</sup>**

CONICET

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Humanidades y Artes

Instituto de Investigaciones Dr. Adolfo Prieto

matiaspasqualini@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0084-1363

Recibido: 14-05-2024 • Aceptado: 14-10-2024

#### RESUMEN

En este artículo se propone una interpretación de la tercera analogía de la experiencia (Kant, *KrV* A211/B256–A218/B265), desde la que se discierne la cuestión metafísica referida al carácter relacional o intrínseco de las propiedades que representan cantidades físicas, en el contexto de lo que se da en llamar una ontología crítica. Se obtiene que, como resultado de las reglas *a priori* correspondientes a las analogías de la experiencia, las determinaciones de los objetos tienen carácter relacional. Este resultado es consistente con la visión del tiempo y del espacio que se obtienen en formulaciones relacionales de ciertas teorías físicas y con los enfoques relacionistas acerca del tiempo y del espacio en filosofía de la física.

<sup>1</sup> Becario doctoral de Conicet (Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas). Doctorando en la Universidad de Buenos Aires. Licenciado en Filosofía por la Universidad Nacional de Rosario. Áreas de especialización: filosofía de la física, metafísica de la ciencia.

**PALABRAS CLAVE:** Kant, ontología crítica, propiedades relacionales, relacionalismo físico, tiempo.

#### ABSTRACT

An interpretation of the Third Analogy of Experience (Kant, *KrV* A211/B256–A218/B265) is proposed, from which the metaphysical question referring to the relational or intrinsic character of the properties that represent physical quantities is discerned, in the context of what is called a critical ontology. It is obtained that, as a result of the *a priori* rules corresponding to the Analogies of Experience, the determinations of objects have a relational character. This result is consistent with the view of time and space obtained in relational formulations of certain physical theories and with relationalist approaches to time and space in the philosophy of physics.

**KEYWORDS:** critical ontology, Kant, physical relationalism, relational properties, time.

### Introducción

**RI** Una de las discusiones en metafísica de la ciencia es si las cantidades físicas se corresponden con propiedades relacionales o monádicas. Por ejemplo, en algunos enfoques, las propiedades que se corresponden con cantidades físicas se consideran relaciones de proporción, que a su vez pueden ser objeto de relaciones de proporción de orden superior (Bigelow y Pargetter, 1988, 1991). Otros enfoques consideran que las cantidades físicas son propiedades intrínsecas. Por ejemplo, para Armstrong (1988), las cantidades físicas se corresponden con universales instanciados por objetos o sus partes constituyentes. En el ámbito de la física y de la filosofía de la física, existe históricamente una cierta tendencia hacia el abandono de teorías que entrañen nociones absolutas y hacia la adopción de teorías e interpretaciones relacionalistas. Esta tendencia tiene un antecedente en Leibniz, quien discutió los conceptos newtonianos de tiempo y espacio absolutos. Para Leibniz, tiempo y espacio son sistemas de relaciones que tienen lugar entre los objetos físicos. El tiempo no existe con independencia de los objetos, sino que es un sistema de duraciones relativas entre ellos; por su parte, el espacio no es más que un sistema de distancias relativas. Como consecuencia, los objetos no pueden tener posiciones temporales y espaciales absolutas, sino solo relativas a las de los otros objetos. La visión de Leibniz quedó posteriormente oscurecida por el rotundo éxito empírico de la teoría de Newton, quien, aun a sabiendas de que posiciones temporales y espaciales absolutas no podían ser discernidas empíricamente, postula

la existencia de un tiempo y espacio absolutos para dar cuenta de fenómenos dinámicos que comportan un aumento o disminución de la energía de un sistema físico (como las aceleraciones lineales y angulares).

Hacia fines del siglo XIX, en el contexto de un positivismo dominante que procuraba remover cualquier elemento metafísico de las teorías científicas, Ernst Mach retoma las ideas relacionistas de Leibniz y propone que los mencionados efectos dinámicos pueden explicarse no por su referencia a un tiempo y espacio absolutos, sino respecto de la distribución de masa del universo. Esta propuesta fue denominada ‘principio de Mach’ por Einstein, quien, partiendo de él formuló la mecánica relativista en la que posiciones temporales y espaciales pasan a estar recíprocamente determinadas de acuerdo con un único continuo espacio-temporal. Es objeto de discusión hasta qué punto la mecánica relativista supone la incorporación de conceptos estrictamente relacionales de tiempo y espacio (cf. Huggett *et al.*, 2022, sección 2.2). Actualmente, en lo referido a las teorías del espacio-tiempo, el principal exponente del relacionismo físico es Julian Barbour, quien, junto a Bruno Bertotti (1982), propuso una reformulación de la mecánica newtoniana en la que la noción de tiempo absoluto puede eliminarse. De allí, se desprende que no hay estados del universo que puedan evolucionar respecto de un tiempo externo, sino solo posibles configuraciones del universo, a partir de las cuales el tiempo puede definirse como un sistema de relaciones. En consecuencia, las magnitudes físicas (energía, momento lineal, momento angular) que pueden resultar variables para partes o subsistemas del universo, en la medida en que se modifican sus estados respecto de los estados de otras partes, deberán resultar invariantes para el universo en su conjunto (Barbour 1999, cap. 18 y 19). El mismo autor propuso también una reformulación de la mecánica relativista, que, sin embargo, ha sido recibida con cierto escepticismo y continúa siendo objeto de debate (ver Huggett *et al.*, 2022, sección 3).

En un ensayo de 2009, Barbour ilustra su imagen del tiempo por medio de un concepto familiar en el ámbito de la astronomía, el tiempo de efemérides. Históricamente, la astronomía empleaba el movimiento de las estrellas (la rotación terrestre) como un reloj natural. Sin embargo, las leyes físicas no se cumplían con exactitud haciendo uso de dicho reloj. Se propuso en su lugar, en siglo XX, el llamado tiempo de efemérides, que es resultado de hacer corresponder la marcha del tiempo en cada instante con cada variación infinitesimal de las distancias relativas entre los objetos del sistema solar. Contando con esa definición, se puede calcular la velocidad de cada astro en cada instante prescindiendo de una noción de tiempo externo, sobre la base de las distancias relativas respecto de los otros astros. Se trata, entonces, de un tiempo que no controla desde fuera la evolución de los estados de los objetos, sino que depende de los cambios en las posiciones relativas de los objetos, como un sistema de relaciones entre las distintas configuraciones posibles de un sistema físico.

El propósito de este artículo es evaluar el estatus metafísico de las cantidades físicas –si deben considerarse propiedades intrínsecas o relacionales– desde la perspectiva de una ontología crítica. Llamamos ‘ontología crítica’ a aquella que adopta el criterio kantiano de considerar las condiciones en que se dan los objetos como una estructura o sistema *a priori* que asegura la unidad de la experiencia o de la naturaleza fenoménica (*KrV*, A177/B220). Para responder al propósito fijado, primero se revisará el cuadro general de las “Analogías de la experiencia”, en las que Kant sistematiza las reglas que resultan de aplicar las categorías esquematizadas a la experiencia, y luego se propondrá una interpretación de la tercera analogía. Según esta, las relaciones de simultaneidad entre determinaciones de objetos se corresponden con su carácter recíproco. De acuerdo con la interpretación que se propone, en la tercera analogía se formula una regla *a priori* que establece la equivalencia entre la simultaneidad y la mutua relatividad de los cambios que se perciben en el fenómeno. La similitud entre esta regla *a priori* y el tratamiento que se hace del tiempo en los enfoques relacionistas resulta sugerente. Como podrá apreciarse, el ejemplo de la construcción del tiempo de efemérides parece una apropiada aplicación concreta de esta regla *a priori*, acotada al sistema solar. Nuestra hipótesis guía es que algunos actuales desarrollos en filosofía de la física encuentran un mejor esclarecimiento en la ontología crítica kantiana que en otros marcos disponibles en el escenario de la metafísica de la ciencia contemporánea. Se espera encontrar que, de acuerdo con la ontología crítica, las cantidades físicas se corresponden con propiedades relacionales. Se concluirá que el relacionismo que se defiende en el ámbito de la filosofía de la física puede encontrar una fundamentación *a priori* si se adopta un enfoque kantiano.

### 1. El cuadro general de las Analogías de la Experiencia

Las analogías de la experiencia (*KrV*, A176/B218–A218/B265) se insertan en una sección de la *Crítica de la razón pura* en la que Kant sistematiza las reglas *a priori* que constituyen y regulan los objetos de la experiencia y que se corresponden con las categorías esquematizadas. Las tres categorías de la relación dan lugar respectivamente a las tres analogías de la experiencia. A saber, la primera analogía se corresponde con la categoría de sustancia/accidentes; la segunda, con la categoría de causa/efecto; y la tercera, con la de comunidad o acción recíproca. La regla *a priori* de la primera analogía es que “en todo cambio de los fenómenos permanece la sustancia, y el quantum de ella no se acrecienta ni disminuye en la naturaleza” (*KrV*, A182/B224, trad. 226). La regla de la segunda es que “todas las alteraciones suceden según la ley de la conexión de la causa y el efecto” (*KrV*, A189/B232, trad. 231). La tercera analogía establece que “todas las sustancias, en la medida en que

pueden ser percibidas en el espacio como simultáneas, están en universal acción recíproca” (*KrV*, A211/B256, trad. 248). El hilo argumental de la tercera analogía (compartido con la segunda hasta el punto 3) se desarrolla de la siguiente manera:

1. Las percepciones son para el sujeto en todo caso sucesivas, ya que el tiempo es la forma *a priori* del sentido interno. Sin embargo, dado que el tiempo en sí mismo no puede ser percibido, las percepciones no pueden compararse directamente con él para establecer su simultaneidad o sucesión objetiva.
2. Se distingue entre percepciones que pueden sucederse unas a otras de acuerdo con una secuencia arbitraria (que corresponderían a eventos objetivamente simultáneos) y percepciones que se suceden unas a otras según una secuencia determinada (que corresponderían a eventos objetivamente sucesivos).
3. La sola aprehensión no alcanza para establecer la objetividad de la simultaneidad a partir de las percepciones que pueden sucederse de acuerdo con una secuencia arbitraria ni la objetividad de la sucesión a partir de las percepciones que se suceden según una secuencia determinada.
4. La objetividad de las relaciones de simultaneidad debe establecerse *a priori* por medio de un concepto puro del entendimiento. Dicho concepto es el de comunidad o acción recíproca.

A continuación, se formalizarán en cierta medida algunas nociones involucradas en las analogías para facilitar la posterior formulación de una interpretación de la tercera. Se parte de lo dado en la aprehensión y se añaden paulatinamente las estructuras o formas *a priori* definidas en cada una de las analogías de la experiencia.

1. Lo dado en la aprehensión es un conjunto de percepciones sucesivas (*KrV*, A182/B225). Cada percepción es la aprehensión de un evento (*Begebenheit*) o cambio en el fenómeno (*KrV*, A192/B237).
2. Se aplica al *conjunto* de los eventos la regla correspondiente a la categoría de sustancia/accidentes, según la Primera Analogía. Los eventos quedan enlazados de tal forma que pasan a corresponderse con determinaciones de objetos en el fenómeno (*KrV*, A186/B229). Sean dos objetos A y B con determinables  $q^A, p^A$  y  $q^B, p^B$  respectivamente. El determinable  $q^A$  adquiere sucesivamente las determinaciones  $q_1^A, q_2^A, q_n^A$ . El determinable  $p^A$  adquiere sucesivamente las determinaciones  $p_1^A, p_2^A, p_n^A$ . Los determinables  $q^B, p^B$  del objeto B adquieren respectivamente las determinaciones  $q_1^B, q_2^B, q_n^B$  y  $p_1^B, p_2^B, p_n^B$ . El conjunto de las determinaciones de un objeto en un instante define su estado en ese instante (*KrV*, A187/B230). A diferencia de lo que es habitual

- en los intérpretes de Kant, quienes trabajan en general con “estados” de un solo determinable, se introducen en esta propuesta dos posibles determinables ( $p, q$ ). Uno de ellos, p. e.,  $q$ , se puede tomar como la posición espacial. Consecuentemente, los estados de los objetos contendrán información para determinar no uno, sino dos (o más) determinables. Esta opción no está forzada ni impedida por el texto kantiano. Se prefiere introducir dos determinables (cantidad que podría fácilmente generalizarse a cualquier número mayor) para obtener, luego, una interpretación de la tercera analogía más general y que pueda corresponderse más fácilmente con las teorías vigentes en física, en las que se trabaja con espacios de estados en los que hay más de una variable física. Por tanto, para el objeto A, las determinaciones  $q_1^A, p_1^A$  definen al estado  $\alpha_1$  de A, mientras que las determinaciones  $q_2^A, p_2^A$  definen al estado  $\alpha_2$  de A. Por otro lado, las determinaciones  $q_1^B, p_1^B$  definen al estado  $\beta_1$  de B y las determinaciones  $q_2^B, p_2^B$  definen al estado  $\beta_2$  de B. Nótese que una de las condiciones que deben satisfacer las determinaciones de un mismo estado es que todas ellas sean simultáneas.
3. Se aplica a *cada* objeto la regla correspondiente con la categoría de causa/efecto, según la segunda analogía. Así, las determinaciones sucesivas de un *mismo* objeto resultan objetiva y necesariamente enlazadas (*KrV*, A189/B232). Esto es, el estado  $\alpha_2$  del objeto A queda determinado por el estado precedente  $\alpha_1$ . Esto significa que *cada una* de las determinaciones de  $\alpha_2$  deberán quedar determinadas por *todas* las determinaciones del estado precedente  $\alpha_1$ . A saber,  $q_2^A$  queda determinado por  $q_1^A, p_1^A$ ; y  $p_2^A$  queda determinado por  $q_1^A, p_1^A$ . Asimismo, el estado  $\beta_2$  del objeto B queda determinado por el estado precedente  $\beta_1$ . Esto es,  $q_2^B$  queda determinado por  $q_1^B, p_1^B$ , mientras que  $p_2^B$  queda determinado por  $q_1^B, p_1^B$ . Nótese que se asume aquí el modelo causal evento-evento, siguiendo a Jáuregui (2017). La regla que enlaza estados precedentes con consecuentes, correspondiente con la segunda analogía, tiene un aspecto *a priori* que asegura la objetividad y la necesidad del enlace, junto con un aspecto *a posteriori* a inquirir por medio de una investigación empírica. En efecto, cada teoría física propone para su ámbito de dominio específico una ley dinámica que conecta estados temporalmente precedentes con consecuentes y que resulta de dicho tipo de investigación. Aunque de naturaleza *a posteriori*, las leyes dinámicas de todas las teorías físicas comúnmente aceptadas coinciden –podría pensarse que *a priori*– en su unitariedad, de modo compatible con un enlace determinista de tipo causal.
  4. Se aplica, finalmente, al *conjunto* de los objetos, la regla correspondiente con la categoría de acción recíproca, según la tercera analogía. Así, las determinaciones de *distintos* objetos resultan objetiva y necesariamente enlazadas según relaciones de simultaneidad (*KrV*, A211/B256). A saber,

en virtud de un influjo recíproco, los estados  $\alpha_1$  y  $\beta_1$ ;  $\alpha_2$  y  $\beta_2$ ; y en general,  $\alpha_n$  y  $\beta_n$  quedan recíprocamente determinados y por ello sincronizados<sup>2</sup>. Más precisamente, esto podría significar que la determinación  $q_n^A$  del objeto A se define respecto de la determinación  $q_n^B$  del objeto B y viceversa, y que la determinación  $p_n^A$  del objeto A se define respecto de  $p_n^B$  de B y viceversa. La regla que enlaza estados simultáneos de distintos objetos habrá de tener un aspecto *a priori* que asegure la objetividad y la necesidad del enlace, junto con un aspecto *a posteriori* a inquirir por medio de una investigación empírica. En la siguiente sección, se ofrecerá una interpretación de la regla de la tercera analogía, junto con un argumento en favor de la equivalencia entre determinación recíproca y simultaneidad. Adicionalmente, se sugerirá qué leyes físicas podrían funcionar como contrapartes del aspecto *a posteriori* de esta regla.

Introducimos a continuación algunas aclaraciones preliminares. Una primera aclaración es que la simultaneidad se predica propiamente de los estados de distintos objetos, ya que los estados tienen una duración instantánea. En cambio, de los objetos, cuya duración es perdurable, se predica solo su coexistencia (*KrV*, A213/B260). Por ejemplo, los estados  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  pueden ser simultáneos, mientras que los objetos A y B pueden ser solo coexistentes. Que A y B coexistan durante cierto intervalo temporal significa que es posible hallar relaciones de simultaneidad entre algunos estados continuamente sucesivos de A y algunos estados continuamente sucesivos de B. Se da también un sentido trivial en que se puede decir que A y B son coexistentes, ya que la sustancia permanece necesariamente en la existencia a lo largo del tiempo. En ese sentido, cualquier sustancia es siempre trivialmente coexistente con otra, independientemente de cuáles sean sus determinaciones. Este sentido trivial del término coexistencia había quedado ya establecido por la aplicación de la regla de la primera analogía (*KrV*, A186/B229). El sentido específico del término coexistencia, introducido en la tercera analogía, es el de la coexistencia de dos objetos respecto de determinaciones recíprocas (Paton, 1936, pp. 297-298). En este sentido, la coexistencia entre dos objetos se fija siempre en atención a intervalos temporales determinados.

Una segunda aclaración es que, en el contexto de la tercera analogía, cuando Kant habla de percepciones recíprocamente sucesivas, está dando por supuestas las dos primeras analogías, es decir, ya han sido aplicadas al fenómeno las reglas *a priori* correspondientes con las categorías de sustancia/accidentes y de causa/

<sup>2</sup> Kant no ofrece precisiones sobre la naturaleza de este influjo recíproco ni del mecanismo concreto que lo hace operativo. Esto dará lugar a diversidad de interpretaciones de la tercera analogía de la experiencia, algunas de las cuales se discutirán en la siguiente sección.

efecto. Si esto es correcto, las que deberían ser recíprocamente sucesivas no son percepciones de determinaciones aisladas, sino percepciones de múltiples que constituyen objetos con estados determinados. Los ejemplos que el mismo Kant propone aclaran esta cuestión, a saber, la parte superior y la parte inferior de una misma casa (*KrV*, A192/B238), la tierra y la luna (*KrV*, A211/B257). Sin embargo, estrictamente hablando, y dando por supuesto con Kant que solo es posible percibir a la vez un solo objeto (o en algunas circunstancias solo una parte de un objeto, como en el ejemplo de la casa), la percepción recíprocamente sucesiva de estados simultáneos de distintos objetos no es posible.

Paton percibe esta misma dificultad cuando dice: “en esta aserción Kant pareciera tener en cuenta ‘cosas’ cuyos estados son considerados como constantes, o al menos está ignorando la posibilidad de que las ‘cosas’ en cuestión estén cambiando sus estados” (p. 299, trad. propia). Un poco más adelante: “es posible percibir tanto la serie de estados  $a_1 b_2 a_3 b_4 \dots$  como la serie  $b_1 a_2 b_3 a_4 \dots$ . Podemos percibir cualquiera de las dos series, pero no a las dos juntas” (p. 307, trad. propia). Jáuregui se ocupa de la aclaración del mismo asunto en estos términos:

[C]reo que si bien la simultaneidad objetiva entre dos objetos supone que las respectivas percepciones de los mismos se pueden suceder en una dirección o en otra, ello no significa que la simultaneidad objetiva sea sucesión objetiva bidireccional. Cuando se supone esto último, la tercera analogía se vuelve, en efecto, ininteligible, ya que dos fenómenos son simultáneos cuando ocurren al mismo tiempo, y son sucesivos cuando ocurren en tiempos diferentes; y es contradictorio que un fenómeno ocupe y, a la vez, no ocupe la posición temporal en la que se halla. La contradicción desaparece cuando tenemos en cuenta que lo que se encuentra en un orden sucesivo bidireccional son nuestras percepciones del objeto; y este orden subjetivo bidireccional puede convivir perfectamente con un orden objetivo simultáneo sin conducirnos a un absurdo. (Jáuregui 2017, p. 417)

Volviendo a uno de los ejemplos de Kant: el estado de la tierra no es el mismo antes y después de haber percibido el estado de la luna. Esto se fundamenta en que los estados resultan constantemente modificados por el hecho mismo de que los objetos, según la misma tercera analogía, deben estar en constante interacción. Por tanto, lo que es posible percibir sucesivamente es el estado  $\alpha_1$  de A, luego el estado  $\beta_2$  de B, luego el estado  $\alpha_3$  de A, y así sucesivamente. Percibir sucesivamente y de modo recíproco los estados  $\alpha_2$  y  $\beta_2$  no es subjetivamente posible, si es cierto que ambos estados son objetivamente simultáneos. Así, a partir de la percepción de la serie de estados  $\alpha_1, \beta_2, \alpha_3, \beta_4$  o alternativamente  $\beta_1, \alpha_2, \beta_3, \alpha_4$ , la regla *a priori* introducida por la tercera analogía deberá entonces enlazar objetivamente estados que no pueden ser subjetivamente percibidos en simultáneo ( $\alpha_1$  y  $\beta_1$ ;  $\alpha_2$  y  $\beta_2$  y, en general,  $\alpha_n$  y  $\beta_n$ ).

Es todavía posible, sin embargo, una interpretación de mínimas según la que la categoría de acción recíproca alcanza solo a establecer *a priori* la coexistencia de objetos durante cierto intervalo temporal, sin llegar a establecer simultaneidad estricta entre sus estados (Paton, 1936, p. 314). Como podrá apreciarse, en este texto se procura justificar una interpretación de máximas respecto del alcance de la regla *a priori* de la tercera analogía: es posible enlazar objetivamente estados instantáneos simultáneos pertenecientes a distintos objetos.

Por último, repárese en el modo en que las analogías aseguran la unidad de la naturaleza fenoménica. La regla de la primera pone el fundamento, al organizar la multiplicidad dispersa de las percepciones en conjuntos que son los objetos. La regla de la segunda, al enlazar de modo objetivo y necesario los estados sucesivos de un mismo objeto, permite identificar al objeto a lo largo del tiempo, contribuyendo así a su identidad diacrónica. La regla de la tercera, al enlazar de modo objetivo y necesario los estados de distintos objetos según relaciones de simultaneidad, permite asignar una misma posición temporal a los estados de distintos objetos, dotando de un sentido de unidad al conjunto de los objetos y, por ello, a la naturaleza fenoménica. Estrictamente hablando, el conjunto de estas formas *a priori* que se imponen a los objetos es una totalidad que no puede separarse en capas o aplicarse parcialmente (*KrV*, A216/B262). Las analogías se apoyan unas en la otras. Por ejemplo, para tener objetos en sentido estricto, no es suficiente con aplicar solo la regla de la primera analogía. Cada objeto es capaz de integrar de modo objetivo y necesario la multiplicidad de sus determinaciones solo a partir de la regla de la segunda.

A su vez, se pueden obtener condiciones de identidad sincrónica de los objetos y de su recíproca distinción aplicando la regla de la tercera analogía: estados simultáneos de distintos objetos deberán distinguirse no por su posición temporal (es la misma para todos ellos), sino por alguna(s) otra(s) de sus determinaciones. Esto es, los objetos coexistentes solo pueden distinguirse unos respecto de otros si también pueden compararse y situarse en un mismo espacio (de estados)<sup>3</sup>, lo que es posible por la sincronización de sus estados en un mismo tiempo.

Finalmente, los estados sucesivos enlazados por la regla de la segunda analogía no podrían ser modificados instante tras instante si los objetos estuvieran aislados, deben interactuar recíprocamente de acuerdo con lo que prescribe la regla de la

<sup>3</sup> Se utiliza la expresión ‘espacio (de estados)’ para generalizar la noción de espacio. Si la única determinación es la posición espacial  $q$  de una partícula, el espacio de estados colapsa con el espacio físico tridimensional y el paréntesis puede eliminarse. Sin embargo, en general las teorías físicas operan con espacios de estados multidimensionales, donde la posición espacial es una determinación entre otras. Por ejemplo, la formulación hamiltoniana de la mecánica clásica se define sobre un espacio de fases en el que los estados quedan definidos no solo por la posición  $q$  de cada partícula en cada dimensión, sino también por su momento  $p$ .

tercera analogía. Por tanto, la identidad sincrónica y diacrónica de cada objeto no queda firme hasta que la unidad de la totalidad de la naturaleza no queda asegurada por medio de un tiempo y un espacio (de estados) que resultan de relaciones de sucesión y de simultaneidad entre las determinaciones de aquellos objetos. Es decir, no tenemos objetos en sentido estricto, con condiciones de identidad bien definidas, hasta que el conjunto de las formas *a priori* correspondientes a las analogías ha sido impuesto al fenómeno.

Se añade a continuación una aclaración referida a la mencionada dependencia de la segunda analogía respecto de la tercera (es decir, que los estados de los objetos cambian solo en virtud de la interacción con otros objetos). Dicha dependencia está sujeta a cierta interpretación que guarda conexión con textos precríticos (Morrison, 1998, pp. 261-262). Esta interpretación es clave para el argumento en favor de la equivalencia entre simultaneidad y el carácter relacional de las determinaciones de los objetos que se propondrá en la sección siguiente. La interpretación queda reforzada por ciertas asunciones usuales en física. Sin una fuerza externa neta que actúe sobre un objeto, este no podría sufrir alteraciones de su estado que no dependan exclusivamente del estado de movimiento del sistema de referencia. Por ejemplo, un cuerpo que sigue una trayectoria inercial (esto es, un cuerpo aislado al que no se le aplican fuerzas), modifica su posición solo respecto de un sistema de referencia posible y tendrá un valor de energía constante relativo al mismo. En ese caso, las distintas posiciones no constituyen propiamente estados, sino posibles configuraciones del sistema. Se trata de la situación contemplada por la primera ley de Newton. En cambio, cuando a un cuerpo se le aplica una fuerza, se obtiene como resultado que este gana o pierde energía en términos absolutos, el sistema cambia su estado de modo objetivo, *i. e.*, con independencia del sistema de referencia inercial que se utilice. Este último caso viene contemplado por la segunda ley de Newton.

## 2. Una interpretación de la tercera analogía de la experiencia

En la sección anterior, se introdujeron una a una las formas *a priori* correspondientes a las analogías para facilitar su distinción. Sin embargo, se ha hecho referencia también a que ellas forman en realidad una sola estructura. En consecuencia, debe advertirse que, en lo que sigue, se ofrece una interpretación de la tercera analogía que involucra también nociones propias de las dos primeras.

Recuérdese la formulación de la regla *a priori* de la tercera analogía: “todas las substancias, en la medida en que pueden ser percibidas en el espacio como simultáneas, están en universal acción recíproca” (*KrV*, A211/B256). Se ha dicho que las determinaciones de objetos distintos resultan objetiva y necesariamente

enlazadas según relaciones de simultaneidad en virtud de un influjo recíproco que trae como resultado que los estados  $\alpha_1$  y  $\beta_1$ ;  $\alpha_2$  y  $\beta_2$ ; y en general,  $\alpha_n$  y  $\beta_n$  quedan recíprocamente determinados. La pregunta que debe plantearse aquí es si este influjo recíproco, esta acción de un objeto sobre el otro, en nuestro ejemplo, la acción del objeto A sobre el objeto B (y viceversa) puede encuadrarse de alguna forma dentro del ya conocido influjo de tipo causal de la segunda analogía o si le corresponde una naturaleza diferente.

El mismo texto kantiano favorece la primera opción (*KrV*, A212/B259) y, en general, los intérpretes asumen que el influjo recíproco responde a la causalidad estándar (ver, por ejemplo, Olson, 2010). Si fuera posible tratar el influjo recíproco como un influjo causal estándar, se obtendría una imagen de la unidad de la naturaleza mejor cohesionada y se favorecería una interpretación de las analogías en la que cada una se apoya en las otras dos. Sin embargo, dicha interpretación entraña la siguiente dificultad: suponiendo la acción causal recíproca entre objetos, ¿cómo obtener relaciones de simultaneidad entre sus estados a partir de relaciones de sucesión, teniendo en cuenta que el influjo causal opera siempre entre un estado y otro sucesivo? Es decir, ¿cómo lograr que los estados  $\alpha_1$  y  $\beta_1$ , por un lado, y los estados  $\alpha_2$  y  $\beta_2$ , por el otro, queden recíprocamente determinados en términos de influjo causal cuando se sabe que, según la regla de la segunda analogía, lo que se obtiene en principio es solo que el estado  $\alpha_2$  queda determinado por el estado precedente  $\alpha_1$  y que el estado  $\beta_2$  queda determinado por el estado precedente  $\beta_1$ ?

Esta dificultad es claramente advertida por numerosos intérpretes que trabajaron sobre la tercera analogía de la experiencia. Paton repara en este hecho en varios pasajes y ofrece una ingeniosa respuesta que se presentará más adelante. El mismo problema lleva a Watkins (2005) a proponer una interpretación alternativa del modelo causal kantiano, en términos de poderes causales. No es un estado precedente la causa de los sucesivos, sino que el cambio de estado es efecto de un poder causal no cambiante. Jáuregui rechaza el modelo causal alternativo de Watkins y procura interpretar la analogía sin salir del modelo causal estándar, al que llama evento-evento. Sin embargo, la autora resuelve la dificultad simplemente distinguiendo entre dos tipos de causalidad, una asimétrica entre estados sucesivos y otra simétrica y recíproca entre estados simultáneos.

En lo que sigue, se procura resolver esta dificultad interpretativa sin apelar a aquella distinción entre dos tipos de causalidad y aceptando que el influjo causal comporta una evolución temporal mínima, incluso cuando se lo toma como punto de partida para definir relaciones de simultaneidad. Ninguna regla *a priori* establecida impide que la acción causal pueda producir su efecto de modo instantáneo. Por tanto, nada obliga a descartar la solución propuesta por Jáuregui. De hecho, la mecánica newtoniana admitía la posibilidad física de acción instantánea a distancia. Sin embargo, en mecánica relativista, tiempo y espacio están profundamente

imbricados, de modo que no hay trayectorias físicas en las que un influjo u objeto puedan recorrer una dimensión espacial sin desplazarse mínimamente en la dimensión temporal. Se prefiere entonces, en esta interpretación, no hacer uso de la distinción de Jáuregui para no introducir una desarmonía entre la ontología crítica y la mecánica relativista.

Para lograr que  $\alpha_n$  y  $\beta_n$  queden recíprocamente determinados en términos de acción *causal* recíproca se requiere, en primer lugar, una regla doble:

1. Una primera subregla que asegure en general el influjo de cada uno de los objetos respecto del resto. Las determinaciones del objeto A pueden a su vez determinar parcialmente las determinaciones del objeto B solo si existe un influjo causal determinado por el estado  $\alpha_1$  que actúe (necesariamente de modo sucesivo) sobre el objeto B de modo de modificar su estado y llevarlo de  $\beta_1$  a  $\beta_2$ .
2. Una segunda subregla que asegure la reciprocidad de dicho influjo. A saber, si A influye causalmente sobre B, debe darse un influjo recíproco, de B a A. Es decir, el estado  $\beta_1$  de B determinará un influjo recíproco sobre A de modo de llevar al objeto A del estado  $\alpha_1$  al estado  $\alpha_2$ .

Lo que se ha hecho aquí es desdoblar en subreglas a la única regla *a priori* que resulta de la aplicación de la categoría de la acción recíproca según la tercera analogía. La ley física de la gravitación universal parece corresponder con la primera subregla (ver Paton, 1936, p. 295). En mecánica newtoniana, dicho influjo se da por medio de una fuerza. En mecánica relativista, el influjo se da por medio de una modificación de la métrica del espacio-tiempo. La ley física de acción y reacción (tercera ley de Newton) parece corresponder con la segunda subregla (ver *Principios Metafísicos de la Ciencia de la Naturaleza* MA AA 04: 544, trad. p. 136). En MA AA 04: 549, trad. p. 142, Kant afirma sugerentemente que Newton no se atrevió a afirmar el carácter *a priori* del principio de acción y reacción, sino que se limitó a derivarlo de la experiencia.

Pongamos las reglas correspondientes a las analogías en acción. Si se consideran conjuntamente la regla de la segunda analogía (R2) con la regla doble de la tercera (R3), se obtiene que el estado  $\alpha_2$  del objeto A queda determinado por los estados precedentes  $\alpha_1$  y  $\beta_1$ . A la vez, el estado  $\beta_2$  del objeto B queda determinado por los mismos estados  $\alpha_1$  y  $\beta_1$ . Que  $\alpha_2$  es determinado por  $\alpha_1$ , nos era conocido por (R2). Tras la aplicación de (R3), se da que  $\alpha_2$  es también determinado por  $\beta_1$ . Se obtiene entonces que  $\alpha_1$  determina  $\alpha_2$  solo parcialmente (ya que interviene también  $\beta_1$ ). Correspondientemente, la determinación de  $\beta_1$  respecto de  $\alpha_2$  será también parcial. *Mutatis mutandis*, ocurre lo mismo con los

estados de B respecto de sus precedentes de A y de B. Esta interpretación de la interacción entre dos sustancias y su correspondiente formalización se debe a Prichard, referido por Paton (p. 296).

¿Se puede concluir a partir de lo anterior que  $\alpha_2$  y  $\beta_2$  y, en general,  $\alpha_n$  y  $\beta_n$  están recíprocamente determinados? No de modo inmediato. Por ahora solo se obtiene que tanto  $\alpha_2$  como  $\beta_2$  están determinados por  $\alpha_1$  y  $\beta_1$ , y que, en general,  $\alpha_n$  y  $\beta_n$  quedan determinados por sus estados precedentes  $\alpha_{n-1}$  y  $\beta_{n-1}$ . Tampoco es posible comprometerse con la simultaneidad de  $\alpha_n$  y  $\beta_n$ , ya que la nota distintiva de la simultaneidad es la reciprocidad. Hasta ahora, los subíndices 1, 2 o  $n$  para estados de objetos distintos solo son etiquetas subjetivamente arbitrarias que no entrañan simultaneidad objetiva. Pero supóngase por un momento que los estados  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  son de hecho objetivamente simultáneos. Si fuera posible conectar de modo necesario la simultaneidad de  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  —que, en este punto del argumento, solo se toma por supuesta— con la reciprocidad de las determinaciones contenidas en  $\alpha_2$  y  $\beta_2$ , entonces dicha conexión podría generalizarse para  $\alpha_{n-1}$  y  $\beta_{n-1}$  y  $\alpha_n$  y  $\beta_n$  respectivamente, dado que no hay nada particular que singularice los estados indexados por 1 y 2 de los estados genéricamente indexados por  $n-1$  y  $n$ . Luego, dado que  $\alpha_{n-1}$  y  $\beta_{n-1}$  son asumidos como simultáneos, se seguiría que  $\alpha_n$  y  $\beta_n$  son recíprocos. Se obtendría, por inducción matemática, que en general  $\alpha_n$  y  $\beta_n$  son simultáneos y recíprocos a partir de la simple derivación de la reciprocidad de  $\alpha_2$  y  $\beta_2$  sobre la base del supuesto de que  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  son simultáneos.

Se presentan a continuación dos caminos para realizar esta derivación. El primer camino viene propuesto por Paton, quien interpreta que la reciprocidad de los estados  $\alpha_2$  y  $\beta_2$  se prueba haciendo uso de la continuidad de la acción causal (*KrV*, A208/B254). Si la acción causal es continua, es posible aproximar a cero el intervalo temporal entre un estado precedente y el siguiente. De esta manera, si se hace colapsar tanto la distinción entre  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  como la distinción entre  $\beta_1$  y  $\beta_2$ , la determinación parcial de  $\alpha_1$  sobre  $\beta_2$  y su recíproca de  $\beta_1$  sobre  $\alpha_2$  suponen también la determinación recíproca que se buscaba entre los estados  $\alpha_2$  y  $\beta_2$ . Patón ilustra esta interpretación con unas figuras dignas de consideración (p. 327). Posiblemente, esta interpretación sea la que el mismo Kant tenía en mente, ya que en A203/B248 habla explícitamente de que el tiempo entre causa y efecto puede ser evanescente.

Una segunda manera de argumentar en favor de la reciprocidad de los estados  $\alpha_2$  y  $\beta_2$  sobre la base del supuesto de que  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  son simultáneos se ofrece a continuación. Si es cierto que los estados  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  de los objetos A y B son objetivamente simultáneos, sería en principio posible tomarlos como un único estado de un solo objeto compuesto, ya que las determinaciones contenidas en  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  cumplen al menos uno de los requisitos que se exige a cualquier conjunto de determinaciones que constituyen un estado: ser simultáneas. Los objetos A y B formarían el objeto compuesto  $AB = A \cup B$  con estados posibles

$\alpha\beta_1 = \alpha_1 \cup \beta_1, \alpha\beta_2 = \alpha_2 \cup \beta_2, \alpha\beta_n = \alpha_n \cup \beta_n$ . Las determinaciones que corresponderían a  $\alpha\beta_1$  son  $q_1^A, p_1^A, q_1^B, p_1^B$ ; las correspondientes a  $\alpha\beta_2$  serían  $q_2^A, p_2^A, q_2^B, p_2^B$ ; etc.

Sin embargo, no es suficiente con asumir la simultaneidad de cada conjunto de determinaciones para probar que dichos conjuntos de determinaciones constituyen estados propiamente dichos. Para probar que, si se asume que  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  son simultáneos,  $\alpha\beta_1$  resulta ser en efecto un estado del objeto compuesto AB, es necesario poder aplicar exitosamente la misma regla (R2), que enlaza estados sucesivos de objetos elementales, a estados sucesivos de objetos compuestos. Recuérdese de qué forma se aplica (R2) a estados sucesivos de un objeto elemental. Tómese por ejemplo el objeto elemental A con estados sucesivos  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ . Por una parte,  $q_2^A$  de  $\alpha_2$  está determinado por todas las determinaciones del estado precedente  $\alpha_1$ , es decir,  $q_1^A, p_1^A$  y, al mismo tiempo,  $p_2^A$  de  $\alpha_2$  está determinado por todas las determinaciones del estado precedente  $\alpha_1$ , es decir,  $q_1^A, p_1^A$ . Si  $q_2^A$  estuviera solo determinado por  $q_1^A$ , y  $p_2^A$  solo por  $p_1^A$ , entonces cada determinable constituiría por sí mismo un estado y se perdería el lazo objetivo entre  $q^A$  y  $p^A$ , junto con la unidad del objeto A. Esto muestra que no es suficiente la simultaneidad entre determinaciones para que ellas constituyan un estado.

Para el caso de dos objetos A y B se obtiene, por la aplicación conjunta de (R2) y (R3), que  $q_2^A$  está determinado por  $q_1^A, p_1^A, q_1^B, p_1^B$ ;  $p_2^A$  está determinado por  $q_1^A, p_1^A, q_1^B, p_1^B$ ;  $q_2^B$  está determinado por  $q_1^A, p_1^A, q_1^B, p_1^B$ ; y finalmente  $p_2^B$  está determinado por  $q_1^A, p_1^A, q_1^B, p_1^B$ . Como puede verse, se da aquí también que cada determinación del estado siguiente depende de todas las determinaciones del estado precedente. Significa que si se hace de  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  un solo estado  $\alpha\beta_1$  se le puede aplicar lícitamente (R2) para obtener  $\alpha\beta_2$ . Esa es la indicación de que  $\alpha\beta_1$  es un estado legítimo. Finalmente, si  $\alpha\beta_1$  es en efecto un estado del objeto compuesto AB, haciendo evolucionar en el tiempo a  $\alpha\beta_1$  por medio de (R2), se obtiene también que  $\alpha\beta_2$ , y en general  $\alpha\beta_n$ , son estados del objeto compuesto AB.

### 3. El compositum reale y sus determinaciones relacionales

Hasta aquí se tiene que, como consecuencia de la aplicación conjunta de la estructura *a priori* propuesta en las analogías de la experiencia, en particular (R2) y (R3), es siempre posible tomar dos o más objetos con sus respectivos estados para obtener objetos y estados compuestos. No se tiene aún probado que las determinaciones internas de los estados compuestos sean relacionales. Sí se puede inferir que, en última instancia, dado que el influjo recíproco prescrito por (R3) debe tener alcance universal, debería darse también un estado de todos los objetos o estado del conjunto de la naturaleza fenoménica  $\Gamma_n$  tal que  $\Gamma_n = \alpha_n \cup \beta_n \cup \dots \cup \omega_n$ . Correspondientemente,

la totalidad de los objetos da lugar a un único objeto compuesto  $U$  o *compositum reale* ( $KrV$ , A215/B262) tal que  $U = A \cup B \cup \dots \cup Z$ , que asegura la unidad objetiva de la naturaleza fenoménica. Con esto se muestra también que, por (R3), se daría *a priori* un único tiempo que se correspondería con la evolución dinámica de  $\Gamma_n$  y que permitiría enlazar según relaciones de simultaneidad los estados de todos los objetos.

En este punto cabe preguntarse: ¿el estado de la totalidad de la naturaleza fenoménica o estado del *compositum reale* puede cambiar, de acuerdo con las reglas *a priori* impuestas al fenómeno según las analogías? Según la segunda analogía, toda alteración de un objeto requiere de una causa externa o fuerza ( $KrV$  A207/B252, trad. p. 245). De hecho, los estados de los objetos elementales son capaces de evolucionar en el tiempo de modo objetivo (R2) solo en virtud del influjo causal que los otros objetos ejercen sobre él (R3). Esta interpretación del texto de la  $KrV$  depende de su lectura a la luz de textos precríticos, en particular *Nova dilucidatio* (cf. Morrison, 1998, p. 261), como se ha indicado en la sección precedente. Esta interpretación tiene el atractivo de poner todas las reglas *a priori* que se desprenden de las analogías en recíproca dependencia, en este caso, a (R2) respecto de (R3) y de corresponderse con supuestos usuales en física. Además, esta interpretación allana el camino para el argumento en favor del carácter relacional de las determinaciones de los objetos, que se presenta a continuación.

Dado que no puede pensarse ningún objeto fuera del *compositum reale* que pueda actuar causalmente sobre él, si se acepta la interpretación del párrafo anterior, se sigue que el estado del *compositum reale*  $\Gamma_n$  no puede sufrir cambio objetivo alguno. Adicionalmente, el tiempo absoluto respecto del cual estaría posicionado el *compositum reale* puede ser, sin consecuencias, eliminado. El único tiempo *a priori* prescrito por (R3) y que permite enlazar según relaciones de simultaneidad las determinaciones de los distintos objetos elementales no es entonces un tiempo absoluto y externo al *compositum reale*, sino un tiempo relacional que depende de sus distintas posibles configuraciones internas. Este punto quedará claro más adelante, una vez que el argumento en favor del carácter relacional de las determinaciones de los objetos se desarrolle completamente.

¿Cómo se puede compatibilizar el hecho de que los estados de los objetos elementales deben evolucionar continuamente con el hecho de que el estado del *compositum reale*  $\Gamma_n$  debe ser objetivamente el mismo a pesar de la variación de  $n$ ? Si las determinaciones de los objetos elementales fueran absolutas, dicha compatibilidad no sería posible, y para cada valor de  $n$  el estado  $\Gamma_n$  debería objetivamente variar, forzando la introducción de un tiempo externo a la naturaleza fenoménica desacoplado de cualquier evento perceptible. Pero, si las determinaciones son de naturaleza relacional, entonces la compatibilidad buscada es posible. Defínase a las determinaciones compuestas  $q_n^U, p_n^U$  del *compositum reale* como resultado de cierta operación de agregación (\*) entre las determinaciones del mismo tipo de los objetos elementales que lo componen. A saber,

$$q_n^U = q_n^A * q_n^B * \dots q_n^Z$$

$$p_n^U = p_n^A * p_n^B * \dots p_n^Z$$

El estado del *compositum reale*  $\Gamma_n$ , como el estado de cualquier objeto, se define por sus determinaciones  $q_n^U, p_n^U$ . Sin embargo, dado que  $\Gamma_n$  no puede variar objetivamente, sus determinaciones  $q_n^U, p_n^U$  deberán ser invariantes frente al cambio de  $n$ . No tiene sentido indexarlas. En consecuencia

$$q_n^U = q_n^A * q_n^B * \dots q_n^Z$$

$$p_n^U = p_n^A * p_n^B * \dots p_n^Z$$

Este último par de igualdades es el que pone en evidencia que las determinaciones simultáneas de los objetos han de ser relacionales, si es cierto que el estado  $\Gamma_n$  del *compositum reale* no admite variación objetiva. Las determinaciones  $q^U, p^U$  no pueden cambiar, resultan invariantes. Por tanto, cualquier cambio en una determinación de un objeto elemental, por ejemplo  $q_n^A$ , deberá ser compensada por los cambios que puedan sufrir  $q_n^B \dots q_n^Z$ , de manera que la determinación  $q^U$  resulte invariante. Este resultado puede tomarse como una indicación de que las leyes de conservación aplicables a sistemas aislados en todas las teorías físicas tienen un aspecto *a priori*. La operación de agregación (\*) correspondiente a cada magnitud física capaz de arrojar cantidades conservadas es objeto de una investigación empírica a ser realizada en el ámbito de cada teoría física.

De lo anterior se desprende que cualquiera de las determinaciones de un objeto elemental –o de un objeto compuesto que no abarque la totalidad del *compositum reale*– deberá darse no de modo absoluto, sino de modo recíprocamente relativo a las determinaciones del resto de los objetos del *compositum reale*. Esto es,  $q_n^A$  se define en relación a  $q_n^B \dots q_n^Z$  y viceversa,  $p_n^A$  se define en relación a  $p_n^B \dots p_n^Z$  y viceversa, etc. Las únicas determinaciones que deben darse de modo absoluto son, *a fortiori*, las del *compositum reale*. Sin embargo, estas no pueden ser objeto de percepción posible. Como resultado, se da que, mientras el estado del *compositum reale*  $\Gamma_n(q^U, p^U)$  no admite variación objetiva porque sus determinaciones deben tomarse como invariantes, si se desagregan  $q^U, p^U$  se obtiene:

$$\Gamma_n(q^U, p^U) = \Gamma_n(q_n^A * q_n^B * \dots q_n^Z, p_n^A * p_n^B * \dots p_n^Z)$$

La variación de  $n$  en este caso no da lugar a estados objetivamente diferentes, sino solo a configuraciones posibles del *compositum reale* que no entrañan una

variabilidad objetiva ni una evolución dinámica frente a un tiempo externo. Todas y cada una de las configuraciones del *compositum reale* representan un mismo estado objetivo, de modo análogo a la manera en que las distintas posiciones posibles de una partícula aislada que sigue una trayectoria inercial representan un mismo estado objetivo, ya que se pueden tomar sistemas de referencia más o menos distantes para describir la misma situación objetiva de la partícula.

Por el contrario, para cada uno de los objetos elementales del *compositum reale* A, B, K Z, es posible –y necesario, si admitimos la interacción recíproca universal impuesta por R3– que sus estados  $\alpha_n$ ,  $\beta_n$ , K  $\omega_n$  evolucionen objetivamente, no de modo absoluto respecto de un tiempo externo a la naturaleza fenoménica, sino en relación con los estados que toman los demás objetos en cada una de las configuraciones del *compositum reale*. La variabilidad de los estados de los demás objetos funge como reloj que marca el tiempo de evolución de un objeto elemental particular. Es claro que este hecho, para la totalidad del *compositum reale*, no puede tener lugar. De alguna forma, la presente interpretación de (R3) puede tomarse como una variante trascendental del llamado principio de Mach, referido en la introducción.

Se repasa a continuación el razonamiento. Se partió del supuesto de que  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  son simultáneos. A partir de dicho supuesto, se demostró que existe un estado  $\alpha\beta_1$  y que, en general,  $\alpha\beta_n$  constituye un estado. Dado que, por (R3), el influjo recíproco es universal, existe un estado del *compositum reale*  $\Gamma_n$  con determinaciones  $q_n^U$ ,  $p_n^U$  que resultan de operaciones de agregación respectivas. Todo cambio de estado de un objeto requiere de un influjo causal ejercido por otro objeto. Dado que no pueden existir objetos en el fenómeno por fuera del *compositum reale*, se da que el estado  $\Gamma_n$  del *compositum reale* no admite variación objetiva. En consecuencia, las determinaciones  $q^U$ ,  $p^U$  del estado  $\Gamma_n$  deben ser cantidades conservadas. Si  $q^U$ ,  $p^U$  son cantidades conservadas, entonces las determinaciones de los sistemas elementales que las componen deben tener carácter relacional recíproco.

El mismo argumento muestra que el carácter relacional y recíproco de las determinaciones puede darse solo en conjuntos de determinaciones que constituyen estados, es decir, en conjuntos de determinaciones que por la misma definición de estado deben tenerse por simultáneas. Si las determinaciones no pertenecen al mismo estado, sino a estados sucesivos, (R2) bloquea la posibilidad de relaciones recíprocas, ya que el influjo causal va de evento a evento en una sola dirección. Por tanto, del carácter relacional y recíproco de las determinaciones puede derivarse también su simultaneidad. Esta equivalencia entre simultaneidad y relacionalidad recíproca es el elemento central de la regla *a priori* correspondiente con la tercera analogía de la experiencia. Sin relacionalidad recíproca, la simultaneidad no podría percibirse. Sin simultaneidad, la relacionalidad recíproca no podría siquiera pensarse.

### Conclusiones

La aplicación de la categoría de la acción recíproca, tal como ha sido interpretada, arroja como resultado que las que parecían ser determinaciones absolutas en objetos elementales resultan ser determinaciones relativas cuando se considera a los objetos elementales en el contexto del *compositum reale*. Con esto se da respuesta a la pregunta inicial, a saber: si las cantidades físicas se corresponden en una ontología crítica con propiedades monádicas o relacionales. La respuesta natural a esta pregunta es que la reciprocidad de las determinaciones responde al hecho de que las propiedades de los objetos no son más que relaciones entre objetos. Esta característica de la ontología crítica se ajusta a las consecuencias que se desprenden de las formulaciones relacionistas de la física:

1. las cantidades que definen los estados de los sistemas físicos son relativas, del mismo modo que las propiedades de los objetos son relacionales en el plano de la ontología;
2. el tiempo se define de modo relacional, sobre la base de cambios relativos en los estados de los sistemas físicos, del mismo modo en que el tiempo en la ontología crítica no es más que una estructura *a priori* que enlaza eventos según relaciones de sucesión y simultaneidad;
3. el tiempo absoluto resulta eliminable, tanto en física como en ontología; y
4. tanto el universo en las formulaciones relacionales de la física como el compuesto de todos los objetos en ontología no admiten estados objetivamente variables, sus propiedades representan cantidades conservadas.

En este punto, la construcción del tiempo de efemérides propuesta en la introducción como ejemplo paradigmático del modo general en que se entiende el tiempo en el contexto del relacionismo físico, se asemeja a una aplicación de la regla *a priori* de la tercera analogía a un universo en que solo existen los objetos del sistema solar, ya que tanto el tiempo de efemérides como el tiempo de las analogías se reducen a un sistema de relaciones de simultaneidad entre estados de los objetos recíprocamente determinados y relaciones de sucesión entre configuraciones posibles del sistema compuesto. Por estas razones, se concluye que el relacionismo físico encuentra un adecuado complemento en la ontología crítica kantiana y en ella una fundamentación *a priori*. Esto es, una física de relaciones se corresponde con las condiciones que aseguran la unidad de la naturaleza fenoménica.

## Referencias

- Armstrong, D. M. (1988). Are Quantities Relations? A Reply to Bigelow and Pargetter. *Philosophical Studies*, 54(3), 305-316.
- Barbour, J. (1999). *The End of Time: The Next Revolution in Physics*. Oxford UP.
- \_\_\_\_\_. (2009). The Nature of Time. <https://arxiv.org/abs/0903.3489>.
- Barbour, J. B., y Bertotti, B. (1982). Mach's Principle and the Structure of Dynamical Theories. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 382(1783), 295-306. <https://doi.org/10.1098/rspa.1982.0102>.
- Bigelow, J., y Pargetter, R. (1988). Quantities. *Philosophical Studies*, 54(3), 287-304 <https://doi.org/10.1007/BF00646273>.
- \_\_\_\_\_. (1991). *Science and Necessity*. Cambridge UP. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511551611>.
- Huggett, N., Hofer, C., y Read, J. (2022). Absolute and Relational Space and Motion: Post-Newtonian Theories. En Edward N. Zalta (Ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <https://plato.stanford.edu/archives/spr2022/entries/spacetime-theories/>.
- Jáuregui, C. (2016). Acción recíproca y unidad necesaria de la experiencia. Sobre la interpretación de E. Watkins del modelo causal kantiano. *Tópicos*, 52, 403-426 <https://doi.org/10.21555/top.v0i52.799>.
- Kant, I. (2007). *Crítica de la razón pura*. Trad. Mario Caimi. Colihue.
- \_\_\_\_\_. (1968). *Kants Werke. Akademie Textausgabe*. Walter de Gruyter.
- \_\_\_\_\_. (1989). *Principios metafísicos de la ciencia de la naturaleza*. Trad. Carlos Mámela. Alianza.
- Morrison, M. (1998). Community and Coexistence: Kant's Third Analogy of Experience. *Kant-Studien*, 89(3), 257-277. <https://doi.org/10.1515/kant.1998.89.3.257>.
- Olson, M. J. (2010). The Intuition of Simultaneity: *Zugleichsein* and the Constitution of Extensive Magnitudes. *Kant-Studien*, 101(4), 429-444. <https://doi.org/10.1515/kant.2010.027>.
- Paton, H. J. (1936). *Kant's Metaphysic of Experience*, vol. 2. Allen and Unwin.
- Watkins, E. (2005). *Kant and the Metaphysics of Causality*. Cambridge UP.

