

# La explicación causal biológica en el marco de una ontología fisicalista

Gustavo Caponi\*

**Resumen:** Reconocer la clausura causal del dominio físico no le quita valor epistémico a las explicaciones causales de procesos y fenómenos biológicos que aluden a propiedades sobrevinientes a las propiedades físicas; y para reconocer ese valor epistémico no es necesario romper con el fisicalismo. Esto queda claro cuando se admite la concepción experimentalista de la explicación causal conforme ella fue presentada por James Woodward. Según esta perspectiva, las explicaciones e imputaciones causales no suponen enunciados nómicos, sino invariantes estables bajo manipulaciones; y hay invariantes que sólo valen para propiedades sobrevinientes a las propiedades físicas: sin aludir a esas propiedades sobrevinientes, tales invariantes serían invisibles. Como también serían invisibles las tramas causales que ellos permiten descubrir; aun cuando, una vez individualizadas, esas tramas causales puedan ser eventualmente reconstruidas y explicadas en términos puramente físicos. La *hybris* fisicalista podría cegar a la Biología, impidiéndole su avance en el conocimiento del mundo y yendo en contra de su integración conceptual.

**Palabras clave:** causación; clausura causal; explicación causal; fisicalismo; sobreviniencia

## The biological causal explanation within a physicalist ontology

**Abstract:** Recognize the causal closure of the physical realm does not diminish the epistemic value of causal explanations of biological processes and phenomena that refer to properties that are supervening to physical properties; and for recognizing this epistemic value is not necessary to break with physicalism. This becomes clear when one accept the experimentalist conception of causal explanation as it was presented by James Woodward. In

---

\* Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina. Caixa Postal 476. CEP 88.010-970. Florianópolis SC. E-mail: gustavoandrescaponi@gmail.com

this view, causal explanations and imputations do not involve nomic statements, but just invariants that could be considered stable under manipulations; and there are invariants that only apply to properties that are supervening to physical properties: without allude to such supervening properties those invariants would be invisible. As well it will be invisible the causal network that they allow to discover; even if, once individualized, these causal network could be eventually rebuilt and explained in purely physical terms. The physicalist hubris could blind Biology, preventing its advance in knowing the world and going against its conceptual integration.

**Key-words:** causation; causal closure; causal explanation; physicalism; supervenience

## 1 INTRODUCCIÓN

La idea de sobreviniencia parece dejarnos margen para describir y analizar los fenómenos biológicos usando un lenguaje distinto del lenguaje de la Física. Es decir: la idea de que no hay diferencia biológica sin diferencia física, pero que sí puede haber semejanza biológica sin semejanza física, permite entender la existencia de predicados específicamente biológicos (Sober, 1999). No queda tan claro, sin embargo, que ocurra lo mismo con las explicaciones causales que construimos usando ese lenguaje y esos predicados. Cabe dudar de que esas explicaciones pongan en evidencia lo que Salmon (1990, p. 109) caracterizaría como genuinos procesos causales. Podría sospecharse que esas explicaciones se limitan a establecer pseudo-conexiones causales entre apariencias; como las que animan un teatro de sombras (Caponi, 2014, p. 163).

Lo que yo pretendo aquí es disipar esas dudas, mostrando que las explicaciones construidas en términos puramente biológicos brindan conocimiento causal efectivo y legítimo. Para eso recurriré a la noción experimentalista de las explicaciones causales, conforme ella es entendida por James Woodward (2003)<sup>1</sup>. Pero haré eso sin apartarme de la ontología fisicalista. Asumiendo, incluso, la clausura causal del dominio físico (Kim, 1995, p. 51). Mi idea es que, aun aceptando una ontología fisicalista, se puede también reconocer el valor de las expli-

---

<sup>1</sup> Analicé estas tesis de Woodward, y su relevancia para la Filosofía de la Biología, en mi libro *Leyes sin causa y causas sin ley en la explicación biológica* (Caponi, 2014).

caciones causales ofrecidas por la Biología y por otras *ciencias especiales*: todas estas ciencias nos colocan ante invariantes causales que no sería posible articular y visualizar si nos remitiésemos al mundo en términos estrictamente físico-químicos.

## 2 INVARIANTES BIOLÓGICOS

Las explicaciones específicamente biológicas correlacionan causalmente estados de lo que podríamos denominar “variables sobrevinientes”; o correlacionan estados de variables sobrevinientes con estados de variables físicas. Pero, del mismo modo en que ocurre con las propiedades sobrevinientes, las variables sobrevinientes, así como sus estados y sus cambios de estado, sólo existen en la medida en que ellas están instanciadas en fenómenos que puedan ser considerados como estados y cambios de estados de variables físicas o químicas. Las propiedades sobrevinientes sólo cambian si esos cambios están encajados en cambios de propiedades físicas; y lo mismo ocurre con las variables sobrevinientes cuyos cambios correlacionamos en una tentativa de explicación causal. El fisicalismo también nos compromete con la presunción de que no hay cambio sin cambio físico, aunque pueda existir permanencia sin permanencia física; y además nos obliga a aceptar que todo cambio físico tiene una causa de la misma naturaleza: una causa que también es un cambio físico.

Es decir: reconocer la existencia de propiedades sobrevinientes no nos exime de asumir ese otro supuesto fundamental del fisicalismo que es la clausura causal del dominio físico: “la hipótesis de que si rastreamos el antecedente causal de un evento físico, nunca precisaremos salir del dominio físico” (Kim, 1995, p. 51). Todo cambio supone un cambio físico que lo efectiviza, y sólo puede ocurrir si otro cambio físico lo causa. Jaegwon Kim (1999, p. 33) tendría razón al afirmar que las propiedades de “alto nivel” sólo son causalmente eficaces en la medida en que ellas son, en principio, reductibles a propiedades físicas; y eso podría llevarnos a negarle todo contenido causal a las explicaciones que aluden a variables descriptas en términos de predicados sobrevinientes (Kim [1993], 2008, p. 442). Así, sin cuestionar la idea de que en nuestro lenguaje existen predicados que

aluden a propiedades sobrevinientes; podría aún concluirse que esas propiedades carecen de cualquier eficacia causal<sup>2</sup>.

Desde una perspectiva fisicalista, la idea de una clausura causal del dominio físico es innegable: no hay cambio sin cambio físico y todo cambio físico tiene una causa física. En este sentido, aunque expliquemos el cambio ocurrido en una variable biológica atribuyéndolo al cambio ocurrido en otra variable de la misma naturaleza, de hecho, ambos cambios suponen la ocurrencia de cambios físicos, y es entre esos cambios físicos que se cumple la relación causal. Aunque identifiquemos y describamos nuestras variables en términos de propiedades biológicas sobrevinientes a las propiedades físicas, debemos suponer que el cambio físico supuesto en el cambio de la variable dependiente fue causado por el cambio físico supuesto en el cambio de la variable independiente.

La frecuencia de una variante mimética de una especie cualquiera, es directamente proporcional a la frecuencia de la especie modelo: donde esta última es poco frecuente, o ausente, la variante mimética pierde su ventaja ecológica. Tal el caso de lo que ocurre con las culebras del género *Lystrophis*. En distintas especies de esas serpientes no venenosas, suele darse una variante mimética con las sí muy venenosas víboras del género *Micrurus*: esas que conocemos como víboras de coral. Pero donde esta última no se da, la variante mimética de esas culebras – la falsa coral – está ausente, o es muy rara; aun cuando su especie sea frecuente (Irschik & Reznik, 2009, p. 177). Así, en algunos casos, una disminución o un aumento en la frecuencia con que la variante mimética de una especie se da una determinada región, puede explicarse causalmente en virtud de alteraciones en la frecuencia de la especie modelo. Si la especie modelo se torna muy rara, el efecto aposemántico se la coloración mimética perderá efectividad y se tornará menos frecuente (*Ibid.*).

Pero aunque toda esa explicación esté construida en base a propiedades altamente sobrevinientes (Caponi, 2014, p. 154), como lo

---

<sup>2</sup> Al respecto de esa tensión entre la clausura causal del dominio físico y la eficacia causal de las propiedades sobrevinientes, véase: Rosenberg, 2006, p. 180; Antony, 2008, p. 165; Bennett, 2008, p. 300; Menzies, 2008, p. 196; Vieira & El-Hani, 2008, p. 114; y Woodward, 2008, p. 249.

son “variante mimética”, “especie modelo”, “predador”, y “aposemantismo”; también hay que reconocer que todo eso sólo puede ocurrir porque hay una compleja trama de eventos físicos que hace que ocurra (Caponi, 2014, p. 165). Si pensamos en la coloración mimética de una mariposa depredada por chimangos (*Milvago chimango*), no podemos olvidar que ese color resulta de una convergencia de fenómenos químicos y físicos; y que dicho color será registrado por un sistema físico altamente complejo que es el aparato neuroreceptor del predador.

Además, tampoco podemos olvidar que la caza también es una trama de eventos físicos que, entre otras muchas cosas, envuelve los desplazamientos de presas y predadores, sus diferencias de velocidad, y el impacto del duro pico del chimango implacable que destroza el cuerpo blando de la mariposa inerte. Así, la pérdida de la eficacia ecológica de esa coloración, será la resultante de un cambio en el modo en que se dan y se repiten esos eventos que, al final de cuentas, están tramados en la misma materia en la que se trama la erosión de una piedra o la evaporación de un líquido.

Sin embargo, que eso sea indudablemente así, no debe llevarnos a considerar que la explicación biológica que dimos de la pérdida de eficacia biológica de esa coloración no haya sido una explicación causal. Quiero decir: una cosa es reconocer que toda conexión causal sea de carácter físico; y otra cosa distinta es suponer que toda explicación causal deba ser una explicación física. Una cosa no se sigue de la otra: reconocer la clausura causal del dominio físico no le quita valor epistémico a las explicaciones causales de procesos y fenómenos biológicos que aluden a propiedades sobrevinientes a las propiedades físicas; y para reconocer ese valor epistémico no es necesario romper con el fisicalismo. Ni siquiera es necesario ablandarlo.

Esto último queda claro cuando se admite la concepción experimentalista de la explicación causal (Woodward, 2003); y las explicaciones por selección natural son un ejemplo de eso (Caponi, 2014, p. 106). Las presiones selectivas son configuraciones de variables cuya constitución y efectos específicos sólo se revelan bajo descripciones que aluden a propiedades biológicas que son sobrevinientes a las propiedades físicas. Dichas configuraciones, es verdad, serían causalmente inertes si no fuese por su instanciación física (*Ibid.*, p. 165).

Pero ellas sólo son identificables y entendibles bajo esas descripciones específicamente biológicas. Es decir: esas presiones selectivas se nos revelan como invariantes causales, locales y relativamente efímeras, que sólo pueden ser individualizados si se consideran propiedades sobrevinientes. Piénsese, de nuevo, en las explicaciones que aluden a conformaciones miméticas (*Ibid.*, p. 166).

### 3 EXPLICACIONES BIOLÓGICAS

Según Woodward (2003, p. 14-5), recordémoslo, las explicaciones e imputaciones causales no suponen enunciados nómicos, sino simples invariantes estables bajo manipulaciones (Caponi, 2014, p. 90). Las leyes causales serían un caso extremo de esos invariantes (Woodward, 2003, p. 240); pero la universalidad que las caracteriza no es lo que les da su contenido causal (Woodward, 2001). Lo que provee ese contenido, tanto en el caso de las leyes causales como en el caso de los invariantes de validez más local y restringida, es el hecho de proveernos un conocimiento condicional, y mínimamente invariable bajo manipulaciones, que nos permite el control experimental de los fenómenos aludidos (Woodward, 2003, p. 291-2). Y aquí lo que más nos interesa es la existencia de invariantes, de validez más o menos local, que sólo se verifican en el plano de las propiedades sobrevinientes (Caponi, 2014, p. 166).

En efecto, hay invariantes que sólo valen para propiedades sobrevinientes y que únicamente se verifican si nos remitimos a esas semejanzas no físicas supuestas en la idea de sobreviniencia. La correlación causal entre, por un lado, la abundancia relativa de una especie mimética y su especie modelo, y, por el otro lado, la eficacia ecológica del fenotipo mimético, es un buen ejemplo de tales invariantes. Y para dimensionar correctamente el carácter sobreviniente de las propiedades allí implicadas, debe recordarse que el aposemántismo y el mimetismo no sólo son cromáticos, sino que puede depender de otros factores: como el olor, por ejemplo.

Claro: cada caso de mimetismo se basa en una propiedad física determinada. Pero, si quisiésemos manipular esa propiedad para así producir alguna modificación controlada en el fenómeno de mimetismo que estemos estudiando, deberemos primero reconocerla e individualizarla por su efecto mimético, siendo relativamente secun-

dario cuál es el sustrato o el mecanismo físico que lo produce. En casos como ese, sin aludir a las propiedades sobrevinientes, no sabríamos siquiera que variables manipular, ni cómo manipularlas, para así controlar los fenómenos cuyas causas decimos conocer. Ni tampoco sabríamos qué poblaciones de control deberíamos buscar para cotejar el cumplimiento de esa correlación.

Es decir: sin aludir a las propiedades sobrevinientes no sabríamos ni siquiera qué conexiones causales rastrear en el dominio físico; y eso es lo que algunos defensores del reduccionismo explicativo a ultranza se olvidan cuando enarbolan la clausura causal del dominio físico como argumento suficiente en contra de las pretensiones epistemológicas de las ciencias especiales. Hay ahí una suerte de fisicalismo parásito, de valor puramente retórico, que se limita a imaginar posibles traducciones físicas de explicaciones causales biológicas o praxeológicas, que ni el demonio de Laplace habría conseguido formular. Explicaciones causales que no sólo fue posible formular por la referencia a las propiedades sobrevinientes; sino que además sólo son comprensibles si se alude a esas propiedades (Caponi, 2014, p. 166).

Esas explicaciones no pueden ser traducidas a un lenguaje puramente físico sin pérdida de contenido; porque los invariantes que las articulan suponen la referencia a propiedades sobrevinientes. Aunque prescindiendo de esos invariantes se pueda formular otros más específicos y básicos, que valgan para diferentes casos particulares de un fenómeno biológico general como puede ser el mimetismo, eso no se hará sin pérdida de generalidad y de integración teórica. Dejaremos de ver lo que esos casos de mimetismo tienen de común y así la propia noción de mimetismo se desvanecerá como si fuese una ilusión. Pero lo cierto es que no lo es: las propiedades biológicas son sobrevinientes porque efectos funcionales semejantes pueden ser producidos por procesos causales muy diferentes (Rosenberg, 2006, p. 33); y esa es una suposición que el fisicalismo no puede, ni precisa, impugnar (*Ibid.*, p. 35).

Sin la noción de mimetismo, perderemos el hilo de Ariadna que puede llevarnos hasta esas explicaciones más particulares que quizá se aproximen de un conocimiento puramente físico o químico; y si no recuperamos dicha noción, nos podríamos quedar sin descubrir nuevos casos en los cuales buscar esas correlaciones causales más básicas

en las que se enuncian los fenómenos de mimetismo y que muchas veces nos permiten descubrir formas de intervención experimental sobre diferentes casos de dicho fenómeno. No se trata, entonces, de una pérdida puramente pragmática, sino de una pérdida teórica (Sober, 1999, p. 550): hay ciertos invariantes causales, que rigen a los fenómenos biológicos, que ya no podremos ver. La *hybris* fisicalista podría cegar a la Biología. Esto va más allá del fenómeno mimetismo; y abarca la totalidad de los fenómenos que le importan a dicha ciencia.

Pero, conforme ya lo dije, reconocer todo eso no implica ningún ablandamiento de la ontología fisicalista. Y no lo implica porque la concepción manipulacionista de las explicaciones causales ya supone un compromiso suficiente con el fisicalismo. Nada puede ser experimentalmente manipulado si no se introducen modificaciones en el dominio de los fenómenos físicos: nada ocurre sin cambios físicos; y manipular una variable siempre exige una alteración de orden físico cuyos efectos también deberán tener algún correlato en cambios físicamente registrables. Actuar, en el plano que sea, es producir un cambio; y, como no hay cambio sin cambio físico, tenemos que aceptar que siempre se actúa físicamente. Por eso, si las variables de las que hablamos se encuentran en el plano de lo manipulable, podemos estar seguro que ellas no escapan al orden físico; y ése es el caso de las variables a las que alude toda la Biología: incluida ahí la propia Teoría de la Selección Natural.

Esta teoría no le atribuye a la materia orgánica ninguna espontaneidad, o capacidad de autodeterminación; y el Equilibrio de Hardy-Weinberg provee una formulación plausible de esa presunción de inercia (Sober, 1984, p. 32; Caponi, 2014, p. 56). El Principio de Hardy-Weinberg nos dice que la intensidad de un cambio evolutivo debe ser estrictamente proporcional a la intensidad del factor de cambio que lo produce; y eso vale para migración, deriva génica, mutación, y selección natural o sexual. Los cambios en las frecuencias relativas de dos alelos deben ser siempre proporcionales a la magnitud y a la intensidad de los procesos de migración, de deriva génica, de mutación, y/o de selección natural o sexual que afecten dichas proporciones (Gayon, 1992, p. 335). Por eso, en la medida en que nosotros podamos modificar controladamente cualquiera de esos

factores, manteniendo estables los otros, el cambio evolutivo producido será estrictamente proporcional a la magnitud de esa modificación (*Ibid.*, p. 379).

Todo los estudios experimentales sobre los procesos a los que alude la Teoría de la Selección Natural se basan en esa presuposición<sup>3</sup>; y en la medida en que el fisicalismo exige aceptar que nadie puede hacer un experimento, de campo o de laboratorio, sea cual sea el dominio de fenómenos del cual se trate, sin intervenir en el dominio físico, sin producir un cambio físico, podemos también decir que el cambio evolutivo producido por una intervención experimental siempre será proporcional a la magnitud del cambio físico supuesto por esa intervención.

Aunque nuestra lectura de esa intervención, y también nuestros modos de planificarla, de describirla, y de interpretar sus resultados, estén articulados por invariantes referidos a propiedades sobrevinientes; las correlaciones causales efectivamente ocurridas entre las variables dependientes e independientes no dejarán de ajustarse a esa proporcionalidad física, y eso será así porque esos fenómenos ocurren en la misma materialidad en la que ocurren los fenómenos estudiados por la física. Pero lo que acabo de decir puede generalizarse para toda la Biología e incluso para todas las ciencias especiales. Y esa es la idea que formularé a modo de conclusión.

#### 4 CONCLUSIÓN

El control experimental, como Claude Bernard ([1865], 1984, p. 122) bien lo sabía, supone la proporcionalidad entre la intervención experimental y la respuesta del sistema intervenido, conforme dicha proporcionalidad queda enunciada en el Principio de Inercia. Sin eso, el control experimental no puede proporcionarnos conocimiento causal. Por otra parte, sea cual sea el campo de estudios en el que nos estemos moviendo, la detección de invariantes efectivamente estables bajo intervenciones ratifica esa proporcionalidad; y, dado que esa intervención experimental sólo puede ser de orden físico, la detección

---

<sup>3</sup> Sobre la experimentación em Biología Evolucionaria, ver: Gayon, 1992; Caponi, 2003; Rose & Garland, 2009; Futuyma & Bennett, 2009; y Irschik & Reznik, 2009.

de esos invariantes también ratifica que el orden de fenómenos estudiados no escapa al dominio físico: sin cambio físico no hay cambio de ninguna clase; y lo que esos invariantes nos dicen es que el cambio físico en el que se materializa la respuesta del sistema experimentalmente intervenido es proporcional al cambio físico en el que se materializó nuestra intervención experimental.

Pero, en la medida en que esos invariantes estén formulados en términos que aluden a propiedades sobrevinientes, su detección también nos indica que el conocimiento causal puede formularse en un lenguaje distinto del lenguaje de la Física y que, asumiendo la legitimidad de ese conocimiento causal distinto del de la Física, podemos conocer conexiones causales que un abordaje puramente físico de los fenómenos y procesos estudiados, podría llevarnos a ignorar. Para aceptar eso, como ya dije, no hace falta romper con el fisicalismo. Muy por el contrario: hay que aceptarlo; porque la aplicabilidad de la concepción experimentalista del conocimiento causal supone la proporcionalidad física entre la intervención experimental de los sistemas estudiados y la respuesta que esos sistemas dan a la intervención ejecutada por el experimentador. Todo cambio supone un cambio físico con el cual guarda una proporción invariante a ser detectada; no importando el lenguaje en el que esa proporción sea enunciada.

## AGRADECIMIENTOS

En este trabajo ensayé una reformulación, y una generalización, del argumento desarrollado en “La selección natural en un mundo físicamente determinado”: la conferencia que dicté en el *4ème Symposium du Cercle de Philosophie de la Nature*, ocurrido en París, del 5 al 7 de noviembre de 2014. Aquí intento contemplar las observaciones y comentarios realizados a raíz de mi exposición por varios de los integrantes del *Círculo*. Estoy, por lo tanto, en deuda con ellos; y con la *CAPESES*, cuyo auxilio me permitió participar en el evento. También estoy en deuda con *CNPq* por el financiamiento del proyecto del cual este trabajo y aquel presentado en París son resultados parciales.

El texto de la conferencia dictada en el simposio del *Círculo* fue publicado en *Scripta Philosophiae Naturalis* (Caponi, 2015).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONY, Louise. Multiple realization: keeping it real. Pp. 164-175, *in*: HOHWY, Jakob; KALLESTRUP, Jesper (eds.). *Being Reduced*. Oxford: Oxford University Press, 2008.
- BENNETT, Karen. Exclusion again. Pp. 280-305, *in*: HOHWY, Jakob; KALLESTRUP, Jesper (eds.). *Being Reduced*. Oxford: Oxford University Press, 2008.
- BERNARD, Claude. *Introduction a l'étude de la Médecine Expérimentale*. [1865]. Paris: Flammarion, 1984.
- CAPONI, Gustavo. Experimentos en Biología Evolutiva. *Episteme*, **16**: 61-97, 2003.
- . *Leyes sin causa y causas sin ley en la explicación biológica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2014.
- . La selección natural en un mundo físicamente determinado. *Scripta Philosophiae Naturalis*, **7**: 79-95, 2015.
- VIEIRA, Fabiano de Souza; EL HANI, Charbel. Emergence and downward determination in the natural sciences. *Cybernetics and Human Knowing*, **15** (3-4): 101-134, 2008.
- FUTUYMA, Douglas; BENNETT, Albert. The importance of experimental studies in Evolutionary Biology. Pp. 15-30, *in*: GARLAND, Theodore; ROSE, Michael (eds.). *Experimental evolution: concepts, methods, and applications of selection experiments*. Berkeley: University of California Press, 2009.
- GAYON, Jean. *Darwin et l'après-Darwin*. Paris: Kimé, 1992.
- IRSCHIK, Duncan; REZNIK, David. Field experiments, introductions, and experimental evolution: a review and practical guide. Pp. 173-194, *in*: GARLAND, Theodore; ROSE, Michael (eds.). *Experimental evolution: concepts, methods, and applications of selection experiments*. Berkeley: University of California Press, 2009.
- KIM, Jaegwon. El mito del materialismo no reduccionista. *Análisis Filosófico*, **15**: 35-56, 1995.
- . *Supervenience and mind*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- . The nonreductivist's troubles with mental causation [1993]. Pp. 427-445, *in*: BEDAU, Mark; HUMPHREYS, Paul (eds.). *Emergence*. Cambridge: MIT Press, 2008.

- MENZIES, Peter. The exclusion problem, the determination relation, and contrastive causation. Pp. 196-175, *in*: HOHWY, Jakob; KALLESTRUP, Jesper (eds.). *Being Reduced*. Oxford: Oxford University Press, 2008.
- ROSE, Michael; GARLAND, Theodore. Darwin's other mistake. Pp. 3-14, *in*: GARLAND, Theodore; ROSE, Michael (eds.). *Experimental evolution: concepts, methods, and applications of selection experiments*. Berkeley: University of California Press, 2009.
- ROSENBERG, Alexander. *Darwinian reductionism*. Chicago: Chicago University Press, 2006.
- SALMON, Wesley. *Four decades of scientific explanation*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1990.
- SOBER, Elliott. *The nature of selection*. Chicago: The University of Chicago Press, 1984.
- . The multiple realizability argument against reductionism. *Philosophy of Science*, **66**: 542-564, 1999.
- WOODWARD, James. Law and explanation in Biology: invariance is the kind of stability that matters. *British Journal for the Philosophy of Science*, **51**: 1-20, 2001.
- . *Making things happen: a theory of causal explanation*. Oxford: Oxford University Press, 2003.
- . Mental causation and neural mechanism. Pp. 218-261, *in*: HOHWY, Jakob; KALLESTRUP, Jesper (eds.). *Being Reduced*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

**Data de submissão:** 14/12/2014

**Aprovado para publicação:** 02/03/2015