

ANALISIS FILOSOFICO

VOLUMEN XXXIX, NÚMERO 2
NOVIEMBRE 2019

SADAF

CIERRE CAUSAL DE LO FÍSICO, NEUROFISIOLOGÍA Y CAUSAS MENTALES

IGNACIO CEA JACQUES

Instituto de Estudios Humanísticos “Juan Ignacio Molina”, Universidad de Talca, Talca, Chile / Universidad Alberto Hurtado, Facultad de Filosofía y Humanidades, Departamento de Filosofía, Santiago, Chile
igneocj@gmail.com

Resumen

En este artículo abordo críticamente la aseveración de David Papineau según la cual la evidencia fisiológica acumulada es suficiente para adoptar razonablemente el Principio del Cierre Causal de lo Físico y la *via negativa*, *viz.* entender físico como no mental, como solución al dilema de Hempel. Comenzaremos restando fuerza a tal afirmación revisando el trabajo de W. Penfield y J. Eccles, dos importantes neurocientíficos y declarados dualistas. No obstante, luego nos centraremos en el trabajo de B. Libet en el que se demostraría que los movimientos voluntarios están realmente determinados por causas enteramente (neuro)fisiológicas, lo cual constituiría una pieza fundamental de evidencia a favor de Papineau. Nuestro análisis mostrará que no se siguen tales conclusiones. Esto tendrá consecuencias negativas para el Cierre Causal de lo Físico y con ello para el Argumento Causal para el Fisicalismo del cual el mencionado principio es premisa clave.

PALABRAS CLAVE: Argumento Causal; Completitud de la Física; Consciencia; Fisicalismo; Libet.

Abstract

In this article, I critically address David Papineau's assertion that accumulated physiological evidence is sufficient to reasonably adopt the principle of the Causal Closure of the Physical and the *via negativa*, *viz.* to understand “physical” as “non-mental”, as a solution to Hempel's dilemma. We will start lowering the strength of his view by reviewing the work of W. Penfield and J. Eccles, two important neurophysiologists and declared dualists. However, we will then focus on the work of B. Libet in which it is purportedly shown that voluntary movements are really determined by entirely (neuro)physiological causes, which would constitute a fundamental piece of evidence in favour of Papineau. Our analysis will reveal that such conclusions do not follow. This will have negative consequences for the Causal Closure Principle and to the Causal Argument for Physicalism of which the aforementioned principle is a key premise.

KEY WORDS: Causal Argument; Completeness of Physics; Consciousness; Libet; Physicalism.

1. Introducción

De acuerdo al fisicalismo todo es, o al menos todo depende de y está plenamente determinado por, lo físico, en tanto que, fijando las condiciones físicas del mundo, se fija necesariamente todo lo demás (Goff 2017, Kim 2005, Stoljar 2010).¹ Un argumento central para esta doctrina es el *argumento causal* (Papineau 2001) que en líneas generales dice así: dado que 1) para todo evento físico causado existe una causa física suficiente (Principio del Cierre Causal de lo Físico, CCF en adelante),² 2) los eventos mentales causan eventos físicos, e.g. cuando *deseo* mover un brazo y en consecuencia lo muevo, y 3) los efectos físicos no están sistemáticamente sobredeterminados, es decir, no es el caso que cada efecto físico de causas mentales tenga dos o más causas suficientes independientes, se concluye que 4) los eventos mentales causalmente eficaces, como la ocurrencia de deseos, creencias o sensaciones son, o al menos dependen de y están plenamente determinados por, eventos físicos.³⁻⁴

Respecto a CCF se ha argumentado que es presa del llamado *dilema de Hempel* (Hempel 1980). Si “físico” en dicha premisa se entiende de acuerdo a los predicados de la ciencia física actual, tal premisa es muy probablemente falsa puesto que la física contemporánea no se encuentra completa, no contándose en la actualidad con una historia causal satisfactoria para todos los fenómenos y además, la historia nos inclina a pensar que, tal como en el pasado entidades, propiedades y leyes tomadas por verdaderas resultaron posteriormente descartadas, asimismo ocurrirá con parte de las propuestas por la física actual. Por otra parte, si “físico” se entiende de acuerdo a los predicados de

¹ Ha sido motivo de acalorado debate la definición correcta del fisicalismo. En este escrito no entraremos en tales detalles, pero el lector puede remitirse a Stoljar (2010) para una discusión extensa y detallada.

² Papineau usa el término “Completitud de la Física”, sin embargo, el principio metafísico es el mismo. Véase Montero (2003) para un examen minucioso del cierre causal de lo físico en sus diversas variantes.

³ La cualificación “o al menos dependen de y están plenamente determinados por” pretende expresar lo que en jerga metafísica sería la “supervenencia” de lo mental sobre lo físico, y la idea de que eventos o propiedades supervenientes podrían “heredar” la eficacia causal de sus bases. No obstante, dadas las controversias en torno a la correcta formulación de esta noción y su aplicación a la definición del fisicalismo, prefiero omitir su uso. El(la) lector(a) puede remitirse a Pérez (1996) para una excelente discusión de supervenencia.

⁴ He formulado el argumento en términos de “eventos” en lugar de “propiedades”, “hechos” o “estados” simplemente para simplificar la discusión. No obstante, el(la) lector(a) que no esté conforme con hablar de “eventos” en relación a un fisicalismo reductivo robusto puede reemplazar tal término por “propiedades” o “hechos”.

una ciencia física completa futura, el contenido de la premisa queda indeterminado puesto que no sabemos si tal física, o las ciencias físicas en general, incluida la fisiología, tendrán que hacer referencia a ítems irreductiblemente mentales, como estados conscientes, para dar cuenta de todos los fenómenos de la naturaleza.

En este artículo abordaremos críticamente la *vía negativa* de David Papineau como respuesta a este dilema, según la cual “físico” debe entenderse como “no mental”. Esto nos llevará a evaluar el fundamento empírico fisiológico que, de acuerdo al filósofo, no solo tendría esta solución al dilema, sino también la aceptación de CCF en primer lugar. Comenzaremos revisando el trabajo en neurofisiología de W. Penfield y J. Eccles, declarados dualistas respecto a la relación mente-cerebro, para luego examinar en detalle los experimentos de B. Libet en los cuales se demostraría que los movimientos voluntarios están realmente determinados por causas enteramente fisiológicas, sirviendo como evidencia a favor de CCF. Nuestro análisis mostrará que no se siguen tales conclusiones. Esto tendrá consecuencias negativas para CCF y con ello para el Argumento Causal para el Fisicalismo.

2. Cierre Causal y fisiología

En respuesta al dilema de Hempel, Spurret y Papineau (1999) ofrecen la *vía negativa* como salida. Esta consiste en definir “físico” como “no mental”. CCF se transforma así en el *cierre causal de lo no mental*, de acuerdo al cual eventos físicos como una contracción muscular o actividad cerebral en las áreas premotoras, si tienen una causa previa, esta será siempre una causa *no mental*, típicamente fisiológica, entendiendo esta como parte de los predicados de una teoría fisiológica completa que no incluya en su catálogo ítems irreductiblemente mentales, como decisiones, propósitos o sentimientos, *qua* mentales.

Esta aproximación fue criticada por Gillett y Witmer (2001), para quienes la respuesta de Spurret y Papineau (1999) y su apelación a la fisiología completa del futuro cae igualmente presa del dilema de Hempel, específicamente en la ilegítima asunción de que una ciencia fisiológica completa no tendrá que incluir dentro de su catálogo propiedades mentales irreductibles. Frente a esto, Montero y Papineau (2005) responden lo siguiente:

La apelación a la fisiología puede ser leída simplemente como sirviendo para dirigir la atención al hecho de que ciertos tipos de investigación empírica han fallado en descubrir evidencia de causas

mentales sui generis. Sobre la base de este fracaso, Spurret y Papineau luego inferen, vía inducción científica, que lo más probable es que no existan dichas causas mentales sui generis. (Montero y Papineau 2005, p. 235)

El punto central de Papineau y compañía es que, dada la evidencia empírica acumulada hasta ahora en todos los campos relevantes, resulta razonable sostener que no se encontrarán nunca causas mentales que no puedan explicarse o reemplazarse por causas fisiológicas. Esto cobra sentido si atendemos al impresionante avance que también otras áreas de investigación, como la biología molecular, han experimentado en relación al funcionamiento interno de los organismos, lo cual, junto al progreso en el estudio neurofisiológico, dejarían virtualmente fuera de lugar a cualquier factor distinto a fuerzas materiales como causas del comportamiento en los seres conscientes:

Durante la primera mitad del siglo (XX) el rol catalítico y la constitución proteica de las enzimas fue reconocido, ciclos bioquímicos básicos fueron identificados (...) culminando en el descubrimiento del ADN. En el mismo periodo, la investigación neurofisiológica mapeó la red neuronal del cuerpo y analizó los mecanismos eléctricos responsables de la actividad neuronal (...) la detallada investigación fisiológica falló en descubrir evidencia de nada excepto fuerzas físicas familiares. (Papineau 2001, p. 31)

Papineau sostiene que la evidencia científica, especialmente fisiológica, justifica su vía negativa como salida al dilema de Hempel, y a su vez sirve de fundamento para abrazar CCF en primer lugar, en lo que él llama, el “argumento desde la fisiología”.⁵ Si bien parece sensato pensar en la fisiología (y en especial la neurofisiología junto a la neurociencia en general) y la bioquímica como ciencias físicas que han dado pasos agigantados en la explicación tanto de la vida como de la mente, lo relevante es evaluar en qué medida estos avances descartan o invitan razonablemente a eliminar la acción de otros factores causalmente relevantes en el contexto de la actividad consciente y la conducta asociada.

⁵ Papineau (2001) basa su argumento a favor del cierre causal de lo físico apelando también al “argumento de las fuerzas fundamentales” que esencialmente dice así: dado que todas las fuerzas físicas se han ido reduciendo progresivamente a un puñado de fuerzas fundamentales, es esperable que toda fuerza de la naturaleza lo haga. Lamentablemente, por motivos de espacio, no podremos profundizar más en este argumento.

Procederemos ahora a contrastar las afirmaciones de Papineau frente a la postura de Penfield y Eccles, dos importantes neurocientíficos que abiertamente rechazaban la completitud del dominio físico para explicar nuestras mentes y conductas. Posteriormente revisaremos los experimentos de Libet en base a los cuales CCF, en tanto no mental, bien podría fundarse.

3. Penfield y Eccles

John Eccles, premio Nobel en fisiología, y el neurofisiólogo Wilder Penfield⁶ eran declarados dualistas. Ambos creían que el ser humano está conformado tanto por un cuerpo físico como por un alma inmaterial que ejercería su influencia en los procesos cerebrales y con ello en la conducta.

En su libro, *The Mystery of the Mind* (1975) Penfield describe los resultados de sus experiencias con pacientes conscientes (localmente) anestesiados a cráneo abierto en quienes estimulaba eléctricamente la corteza cerebral para producir movimientos corporales e incluso vocalizaciones. Algo relevante para él es que, en ningún lugar de la corteza, aun cuando pudiese gatillar una respuesta motora específica, podía producir la sensación en el paciente de ser el agente causal del movimiento. Aun cuando podía estimular el movimiento de una extremidad o dedo, no podía generar desde afuera en el paciente, la experiencia que este, y no el científico, era el autor del comando motriz. En caso que lo hubiese logrado, esto claramente contaría a favor de la idea de que la génesis de todo movimiento corporal, tanto reflejo como voluntario, responde únicamente a interacciones neurales. Por el contrario, la experiencia de una agencia consciente no lograba imponerse eléctricamente:

Cuando he causado a un paciente consciente mover su mano aplicando un electrodo sobre su corteza motora de un hemisferio, le he preguntado frecuentemente acerca de ello. Invariantemente su respuesta era: “Yo no hice eso, tú lo hiciste” (...) No existe lugar en la corteza cerebral donde la estimulación del electrodo vaya a causar en el paciente (...) decidir (realizar el movimiento corporal). (Penfield 1975, p. 76)

⁶ Eccles recibió el Nobel en fisiología o medicina en 1963 por sus contribuciones a la comprensión de la sinapsis neuronal y Penfield contribuyó a la creación de nuevos métodos tanto en neurocirugía como en la investigación del cerebro. Sus indagaciones fueron decisivas para el mapeo anatómico-funcional de la corteza somatosensorial así como de la corteza motora.

El científico no lograba inducir la sensación de agencia pese a inducir movimientos específicos, abriéndose a la idea que la causa de la actividad neural comandando los movimientos voluntarios (cuando el paciente efectivamente se movía por voluntad propia) no se encontraba en ningún lugar de la corteza y posiblemente en ningún lugar del cerebro. De hecho, refiriéndose a los resultados en neurofisiología obtenidos hasta la fecha (1972), Penfield declara:

Ningún científico honesto puede declarar ni que el *dualismo* ni que el *monismo* han sido probados. Puede solo esperar poder hacerlo cuando entienda qué es la mente. Sherrington lo expresó de esta manera: “Que nuestro ser”, dijo él, “deba consistir en dos elementos fundamentales no ofrece, yo supongo, mayor improbabilidad inherente que el que deba descansar en uno solo”. (Penfield 1972, p. 302)⁷

Penfield está directamente negando lo que Papineau sugiere, *viz.* que a mediados del siglo XX los científicos ya contaban con suficiente evidencia como para desacreditar la presencia y acción de fuerzas más allá de las físicas y por tanto para abrazar la tesis del CCF, y consecuentemente, el materialismo. Más aún, Penfield es explícito en declarar que el dualismo le parece la hipótesis más plausible:

Por mi parte, tras años intentando explicar la mente sobre la base de la sola actividad cerebral, he llegado a la conclusión de que es más simple (...) si uno adopta la hipótesis de que nuestro ser consiste en dos elementos fundamentales. (Penfield 1975, p. 80)

Lo relevante para nuestros fines es simplemente atestiguar que a la luz de los dichos de este neurofisiólogo experto, resulta plausible que el cuerpo de datos empíricos y teóricos en neurofisiología ya a mediados de los setentas no descartaba ni hacía menos probable la presencia de propiedades mentales irreductibles causalmente eficaces, pues de lo contrario, alguien tan informado en el campo relevante, no negaría que el dualismo pueda rechazarse en base a consideraciones empíricas ni menos sugerirlo como la hipótesis preferible, asumiendo que podemos atribuirle la responsabilidad epistémica mínima que un científico requiere. Pasemos ahora a revisar la perspectiva de Eccles.

En base a tres experimentos, Eccles (1982) establece una

⁷ Sherrington recibió el Premio Nobel de fisiología o medicina en 1932 por su investigación en el funcionamiento de las neuronas.

distinción clara entre las actividades neurales asociadas al movimiento corporal voluntario e involuntario. En ambos casos, la actividad de la Corteza Motora Primaria (M1) parece ser la “estación” cerebral que directamente envía la señal motriz hacia los músculos. Sin embargo, exclusivamente en el caso del movimiento voluntario, previo a la actividad neural en M1, se encuentra activa el Área Suplementaria Motora (SMA). La génesis neural de los movimientos corporales nacidos o guiados por un propósito, plan o decisión, estaría así en el funcionamiento de SMA de acuerdo a la evidencia empírica.⁸

En base a estos datos, Eccles, adoptando un dualismo mente(sujeto)-cerebro, especula el mecanismo por medio del cual la mente inmaterial podría ejercer su influencia causal sobre las actividades neurales. De acuerdo a él, la intención mental modificaría el patrón de actividad/inactividad de módulos compuestos por miles de neuronas en el SMA. El cambio en estos patrones (algunas neuronas activas se inactivan y viceversa) repercutiría en un cambio en la información que fluye desde SMA hacia M1 y desde ahí hacia e.g. la mano. Más aún, Eccles es explícito en declarar que esta influencia no tendría por qué violar el principio físico de conservación de la energía resultando a su vez perfectamente compatible con nuestro limitado conocimiento respecto a la compleja actividad cerebral. En términos generales, su idea es que la influencia de la mente podría verse plasmada en cambios en los patrones de activación de las neuronas en SMA, *conservando* la cantidad neta de neuronas activas e inactivas, y por ello, no requiriéndose inyecciones mágicas de energía que violen los principios físicos.

Más tarde, junto al físico alemán Friedrich Beck, Eccles desarrolla una teoría de interacción dualista más específica (Beck y Eccles 1992). Llevando la atención sobre el aspecto probabilístico y cuántico de la exocitosis⁹, elabora una detallada teoría de como la consciencia inmaterial, produciendo un alza en las probabilidades de liberación de neurotransmisores en los puentes sinápticos de grupos de neuronas, podría causar la actividad cerebral necesaria para los movimientos voluntarios.

⁸ Esto coincide con el actual esquema propuesto por el Dr. Mark Hallett en su artículo “Physiology of Volition” publicado en Ellis, Murphy y O’Connor (2009). Por otra parte, a medida que la tarea motriz se torna más y más compleja, requiriendo más y más niveles de abstracción, como la elaboración de planes mentales compuestos de varias etapas previas a la acción, áreas más frontales del cerebro, específicamente la corteza prefrontal, son también utilizadas (Baars y Gage 2010, Fuster 2015).

⁹ Proceso por medio del cual se liberan los neurotransmisores necesarios para la realización de la sinapsis.

Nuevamente, mi estrategia no es argumentar que la perspectiva de Eccles es la correcta y que por tanto Papineau está en el error. A su vez, discutir por qué los mecanismos cerebrales por sí mismos no serían suficientes para determinar los resultados conductuales, o qué aspectos del comportamiento voluntario no podrían ser explicados neuralmente, es una labor que, si bien complementaría nuestra discusión, escapa al propósito por el cual se está mencionando la perspectiva de Eccles. Más bien, tal como en el caso de Penfield, lo relevante para nuestros fines es simplemente atestiguar que la evidencia empírica en el campo de la neurofisiología, ya a finales del siglo XX, no parece ser suficiente para concluir la inexistencia de fuerzas mentales *qua* mentales causalmente eficaces en la conducta, asumiendo racionalidad suficiente en estos *causados* por actividad corporales donde creemos la consciencia juega un rol causal determinante, son sin embargo determinados eficaces y teniendo en cuenta su experticia.

No obstante, existen trabajos empíricos replicados recientemente que bien podrían dar fuerza a las consideraciones de Papineau. Me refiero a los experimentos de Benjamin Libet que pasaremos a revisar a continuación.

4. Preludio: Experimentos de Libet y el argumento causal

En una serie de conocidos experimentos (Libet, Gleason, Wright y Pearl, 1983; Libet, 1985), identificando los tiempos en que las personas tomaban conscientemente la decisión de realizar un *movimiento voluntario*, el neurocientífico encontró que dichas decisiones estaban precedidas determinantemente por actividad cerebral inconsciente en las áreas motoras preparatorias (e.g. SMA). La conclusión de los investigadores es que aquellos movimientos corporales respecto a los cuales creemos intuitivamente que la consciencia jugaría un rol causal determinante, son sin embargo causados enteramente por actividad fisiológica previa. Esto tiene consecuencias directas sobre el argumento de Papineau, dado que allí donde creeríamos encontrar una explicación causal en términos psicológicos, e.g. en base a decisiones o intenciones, se habría encontrado no obstante una explicación enteramente fisiológica. En consecuencia, habría una buena razón empírica en el contexto de la neurofisiología para rechazar la acción de fuerzas *sui generis* y abrazar en cambio el principio CCF, en tanto no mental.

Paradójicamente, en Papineau (2002), discutiendo potenciales problemas respecto a la premisa 2 del argumento causal, i.e. la eficacia causal de los estados mentales, el filósofo rechaza las conclusiones

de Libet. ¿Por qué? Debido a que *necesita la contribución causal de la consciencia para que el argumento se complete*. Recordemos que el argumento procede así: dado que los estados mentales conscientes causan movimientos corporales (premisa 2) y que los movimientos corporales, al ser movimientos físicos, tienen causas físicas suficientes (premisa 1), descartando sobredeterminación (premisa 3), se concluye que los estados mentales conscientes son idénticos a (o al menos dependen de y están plenamente determinados por) estados físicos.

Esto revela cierta tensión al interior del argumento causal debido a que la evidencia neurofisiológica que los experimentos de Libet le brindarían a Papineau para justificar CCF es precisamente la evidencia que aparentemente tendrían que llevarle a negar la eficacia causal de los estados mentales. En otras palabras, resultados experimentales como los de Libet, que supuestamente mostrarían la suficiencia causal y explicativa del dominio fisiológico respecto de los movimientos voluntarios (justificando CCF = premisa 1), cuando se combinan con el rechazo a la sobredeterminación causal (premisa 3), implican la impotencia de los estados mentales volitivos, e.g. *desear* o *decidir* realizar tal y tal acción, dado que los movimientos voluntarios tendrían causas fisiológicas no mentales suficientes y no habrían causas adicionales en juego.

No obstante, Papineau aceptaría nuestro razonamiento y afirmaría que los estados mentales efectivamente *no son causas adicionales*, sino que son idénticos a las causas fisiológicas de aquellos eventos físicos a los cuales, por razones independientes, atribuiríamos también causas mentales. El problema es que los experimentos de Libet, simultáneamente mostrarían lo erróneo de atribuirle al estado mental relevante algún rol causal, sea este considerado idéntico o distinto a su sustrato neural, puesto que el movimiento voluntario estaría determinado por un estado cerebral previo a la ocurrencia de tal estado mental y su base neural.¹⁰

Lo que Papineau necesitaría es evidencia que, simultáneamente, muestre que los factores fisiológicos son suficientes para causar movimientos voluntarios y que sea compatible con la atribución de un

¹⁰ Es conveniente recalcar que, pese a que tanto Papineau como Libet vinculan estrechamente la (neuro)fisiología con la causalidad mental, sus objetivos son diferentes. Mientras que Papineau quiere establecer la identidad (o al menos la superveniencia) entre (de) los estados mentales y (sobre) los estados neurales en base a la eficacia causal de lo mental y el cierre causal de lo físico, Libet pretende cuestionar la relevancia causal de los estados conscientes en el inicio de acciones voluntarias. Agradezco a uno de los árbitros anónimos por señalar este punto.

rol causal a los estados mentales de la persona. Podría pensarse que esta evidencia se encuentra en las investigaciones que revelan el indispensable rol de la corteza prefrontal en nuestra toma de decisiones, planeamiento de acciones futuras, comportamiento de acuerdo a fines, etc.; en otras palabras, en aquello que suele catalogarse en ciencia cognitiva como *función ejecutiva* (Fuster 2015). Numerosos estudios, principalmente en personas con daños en la corteza prefrontal, muestran cómo dichas capacidades resultan severamente afectadas. Adicionalmente, estudios de imaginación cerebral muestran cómo esta corteza siempre se encuentra activa cuando las personas planean un curso de acción, toman una decisión en base a diversas consideraciones, etc.

Podría sostenerse que, en casos de función ejecutiva, existen razones fenomenológicas y psicológicas para atribuir a los estados mentales relevantes (e.g. *decidir* hacer A y no B) un rol causal en la consecuente conducta (hacer A), que sería compatible con la atribución causal de tales efectos a los sustratos neurales de dichos estados mentales, i.e. actividad en la corteza prefrontal. Lamentablemente, esto último no parece ser plausible. Tal como lo expresa Joaquín Fuster, experto en el estudio de la corteza prefrontal por más de cuatro décadas,

La neuropsicología ha determinado inequívocamente que la corteza prefrontal está *involucrada* en la función ejecutiva, pero la *asignación* de la función ejecutiva a la corteza prefrontal lleva inevitablemente (...) al insostenible supuesto de tal corteza como un agente supremo, esto es, como el iniciador, el organizador, y el ejecutor de acciones (...) La noción de la corteza prefrontal como (...) la fuente de voliciones y decisiones, no puede sostenerse en base a fundamentos filosóficos ni neurobiológicos. (Fuster 2015, p. 191)

En otras palabras, el estado actual de la neurociencia no justificaría atribuirle a la corteza prefrontal el ser causa suficiente de los movimientos voluntarios que se siguen de nuestras decisiones conscientes; dada la complejidad, dinamismo y carácter masivamente paralelo y distribuido de los procesos neurofisiológicos involucrados, y debido a que estos procesos se encuentran embebidos dentro de una estructura dinámica mayor, el ciclo sensorio-motriz, en el cuál percepción y acción se encontrarían dinámicamente entretnejidos (Fuster 2015, pp. 191-192), tal como sostienen las perspectivas *enactivistas* de la consciencia (O'Regan y Noe 2001, Varela, Thompson y Rosch 1991). Más aún, dicha complejidad es compatible, e incluso

sugiere, una perspectiva *emergentista* ya presente en el campo de la neurociencia de acuerdo a la cual la consciencia podría tener un rol causal en tanto propiedad global emergente, ejerciendo causalidad descendiente sobre los procesos locales que sostendrían dicha actividad global (Sperry 1991, Freeman 2000, Thompson y Varela 2001, Varela y Thompson 2003).¹¹

En resumen, los estudios neurofisiológicos de la función de la corteza prefrontal prima facie parecerían brindarle a Papineau evidencia a favor de CCF compatible con la eficacia causal de la mente. No obstante, de acuerdo a Fuster, el estado del arte de tal área de investigación empírica no justifica la atribución de suficiencia causal al sustrato neural involucrado, i.e. a la corteza prefrontal, siendo en principio compatible con perspectivas emergentistas según las cuales la consciencia sería simultáneamente irreductible y causalmente eficaz. Por otra parte, los experimentos de Libet sí resultan prometedores para justificar el CCF, con el problema de que resultarían a su vez evidencia contra la relevancia causal de los estados mentales, sean estos idénticos, o, por el contrario, irreductibles a sus sustratos neurobiológicos.

Contrario a lo que comúnmente se ha declarado, en la siguiente sección se intentará mostrar que los experimentos de Libet no sugieren que los movimientos voluntarios se encuentren previamente determinados por causas fisiológicas y por tanto, no proporcionarían evidencia para rechazar la hipótesis natural de que son estados mentales conscientes como decisiones o intenciones los que causan, al menos en parte,¹² este tipo de conductas.

Concluiremos por tanto junto a Papineau, pero por razones diferentes, que los experimentos de Libet no amenazan la influencia causal de los estados conscientes. Asimismo, esto nos llevará a concluir, *contra* Papineau, que no hay razones desde la fisiología para aceptar CCF, ni tampoco la vía negativa como solución al dilema de Hempel. Pasaremos ahora a revisar los experimentos de Libet en mayor detalle y su relevancia filosófica.

¹¹ De acuerdo a Cea (2019), esta perspectiva emergentista respecto a la eficacia causal de la consciencia estaría presente también en la *Teoría de Información Integrada* de la consciencia (Oizumi, Albantakis y Tononi 2014).

¹² Esta aclaración es importante puesto que expresa el mínimo requerido para desarticular CCF, a saber, el rechazo a la pretensión de que las causas físicas son *suficientes* para todo efecto físico. Causas mentales y físicas de manera conjunta bien podrían ser suficientes para producir los efectos en cuestión, con lo cual el argumento causal para el fisicalismo ya colapsaría.

5. Los experimentos de Libet y la eficacia causal de la consciencia

A partir de los trabajos de Libet durante los años ochenta comenzó a tomar fuerza la idea de que la neurociencia había comprobado que el libre albedrío era una ilusión. Más específicamente, que las decisiones o intenciones conscientes de realizar movimientos voluntarios en realidad no juegan rol causal alguno, dado que están precedidas por procesos cerebrales inconscientes que determinan la ejecución del movimiento.

En palabra simples, cada vez que *decidimos conscientemente* hacer X, el cerebro ya ha mandado previamente la orden de hacer X anticipándose a nuestra consciencia de ello. Si tal es el caso, evidentemente resulta muy difícil sostener que nuestra consciencia tiene alguna influencia relevante sobre el curso de nuestro comportamiento. En palabras del propio Libet:

la iniciación cerebral incluso de un acto voluntario espontaneo del tipo estudiado aquí (...) usualmente comienza *inconscientemente* (...) El cerebro *decide* iniciar o, al menos, preparar la iniciación del acto antes de que haya cualquier consciencia subjetiva reportable de que tal decisión ha tomado lugar. (Libet 1985, p. 536, énfasis en el original)

Los experimentos de Libet demostrarían que, en aquellos casos donde intuitivamente creemos que nuestros estados conscientes tendrían una relevancia causal fundamental, *viz.* cuando tomamos una decisión conscientemente y actuamos conforme a ella, el proceso que realmente estaría provocando la conducta sería uno de naturaleza inconsciente, enteramente neural.

Esto descartaría una de las más intuitivas instancias de refutación de CCF, brindando en consecuencia buenas razones para su adopción. Sería una confirmación de que la fisiología “falló en descubrir evidencia para nada excepto fuerzas físicas familiares” (Papineau 2001, p. 31) y con ello, un fuerte punto a favor de la idea de que la *neurofisiología compromete un dominio físico causalmente cerrado*, para el cual resultaría injustificada la postulación de procesos mentales adicionales que contribuyan causalmente. A su vez, respaldaría la opinión que entender “físico” (en CCF), en términos de “no mental”, sería una solución satisfactoria al dilema de Hempel. Revisemos en detalle el experimento para evaluar sus resultados y consecuencias filosóficas.

La situación experimental es la siguiente (Libet *et al.* 1983, Libet, 1985). La persona está sentada frente a un reloj analógico de especiales características, dado que su puntero completa una revolución en poco menos de tres segundos. El investigador le pide que, cuando ella libre y conscientemente lo decida, mueva rápida y repentinamente la muñeca o dedo (de su mano hábil):

Para cada prueba, a los sujetos se les pedía que ejecutaran una flexión rápida y simple de la muñeca o dedos en cualquier momento que ellos sintieran el “impulso” [*urges*] o deseo de hacerlo; el tiempo debía ser completamente “ad lib”, es decir, espontáneo y plenamente endógeno. (Libet 1985, p.531)

Simultáneamente, la persona debe ser capaz de identificar la posición del puntero en el reloj en el momento exacto en que sintió el deseo de ejecutar la acción, la que deberá reportar una vez realizado el acto. Al sujeto además se le mide la actividad eléctrica del cerebro con un electroencefalograma (EEG) y la actividad muscular (de la muñeca o dedo) con un electromiograma (EMG). El EMG registra el instante exacto en que se inicia el movimiento muscular fijando el “tiempo 0” de referencia (tiempo M, en la nomenclatura del experimento). Esto gatilla el cálculo del promedio de actividad cerebral previa al acto motriz (los dos segundos previos aproximadamente).

El dato fundamental registrado por el EEG es el “potencial de preparación” (RP en adelante, por *readiness potential*), el cual consiste en un aumento progresivo de la actividad neural que desde los años sesenta se descubrió que precedía a las acciones voluntarias. Libet distingue dos tipos de RP, el tipo I comienza mucho antes que el tipo II y lo relaciona con acciones voluntarias que involucran en algún grado preparación o planeo del tiempo de ejecución. El tipo II en cambio comienza solo unos instantes antes de la definitiva contracción muscular y ocurre en los casos donde la acción es repentina y espontánea, i.e. sin planeamiento previo.

Dado que tanto el EEG como el EMG tienen un registro temporal preciso y, por otra parte, el reporte de la posición del reloj por parte del sujeto también fija un tiempo concreto para la ocurrencia de la intención, el experimentador procede a promediar los datos y posicionarlos en el eje temporal. Los resultados son sorprendentes. Con respecto al tiempo cero de referencia establecido por el comienzo de la contracción muscular de la mano o dedo, el tiempo en que el sujeto experimenta conscientemente el deseo espontáneo de realizar

la acción (tiempo W, por “will”, en la nomenclatura del experimento) es de -190 ms. (milisegundos), aproximadamente una quinta parte de segundo antes del movimiento muscular y en concordancia con la idea intuitiva de que primero tenemos la intención de movernos y después lo hacemos. El dato realmente inesperado es el tiempo en que comienza el alza del RP: -535ms (aprox. medio segundo antes de la acción). En otras palabras, más de 300 ms. antes de la intención consciente de realizar el movimiento, el cerebro ya comienza a activarse en las zonas premotoras. Ilustremos los tiempos en la siguiente tabla:

Resultados temporales para RP, W y M:

| Comienza RP | W (voluntad de mover) | M (movimiento) |
|-------------|-----------------------|----------------|
| -535 ms | -190 ms | 0 ms |

La actividad eléctrica asociada a RP, cuya fuente neural se piensa que corresponde principalmente a las áreas premotoras de la corteza cerebral (Lau 2009) (entre ellas SMA, mencionada en nuestra discusión previa), precede por 345 ms. a la decisión consciente “ahora moveré”. Estos resultados específicos provienen de promediar las seis o más sesiones distintas con 5 sujetos diferentes consistentes de 40 pruebas cada una y presionan hacia la conclusión de que *nuestras decisiones conscientes de realizar acciones voluntarias no juegan rol causal alguno, siendo estas últimas el efecto de causas enteramente cerebrales inconscientes*. En otras palabras, nuestra sensación de iniciar consciente y libremente nuestras acciones voluntarias sería una ilusión. En palabras del neurocientífico Michael Gazzaniga:¹³

Libet determinó que los potenciales cerebrales están disparando trescientos cincuenta milisegundos antes que tengas la intención consciente de actuar. O sea antes de percatarte de que estás pensando en mover tu brazo, ¡tu cerebro está trabajando preparándose para hacer el movimiento! (Gazzaniga 1998, p. 73)

Asimismo, el neurofisiólogo William Calvin declara:

¹³ Las citas de Gazzaniga (1998), Calvin (1989) y Ramachandran (1998) fueron extraídas de Dennett (2003).

Mi colega neurofisiólogo Ben Libet ha, para la consternación de todos, mostrado que la actividad cerebral asociada a la preparación para el movimiento (algo llamado el “potencial preparatorio”) (...) comienza un cuarto de segundo antes de que reportes haber decidido moverte. No estabas aún consciente de tu decisión de moverte, pero esta ya estaba de hecho en camino. (Calvin 1989, pp. 80-81)

La opinión de estos científicos refleja el impacto de los resultados experimentales de Libet. Estos han sido además replicados exitosamente en otras instancias y en distintos laboratorios (Lau 2009). No obstante, dada la amenaza que presentan estos resultados para nuestra idea intuitiva de que poseemos libertad de voluntad, Libet es enfático en asignar cierto rol a la voluntad consciente sosteniendo que esta puede, a pesar de ser posterior a los potenciales preparatorios, *vetar* el efecto conductual, cancelando así los comandos motrices generados inconscientemente. Para esto se basa principalmente en dos tipos de evidencia.

En primer lugar, están los reportes de aquellos sujetos que señalaron haber tenido la experiencia de sentir el deseo de mover su dedo y no obstante lo habían “dejado ir”, esperando a que posteriormente, un nuevo impulso espontáneo viniese para concretar la acción. Si bien esta evidencia no es tan sólida al depender únicamente de los reportes subjetivos (dado que al no producirse la actividad motora no ocurre la grabación del registro previo de EEG), una segunda línea de evidencia si contiene mayor peso empírico.

Para respaldar la idea del veto consciente, Libet modificó levemente su experimento. En esta ocasión, el tiempo en que los sujetos debían ejecutar la acción estaba previamente acordado. Además, se les pidió que unos 150 ms antes de tal instante vetaran o bloquearan la acción motriz. Como el tiempo de acción estaba prefijado, aun cuando el movimiento muscular no se ejecutara, se registraba y promediaba la actividad del EEG previa a ese momento. Como era de esperar, se apreciaban potenciales preparatorios de tipo I (RPI), comenzando más de un segundo antes del tiempo acordado para la acción, que no obstante no culminaban con ningún movimiento, dado que a último momento el sujeto conscientemente los cancelaba.

En palabras del científico Vilayanur Ramachandran: “Esto sugiere que nuestras mentes conscientes puede que no tengan libertad de voluntad, sino “libertad de no hacer” (*free won't*)” (Ramachandran 1998). El mismo Libet afirma que esta ventana de intervención para la consciencia es suficiente para asegurar la responsabilidad moral de

cada individuo frente a sus acciones. El veto consciente nos facultaría con autocontrol suficiente sobre los impulsos motrices iniciados subpersonalmente:

Procesos asociados con la responsabilidad individual y la libre voluntad bien podrían “operar” no para iniciar un acto voluntario sino para seleccionar y controlar los resultados volitivos (...) la mera aparición de una intención no se puede evitar conscientemente, no obstante su consumación en un acto motor puede ser controlada conscientemente. (Libet 1985, pp. 538-539)

El lector podrá inferir que las discusiones en torno al trabajo de este científico se han centrado principalmente en torno a problemas relacionados con libre albedrío, responsabilidad penal, etc. (Sinnott-Armstrong y Nadel, 2011), que son cuestiones que si bien tocan aspectos profundos que motivan este trabajo, no serán abordadas mayormente, dado que ameritarían una investigación independiente. Para nuestros fines, la pregunta relevante que surge ahora es: ¿da el pretendido veto un lugar real a la consciencia dentro de las causas de la conducta?

Esta “libertad de no hacer” ha sufrido mucha crítica tanto en las discusiones científicas como filosóficas. Voy a destacar dos problemas centrales. En primer lugar, si bien el RP está relacionado con los procesos neurales preparativos de la acción motora y no con el veto, no se ha descartado la posibilidad de que la intención consciente de cancelar la acción también sea precedida y determinada por actividad neural inconsciente.

Libet descarta esta idea basándose en evidencia que demostraría que el tiempo mínimo requerido para hacer de un proceso neural un estado consciente es de 0,5 s. (Libet 1999). De producirse inconscientemente la decisión de vetar la acción posteriormente a que el sujeto se ha hecho consciente de su intención de actuar, el proceso neural no tendría el tiempo suficiente de “emerger” a la consciencia y ser experimentado como la decisión de vetar el movimiento, dado que el tiempo restante entre la intención de actuar y el eventual movimiento es solo de aproximadamente 0,2 s. El problema con esta respuesta es que no previene que la decisión de veto haya sido generada por procesos inconscientes iniciados incluso antes de la intención consciente de actuar, quizás poco después de comenzado el alza del RP.

Aun cuando se ha detectado cierta actividad cerebral específica en instancias de veto que no operan en instancias de ejecución de la intención de actuar (Hallett 2009), no se ha corroborado que *precedan*

al momento mismo de consciencia de querer vetar, por lo que las posibilidades están abiertas, tanto para el defensor del veto consciente como para su opositor.

La segunda preocupación tiene relación con el escaso tiempo que le queda al sujeto para conscientemente vetar el movimiento. Como vimos, la decisión de moverse precede en unos 200 ms a la acción misma y ocurre unos 350 ms posteriormente al inicio de los procesos cerebrales preparatorios. La ventana de posibilidad de cancelar el movimiento ocupa así los 200 ms (un quinto de segundo) posteriores a la consciencia del deseo de moverse, los que, debido a cierta corrección que veremos enseguida, se restringen a 150 ms que, más aún, deben limitarse a 100 ms, dado que los últimos 50 ms son un intervalo de no-retorno por ser el tiempo que demora la corteza motora primaria en activar las células nerviosas motoras de la espina dorsal que luego contraen el músculo respectivo (Libet 1999).

Más aún, ciertas investigaciones sugieren que el tiempo real sería aun inferior, dado que la toma de consciencia de la intención de actuar sería incluso posterior a -150 ms, por fenómenos asociados al esfuerzo mental que significa prestar atención tanto introspectivamente al surgimiento de la intención, como a la posición cambiante del puntero del reloj (Lau 2009). Esto estaría asociado a una importante modulación de procesos cerebrales llamado *principio de entrada previa atencional* que tendría la consecuencia de que el tiempo subjetivo reportado de la intención de actuar estaría adelantado con respecto a su tiempo real.

Por otra parte, en experimentos en que inmediatamente después de la acción voluntaria se indujo en los cerebros de los sujetos estimulación magnética transcraneal (pulsos magnéticos), se encontró que tal estimulación prolongaba retrospectivamente el intervalo temporal entre la intención y la acción, sugiriendo que el reporte temporal está sujeto a reconstrucciones retrospectivas que le conferirían por tanto baja o incluso nula confiabilidad (Lau 2009).

Con respecto a la dificultad concerniente a la posibilidad de que la breve ventana temporal para el veto consciente sea en realidad aún más reducida, mi posición es que, por una parte, Libet (1985) ya generó un método para ajustar confiablemente el error en el reporte temporal de la intención consciente y me parece que no hay necesidad de mayor corrección. El científico diseñó series paralelas de experimentación con los sujetos en los que, en vez de pedirles prestar atención al momento de la aparición de una intención espontánea de actuar en referencia al reloj, les instó a marcar de la misma manera el tiempo exacto en que percibían conscientemente una estimulación artificial en la piel,

cercana al umbral, generada en tiempos aleatorios. La situación era análoga a la original: los sujetos debían estar atentos tanto al reloj como a la aparición inesperada de una percepción consciente; en este caso, un estímulo cutáneo. Como la estimulación artificial tenía un registro temporal objetivo, Libet pudo determinar el error promedio sufrido por los sujetos respecto al tiempo reportado de aparición de la percepción en relación al reloj en revolución, el cual fue de aproximadamente 50 ms. Por ello, una vez corregido el tiempo reportado en el modo del experimento original, la intención de actuar quedaba temporizada en unos -150 ms, en vez de -200 ms. Como para lograr esta corrección se contaba con una referencia temporal objetiva de los eventos (dada la génesis artificial del estímulo), y la demanda atencional era similar a la requerida para detectar el tiempo de aparición del deseo de actuar en relación al reloj, me parece razonable descartar efectos adicionales de anticipación debido a modulaciones por atención.

Con respecto a la posibilidad de una reconstrucción retrospectiva ficticia de la intención, ya sea de actuar y/o de cancelar el movimiento, simplemente me parece muy cuestionable aplicar un fenómeno producido por una estimulación transcraneal artificial a instancias en que tal intervención no ocurre. El punto central es que, aun cuando el instante que los sujetos reportan haber tenido la intención de actuar *pueda* ser alterado por medio de una intervención después del acto, esto no implica que en circunstancias normales esto efectivamente sea el caso. A lo sumo, demuestra que la introspección temporal es susceptible de ser alterada por medios exógenos.

Por tanto, aun cuando la ventana aproximada de 100 ms es un lapso temporal extremadamente breve, sí abre la posibilidad empírica, tal como es defendida por el propio Libet, de que la consciencia pueda cumplir una función de control sobre los procesos preparativos de movimiento voluntario generados de forma inconsciente: “El veto consciente es un fenómeno que provee la oportunidad para la libre voluntad de actuar como un agente controlador en la acción voluntaria” (Libet 2003, pp. 25-26).

No obstante, la mera posibilidad de veto sería una muy pobre contribución causal de los estados conscientes que a su vez no se condice con cómo intuitivamente creemos conscientemente conducir voluntaria y activamente nuestras vidas. Abordemos este punto revisando la defensa que hace Papineau (2002) al respecto.

Recordemos que, paradójicamente, Papineau necesita que los estados mentales tengan influencia causal sobre la conducta (premisa 2), de lo contrario el Argumento Causal para el Fisicalismo

no se completa. Al discutir el potencial conflicto presente entre los resultados de Libet y la mencionada premisa, Papineau sostiene que, dada la posibilidad de veto, “al parecer la decisión consciente es parte de la causa del movimiento del dedo después de todo” (p. 25). Ya que el sujeto puede conscientemente cancelar los movimientos originados neuralmente, la decisión de actuar tendría una influencia causal sobre la conducta. El problema con esta sugerencia es que confunde los efectos que potencialmente tendría la consciencia. De acuerdo a los experimentos, esta tendría el impacto solo de cancelar el movimiento y por ello, solo un efecto negativo, i.e. la ausencia de movimiento. Los movimientos corporales “voluntarios” efectivos por otra parte, tendrían siempre como causa la actividad cerebral inconsciente, solo sumando la condición de que no se produzca el veto. Por ser muy cuestionables tanto que la ausencia de movimiento en instancias de veto pueda considerarse un efecto físico como que la ausencia de veto consciente sea una causa de movimientos efectivos “voluntarios”, parece un resultado tremendamente insatisfactorio que el poder de los estados conscientes se limite a esta posibilidad, aun cuando no sea nulo.

Pero, ¿es el veto la única posibilidad que queda a la consciencia de intervenir sobre los procesos cerebrales de acuerdo a estos experimentos? Para responder a esta pregunta pasemos a revisar más críticamente las conclusiones centrales y más radicales de Libet, concernientes a la *iniciación inconsciente* de los movimientos voluntarios.

Uno de los cuestionamientos centrales a sus conclusiones tiene relación con el potencial preparatorio (RP) que comienza a crecer unos 500 ms antes de la contracción muscular y unos 350 ms antes de la intención consciente. La posibilidad explotada por varios autores es que el RP no sea más que una señal ficticia producida por el procedimiento técnico necesario para obtenerla. El mismo Libet menciona que dado el alto nivel de ruido en el registro de la actividad cortical, un número considerable de pruebas (en general 40) eran necesarias de promediar para obtener un RP significativo. J. Eccles por ejemplo, en los comentarios que acompañan Libet (1985), afirma esto: “la fase temprana del RP puede no ser más que un artefacto surgido a partir de la técnica de promediado” (Eccles 1985, p. 543).

La idea de Eccles es que la consciencia inmaterial haría uso de las fluctuaciones espontáneas de la corteza premotora que le son convenientes para intervenir en el cerebro. La identificación de estos procesos previos aleatorios pero favorables para la iniciación de una intención motriz sería un fenómeno aprendido que “asegura oportunamente las ocasiones más efectivas para la iniciación de

acciones voluntarias” (Eccles 1985, p. 542). La respuesta de Libet es directa: si los procesos neurales asociados al RP temprano fueran efectivamente fluctuaciones espontáneas e irregulares, habrían sido eliminadas por el procedimiento de promediado. Además, no se observa ninguna modificación en el patrón de crecimiento de RP en el tiempo *W* que sugiera una distinción entre fases tempranas aleatorias de RP y fases tardías efectivamente asociadas a actividad premotora intencional y consciente. En vista de estas consideraciones, me parece sensato considerar poco atractiva la idea de que el RP sea un producto ficticio de los métodos técnicos de análisis y que no esté reflejando actividad coherente de las zonas corticales premotoras.

Por otra parte, Travena y Miller (2002) sugieren que dentro de las 40 pruebas necesarias de promediar para obtener el RP, pueden existir algunas en las que el comienzo del RP sea considerablemente anterior a -535 ms (por ejemplo, debido a planeamiento del movimiento, posteriormente no reportada). De ser así, estas instancias distorsionarían el verdadero promedio de actividad de RP, haciéndolo parecer mucho más temprano de lo que realmente es, y con ello, ocultando potencial evidencia de que el RP realmente comience junto o posterior a la intención. Libet (2002) responde a esto sencillamente diciendo que es una especulación sin evidencia de por medio. Más aún, ya en Libet (1985) se anticipaba a esta posibilidad:

Aun cuando RPs de 40 eventos fueron promediados para producir el RP registrado, evaluación estadística y matemática de los datos experimentales reforzaron fuertemente la impresión de que cada RP individual precede cada deseo consciente (de ejecutar la acción motora). (Libet 1985, p. 533)

Si bien la alternativa defendida por estos críticos no parece incoherente, tanto la falta de evidencia a su favor como la razonable consideración de que los métodos estadísticos y matemáticos usados por Libet y por quienes han replicado sus experimentos muy probablemente son acertados y confiables, nos invitan a descartarla.

Otra sugerencia es que, si bien el RP registrado refleja realmente actividad cortical coherente y no aleatoria, no obstante no tendría un rol causal en la posterior activación de la corteza motora primaria (M1) que finalmente envía hacia la espina dorsal la orden de contracción muscular (Dennett 2003). Sin embargo, teniendo en cuenta que la actividad neural que más probablemente daría lugar al RP se encuentra en las áreas premotoras mediales y que las lesiones en estas zonas pueden

impedir la producción de acciones espontáneas (Lau 2009), resulta más razonable aceptar que la actividad cortical reflejada en RP sí tiene un rol causal en la consecuente activación muscular.

Si hay una forma de cuestionar ostensiblemente los hallazgos de Libet, me parece que no va por las líneas discutidas hasta ahora. En mi opinión, la mayor crítica que se puede ofrecer es muy simple y directa: no se está tratando realmente con actos voluntarios en ningún sentido relevante del término.

Lo que ocurre 200 ms. antes de la contracción muscular y 300 ms después del inicio del RP no es ni una *decisión*, ni una *intención*, ni una *voluntad* consciente de realizar un acto motriz. Lo que ocurre en W, es simplemente la *introspección consciente* de actividad neural premotora, que es gatillada espontáneamente por las propias dinámicas del sistema nervioso y que probablemente al llegar a cierto umbral de amplitud, se vuelve un objeto de la consciencia. Tales descargas neurales premotoras (por ejemplo en SMA) se asocian normalmente a actividad preparativa para la posterior ejecución de contracciones musculares y por ello normalmente activan la corteza motora primaria, que a su vez causa el movimiento. Parece más sensato sostener que al iniciar la sesión experimental y en cuanto el sujeto accede a esperar la “aparición” del deseo espontáneo de mover la mano, el sistema nervioso se predispone a gatillar, en tiempos aleatorios, actividad neural premotora inconsciente que pueda eventualmente desencadenar movimientos.

La situación experimental no es apropiada para evaluar la génesis consciente de un comando motor. Lo que se está midiendo entonces, es la relación temporal entre la aparición de un *impulso* premotor inconsciente (RP) conducente a gatillar la actividad de las áreas motoras y el instante en que los sujetos *toman consciencia* de tal predisposición motriz. Pensar que el experimento de Libet tenga algo que decir acerca de la eficacia causal de los estados mentales conscientes me parece totalmente equivocado (con excepción de la posibilidad de veto, la cual, no obstante, sería una pobre contribución causal).

Traigamos a mano un fragmento de la descripción que hace Libet de la instrucción dada a los sujetos antes citada: “se les pedía que ejecutaran una flexión rápida y simple (...) en cualquier momento que ellos sintieran el “impulso” [*urge*] o deseo de hacerlo” (Libet 1985, p. 531). Hablar de “impulso” me parece que refleja fehacientemente la situación experimental, mucho más que hablar incluso de “deseo”, menos aún de “decisión”, “voluntad” o “intención”. La confusión se genera a partir de la ambigüedad con la que el mismo Libet se refiere al caso. En el primer párrafo del mencionado texto por ejemplo dice que: “Si una

decisión o *intención* consciente de actuar (...) entonces la experiencia subjetiva de esta *intención*” (p. 529, énfasis mío). Más adelante incluso es explícitamente ambiguo: “Los sujetos era libres, aun así, de elegir realizar este acto en cualquier tiempo en que el *deseo, impulso, decisión* o *voluntad* apareciera en ellos” (p. 530, énfasis mío). Luego vuelve a mencionar, en el contexto de los problemas metodológicos que tuvo que solucionar: “¿Cómo puede uno medir significativamente el comienzo de la *voluntad, impulso, o intención* consciente de realizar un acto motor voluntario específico?” (p. 530, énfasis mío). Libet está tratando como iguales procesos o estados mentales notoriamente diferentes que tienen, por tanto, connotaciones e implicaciones diversas en relación a lo que se propone evaluar.

Si lo que realmente estuviera evaluando fueran *decisiones conscientes*, entonces estaría poniendo realmente en juego un aspecto esencial de las personas en tanto agentes racionales y conscientes. Con una connotación similar, si lo que se estuviera observando fuera la acción de la *voluntad consciente*, sus resultados tendrían implicaciones directas en relación al libre albedrío y la responsabilidad moral. Además, en estos casos sí parecería más plausible que poner en discusión el rol causal de los estados mentales conscientes. Por el contrario, si el fenómeno en cuestión no es más que la aparición de un *impulso hecho consciente*, las repercusiones son mucho más débiles y no ameritan mayor revuelo, dado que parece plausible aceptar que, concediéndole consciencia a animales no-humanos, como una lagartija, bien podría esta experimentar conscientemente impulsos corporales de moverse en tal o cual dirección, e.g. hacia la intersección con la trayectoria de una presa, sin que esto tenga algo que ver con la eficacia causal de sus estados conscientes. La propia ambigüedad de Libet abrió la puerta a que el debate en torno a sus resultados experimentales se volviera poco preciso y, en mi opinión, absolutamente errado.

Traigamos al presente los comentarios de los neurofisiólogos ya antes citados: “los potenciales cerebrales están disparando trescientos cincuenta milisegundos antes que tengas la *intención consciente* de actuar” (Gazzaniga 1998, p. 73, énfasis mío). Por otra parte Calvin dice: “la actividad cerebral asociada a la preparación para el movimiento comienza un cuarto de segundo antes de que reportes haber *decidido* moverte” (Calvin 1989, pp. 80-81, énfasis mío). Podemos apreciar cómo la aplicación heterogénea de los términos puede pasar desapercibida pero que, en vista de nuestras consideraciones, son un síntoma de la poca claridad y precisión con la que Libet, desde un comienzo, ha tratado el aspecto subjetivo de sus mediciones.

No obstante, hay una sección clave del artículo clásico de Libet en la cual es explícito respecto a qué entiende por acto voluntario:

Un acto es considerado voluntario y una función de la voluntad del sujeto cuando (a) surge de manera endógena, no en directa respuesta a un estímulo externo o señal; (b) no hay restricciones o compulsiones impuestas externamente que directa o inmediatamente controlen en los sujetos la iniciación o realización del acto y (c) de la mayor importancia, los sujetos *sienten* introspectivamente que ellos están realizando el acto en su propia iniciativa y que *son libres* de comenzar o no comenzar el acto de acuerdo a su deseo [*wish*]. (Libet 1985, pp. 529-530, énfasis en el original)

Podría pensarse que estas tres condiciones (a, b y c) efectivamente garantizan que está en juego un aspecto libre y activo de la consciencia en estos experimentos, dado que tales actos motrices no son impuestos por condiciones externas y, por el contrario, son generados por el propio sujeto libremente, condición que a su vez es ratificada en su propia experiencia en primera persona. Sin embargo, al evaluarlos más en profundidad, queda claro que los sujetos no están sino atentos a la aparición de un impulso motriz aleatorio.

Recordemos que estos deben estar mirando el reloj y que una parte crucial de su tarea, para lo cual incluso reciben entrenamiento previo, es identificar la posición exacta de este cuando experimentan “aquello” que eventualmente, si no lo cancelan o vetan, les conducirá al acto motor. Esto los predispone enteramente a la tarea cognitiva de, simultáneamente, atender perceptivamente al reloj, atender introspectivamente a “aquello” en su consciencia que eventualmente les hará moverse y atender a la intersección de ambos eventos para luego reportar la posición del reloj.

Que “aquello” no es sino un *impulso hecho consciente* que ha sido generado inconscientemente por el sistema nervioso con una anterioridad de cientos de milisegundos es perfectamente compatible con que a) sea endógeno, es decir, gatillado por el sistema nervioso del propio sujeto, lo cual a su vez implica que b) no sea iniciado o impuesto desde el exterior, y que c) los sujetos sean libres de consumarlo o no en un acto motriz, dado que *pueden evitar* que se genere un movimiento concreto. Como vemos, la única libertad y rol causal de la consciencia que desde un comienzo se está midiendo y evaluando en estos experimentos es la capacidad de bloquear la realización de un movimiento generado inconscientemente. Los resultados experimentales de Libet solo conciernen a tal limitada capacidad de veto.

Si bien un impulso es en sí un fenómeno o proceso fuertemente activo, dado que tiende a generar o producir movimiento tras su ocurrencia, en tanto impulso motriz consciente es algo de lo que *se es consciente* pero no algo que sea *conscientemente causado o generado*. En este contexto, un impulso es algo que simplemente *aparece o surge* y si uno es consciente de él, puede elegir seguirlo o reprimirlo; lo que justamente defiende Libet es el espacio que queda a la consciencia para influir sobre la actividad motriz. Esto nos da la posibilidad, requerido cierto nivel de madurez y una corteza prefrontal bien desarrollada, de controlar las consecuencias conductuales de estas tendencias motrices. Esta lectura se condice con un ejemplo que el propio Libet da:

Todos nosotros, no solo los sujetos experimentales, hemos experimentado el vetar un impulso espontáneo a realizar algún acto. Esto suele ocurrir cuando el impulso a actuar involucra alguna consecuencia socialmente inaceptable, como el impulso de gritar alguna obscenidad al profesor. (Libet 1999, p. 5)

Es llamativo que, en este ejemplo, Libet se refiera al fenómeno subjetivo en cuestión explícitamente como un “impulso” y no como otra cosa. Es más, hubiese sido muy recomendable que evitara desde un comienzo la ambigüedad de términos y optara en cambio por hablar con la claridad que lo hace en el recién citado fragmento.

Una manera natural de entender un acto voluntario, en cambio, es requiriendo de un proceso de decisión que involucre la capacidad de identificar y evaluar en conjunto las potenciales consecuencias positivas y negativas que tal decisión pueda traer, en relación a un propósito u objetivo, poniendo en la balanza los pros y contras. Evidentemente este proceso no está presente en la situación experimental que hemos discutido, lo cual, sumado a nuestro argumento de que son solo impulsos motrices generados inconscientemente los que están en juego, es suficiente para negar que tales experimentos tengan algo que decir, más allá de la posibilidad de veto, respecto a la eficacia causal de los estados conscientes. Estoy así en plena concordancia con Timothy O'Connor, filósofo crítico del trabajo de Libet, quien afirma que:

Al pedirle a los sujetos que cuidadosamente inspeccionen el tiempo del impulso [*impulse*] a moverse, el científico está invitando a que el sujeto adopte el rol de observador en relación a su propia experiencia consciente, y específicamente a esperar la ocurrencia de un *impulso* [*urge*] no planeado. Esto ciertamente incita a una postura pasiva.

Habiendo decidido que uno se moverá (al comienzo de la prueba), uno espera al *impulso* [*urge*] de hacerlo para actuar en relación a ello. (O'Connor 2009, p. 182)

La postura del filósofo concuerda con la lectura ofrecida anteriormente en la que se sugiere que tales RPs son generados en un tiempo aleatorio por el sistema nervioso, siendo no obstante consecuencia del momento en que se aceptan las condiciones e instrucciones del experimentador y el sujeto *decide* ser parte del experimento.

Concluiré el artículo revisando brevemente algunos trabajos experimentales que dan más fuerza a nuestro argumento de que las conclusiones de Libet no conciernen a movimientos voluntarios y por tanto no servirían de sustento para CCF ni para descartar la eficacia causal de la mente.

Pocket y Purdy (2011) modificaron el experimento de tal manera que los sujetos debían realizar una tarea mucho más cercana a un acto voluntario, *viz.* una decisión, no encontrando RPs que predeterminaran los resultados conductuales. Las investigadoras realizaron dos clases de experimentos tipo Libet. En uno de ellos replicaron las condiciones originales pero se limitaron a darles las instrucciones a las personas solo en términos de “impulsos” [*urges*], evitando hablar de deseo, decisión, voluntad, etc. Sus resultados básicamente replicaron los de Libet: la aparición del impulso de actuar precedía en unos cientos de milisegundos al movimiento actual pero era a su vez precedido por un alza progresiva de los potenciales preparatorios inconscientes. En el segundo tipo de experimento, modificaron radicalmente las instrucciones de tal manera que los sujetos realizaran un proceso mucho más afín a una decisión. Para esto, pedían a los sujetos que decidieran cuál de dos dedos mover. Para ello debían sumar dos números generados aleatoriamente. Si la suma era par, debían mover un dedo, si era impar, debían mover el otro. Los sujetos debían reportar el instante en que la decisión era tomada. El posterior movimiento era registrado objetivamente y marcaba el “0” temporal, tal como en la situación original. La atención de estos se centraba así en el periodo premotor, realizando activamente una operación que simula las ponderaciones racionales, en este caso, literalmente matemáticas, de los habituales pros y contras de diferentes alternativas que uno como agente racional compara, de tal forma de tomar una decisión informada y actuar en consecuencia.

El experimento replica de esta forma condiciones que efectivamente son más cercanas a una toma de decisión que las instrucciones originales de Libet. Sus resultados son perfectamente

concordantes con lo que se ha expuesto aquí. En términos generales, no encontraron evidencia de potenciales neurales preparativos (RPs) previos a la toma de decisiones. Más aún, las investigadoras concluyen que los eventos neurales asociados a la toma de decisiones difieren de lleno de aquellos que preceden y acompañan a la aparición de impulsos motrices repentinos (Pocket y Purdy 2011, p. 40).

Estos resultados concuerdan con otro estudio en el que debía presionarse uno de dos botones dependiendo de la decisión que se tomara ante preguntas fáciles y difíciles por parte del experimentador (Isham 2019). En los casos fáciles en los cuales las personas no requerían esfuerzo para decidir, siendo la respuesta una reacción mayormente automática, se observó RPs cientos de milisegundos antes que la persona presionara el botón de respuesta. En contraste, ante preguntas que requerían un esfuerzo consciente a la hora de decidir, no se observaron RPs. Estos datos concuerdan a su vez con la sugerencia de que decisiones complejas requieren de la consciencia (Soon, He, Bode y Haynes 2013) lo cual concuerda a su vez con la hipótesis de que estados conscientes son requeridos para la toma de decisiones y el planeamiento en situaciones nuevas que requieren la evaluación de múltiples alternativas posibles (Koch 2012).

Es conveniente recalcar que estos estudios complementan, pero no reemplazan, nuestra argumentación de que los experimentos de Libet no conciernen movimientos voluntarios, en algún sentido relevante para el argumento causal. Mientras que estos trabajos están centrados en mostrar que otros resultados se obtienen al replicar un proceso de decisión, en lugar de la situación experimental de Libet, nuestro trabajo estuvo centrado en mostrar la ambigüedad del propio Libet respecto al proceso mental en cuestión, dejando en evidencia y aclarando, especialmente con el ejemplo que el propio Libet da del impulso reprimido del estudiante de ofender al profesor, que lo que Libet está midiendo es el momento en que un impulso motriz *involuntario* se hace consciente. Más aún, mostramos cómo su definición de acto voluntario permite incluir a tales impulsos en dicha categoría, siendo por tanto una definición defectuosa y la raíz de todo un debate mal concebido.

Si bien encontrar la verdadera función o funciones de la consciencia es una tarea activa en ciencia cognitiva que los experimentos revisados aquí están lejos de completar,¹⁴ lo más relevante es que muestran que los resultados de Libet no conciernen al rol activo de la consciencia y

¹⁴ Véase Seth (2009) y Lau (2009) para exposiciones contrastantes respecto a las posibles funciones de la consciencia.

por ende a su eficacia causal (más allá de la putativa capacidad de veto), y que resultados muy diferentes se obtienen al poner en foco procesos mentales más vinculados con la capacidad de realizar actos voluntarios como son las decisiones.

Esto concuerda perfectamente con lo expuesto en nuestra introducción a los experimentos de Libet y su relación con CCF y con el argumento causal en general. Allí argumentamos que los experimentos de Libet, de haber mostrado efectivamente que la conducta voluntaria tiene causas suficientes enteramente fisiológicas, habrían servido de apoyo empírico a favor de CCF, pero contra la eficacia causal de la mente. Por otra parte, lo que el argumento causal realmente necesitaría es evidencia empírica de causas suficientes, enteramente fisiológicas, de conductas respecto a las cuales podríamos a su vez declarar que existen causas mentales, a fin de permitir la identificación ontológica entre los respectivos estados neurales y mentales, siguiendo la lógica del argumento causal. Esta evidencia podría pensarse que proviene de la neurociencia cognitiva de la corteza prefrontal en la cual se estudia el sustrato neurobiológico de los procesos mentales de planeamiento, toma de decisiones, etc., los cuales, tal como los experimentos de Pocket y Purdy (2011) sugieren, no estarían precedidos por estados neurofisiológicos no mentales determinando de antemano lo que solo aparentaría ser el resultado de la operación mental.

Sin embargo, tal como sugiere Fuster (2015), atribuirle a la corteza prefrontal la suficiencia causal en la conducta voluntaria resulta injustificado puesto que la conducta no sería estrictamente un producto de los procesos llevados a cabo en tal corteza sino, más bien, esta última sería un componente más (no obstante uno especialmente relevante) dentro del llamado ciclo sensorio-motriz, donde lo percibido y lo actuado conformarían un complejo dinámico interdependiente (Fuster 2015, pp. 191-192), muy en línea con las perspectivas enactivistas de la consciencia (O'Regan y Noe 2001, Varela, Thompson y Rosch 1991). A su vez, la complejidad de los procesos neurales involucrados es compatible con perspectivas emergentistas según las cuales la consciencia podría ser una propiedad global que afecta las dinámicas locales (Sperry 1991, Varela y Thompson 2003, Freeman 2000).

En resumen, los datos de Libet nos presionan a aceptar la trivial conclusión de que tardamos poco más de un cuarto de segundo en hacernos conscientes de la actividad neural premotora que dispone al sistema nervioso para ejecutar movimientos repentinos. Los famosos experimentos de Libet no presentan por tanto razones empíricas que nos inclinen a aceptar el cierre causal de lo fisiológico, en tanto no mental.

Menos sugieren que la consciencia sea un epifenómeno desprovisto de relevancia causal.

Conclusión

Si lo que realmente se estuviese descartando experimentalmente en los estudios de Libet fuese el rol activo de los estados mentales conscientes, allí donde más intuitivamente parecen ser relevantes, i.e. en la conducta voluntaria, estaríamos enfrentándonos con evidencia a favor del cierre causal de lo fisiológico, en tanto no mental. Sin embargo, estos experimentos solo nos muestran que la introspección consciente de un impulso subpersonalmente generado de movimiento corporal es posterior a los procesos neurales productores de dicho impulso, lo cual es bastante trivial. Si a esto sumamos la radical oposición que dos importantes neurocientíficos, Eccles y Penfield, presentan respecto a las aseveraciones de Papineau, podemos observar cómo el argumento desde la fisiología a favor de CCF y de la vía negativa como solución al dilema de Hempel pierde considerable fuerza. Adicionalmente, expusimos la tensión que los experimentos de Libet generan al interior del argumento causal. En particular, argumentamos que dichos experimentos, en contraste con la investigación general respecto a la función de la corteza prefrontal, efectivamente podrían haber dado sustento empírico a CCF, en cuyo caso hubiesen servido a su vez de evidencia contra la eficacia causal de la mente, haciendo colapsar igualmente el argumento causal. Afortunadamente, podemos concluir que los experimentos de Libet no sirven de evidencia a favor de CCF. Más específicamente, podemos concluir que la vía negativa que apela a la (neuro)fisiología como ciencia del funcionamiento del cuerpo (y sistema nervioso en especial) en tanto no mental, no es una estrategia exitosa para solucionar los problemas conceptuales y empíricos que aquejan al cierre causal de lo físico. Si bien esto no se conforma como una victoria decisiva contra CCF y por ende contra el argumento causal, sí debilita considerablemente una de sus principales motivaciones.

Agradecimientos

Agradezco a los árbitros anónimos por sus comentarios, críticas y sugerencias, que permitieron mejorar sustancialmente este artículo. Agradezco también las críticas y comentarios de los asistentes a las XVII Jornadas Rolando Chuaqui, realizadas en la Universidad de Chile, en agosto de 2016, en las que presenté una versión anterior de este

artículo. Finalmente, agradezco a Francisco Pereira por su cercana y certera guía en la redacción de mi tesis de maestría, de donde se originan las ideas esenciales del presente artículo; y a Diana Pérez, por recibirme en SADAF y discutir conmigo elementos del mismo, durante una pasantía breve de investigación.

Bibliografía

- Baars, B. y Gage, N. (2010), *Cognition, Brain and Consciousness: Introduction to Cognitive Neuroscience*, Oxford, Elsevier.
- Beck, F. y Eccles, J. (1992), "Quantum Aspects of Brain Activity and the Role of Consciousness", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 89, pp. 11357-11361.
- Calvin, W. (1989), *The Cerebral Symphony: Seashore Reflections on the Structure of Consciousness*, Nueva York, Bantam.
- Cea, I. (2019, junio), *Integrated Information Theory of Consciousness, Emergence and Causal Exclusion*. Artículo presentado en la 23ª reunión de la Association for the Scientific Study of Consciousness (ASSC), London, Ontario, Canada.
- Dennett, D. (2003), *Freedom Evolves*, Nueva York, Viking Penguin.
- Eccles, J. (1982), "How the Self Acts on the Brain", *Psychoneuroendocrinology*, 7 (4), pp. 271-283.
- Eccles, J. (1985), "Mental Summation: The Timing of Voluntary Intentions by Cortical Activity", *Behavioral and Brain Sciences*, 8 (4), pp. 542-543, doi:10.1017/S0140525X00044952
- Ellis, G., Murphy, N. y O'Connor, T. (2009), *Downward Causation and the Neurobiology of Free Will*, Nueva York, Springer.
- Freeman, W. J. (2000), *How Brains Make Up their Minds*, Londres, Weidenfeld and Nicolson.
- Fuster, J. (2015), *The Prefrontal Cortex*, Londres, Academic Press (Elsevier), 5ª ed.
- Gazzaniga, M. (1998), *The Mind's Past*, Berkeley, University of California Press.
- Gillett, C. y Witmer, D. G. (2001), "A 'Physical' Need: Physicalism and the via negative", *Analysis*, 61, pp. 302-309.
- Goff, P. (2017), *Consciousness and Fundamental Reality*, Nueva York, Oxford University Press.
- Hallett, M. (2009), "Physiology of Volition", en Ellis, G., Murphy, N. y O'Connor, T. (eds.) (2009), *Downward Causation and the Neurobiology of Free Will*, Nueva York, Springer, pp. 173-186.
- Hempel, C. (1980), "Comments on Goodman's Ways of Worldmaking",

- Synthèse*, 45, pp. 139-199.
- Isham, E. (2019, junio), *Timing of Intent and Action Consequences in Applied Settings*, artículo presentado en la 23ª reunión de la Association for the Scientific Study of Consciousness (ASSC), London, Ontario, Canada.
- Kim, J. (2005), *Physicalism, or Something near Enough*, Princeton, Princeton University Press.
- Koch, C. (2012), *Consciousness: Confessions of a Romantic Reductionist*, Massachusetts, The MIT Press.
- Lau, H. (2009), “Volition and the Function of Consciousness”, en Ellis, G., Murphy, N. y O’Connor, T. (eds.) (2009), *Downward Causation and the Neurobiology of Free Will*, Nueva York. Springer, pp.173-186.
- Libet, B. (1985), “Unconscious Cerebral Initiative and the Role of Conscious Will in Voluntary Action”, *Behavioral and Brain Sciences*, 8, pp. 529-566.
- Libet, B. (1999), “Do We Have Free Will?”, *Journal of Consciousness Studies*, 6 (8-9), pp. 47-57.
- Libet, B. (2002), “The Timing of Mental Events: Libet’s Experimental Findings and their Implications”, *Consciousness and Cognition*, 11, pp. 291-299.
- Libet, B. (2003), “Can Conscious Experience Affect Brain Activity?”, *Journal of Consciousness Studies*, 10 (12), pp. 24-28.
- Libet, B., Gleason, C., Wright, E. y Pearl, D. (1983), “Time of Conscious Intention to Act in Relation to Onset of Cerebral Activities (Readiness Potential): The Unconscious Initiation of a Freely Voluntary Act”, *Brain*, 106, pp. 623-642.
- Montero, B. (2003), “Varieties of Causal Closure”, en Walter, S. y Heckmann, H. D. (eds.) (2003), *Physicalism and Mental Causation*, Nueva York: Imprint Academic, pp. 173-187.
- Montero, B. y Papineau, D. (2005), “A Defence of the via negativa Argument for Physicalism”, *Analysis*, 65 (3), pp. 233-237.
- O’Connor, T. (2009), “Conscious Willing and the Emerging Sciences of Brain and Behavior”, en Ellis, G., Murphy, N. y O’Connor, T. (eds.) (2009), *Downward Causation and the Neurobiology of Free Will*, Nueva York, Springer, pp. 173-186.
- O’Regan, K. y Noe, A. (2001), “A Sensorimotor Account of Vision and Visual Consciousness”, *Behavioral and Brain Sciences*, 24 (5), pp. 883-917.
- Oizumi, M., Albantakis, L. y Tononi, G. (2014), “From the Phenomenology to the Mechanisms of Consciousness: Integrated Information Theory 3.0.”, *PLoS Comput Biol*, 10 (5), pp. 1-25.

- Papineau, D. (2001), "The Rise of Physicalism", en Gillett, C. y Loewer, B. (eds.) (2001), *Physicalism and its Discontents*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 3-36.
- Papineau, D. (2002), *Thinking about Consciousness*, Oxford, Oxford University Press.
- Penfield, W. (1972), "The Electrode, the Brain and the Mind", *Z. Neurol.* 201, pp. 297-309.
- Penfield, W. (1975), *The Mystery of the Mind: A Critical Study of Consciousness and the Human Brain*, Princeton, Princeton University Press.
- Pérez, D. (1996), "Variedades de Superveniencia", *Center for Logic, Epistemology and History of Science*, XIX (2), pp.165-199.
- Pockett, S. y Purdy, S. (2011), "Are Voluntary Movements Initiated Preconsciously? The Relationships between Readiness Potentials, Urges, and Decisions", en Sinnott-Armstrong, W. y Nadel, L. (eds.) (2011), *Conscious Will and Responsibility*, Nueva York, Oxford University Press, pp. 34-36.
- Ramachandran, V. (1998), citado en "The Zombie Within", *New Scientist*, 5 de sept., p. 35.
- Seth, A. (2009), "Functions of Consciousness", en Banks, W. (ed.) (2009), *Encyclopedia of Consciousness*, Vol. 1, Oxford, Elsevier, pp. 279-293.
- Sinnott-Armstrong, W. y Nadel, L. (eds.) (2011), *Conscious Will and Responsibility*, Nueva York, Oxford University Press.
- Soon, C., He, A., Bode, S. y Haynes, J. (2013), "Predicting Free Choices for Abstract Intentions", *Proc Natl Acad Sci*, 110, pp. 6217-6222.
- Sperry, R. (1991), "In Defense of Mentalism and Emergent Interaction", *The Journal of Mind and Behavior*, 12 (2), pp. 221-246.
- Spurrett, D. y Papineau, D. (1999), "A Note on the Completeness of Physics", *Analysis*, 59 (1), pp. 25-29.
- Stoljar, D. (2010), *Physicalism*, Nueva York, Routledge.
- Thompson, E., y Varela, F. J. (2001), "Radical Embodiment: Neural Dynamics and Consciousness". *Trends Cogn Sci*, 5 (10), pp. 418-425.
- Trevena, J. A. y Miller, J. (2002), "Cortical Movement Preparation before and after a Conscious Decision to Move", *Consciousness and Cognition*, 11, pp. 162-190.
- Varela, F. y Thompson, E. (2003), "Neural Synchrony and the Unity of Mind: A Neurophenomenological Perspective", en Cleeremans, A. (ed.) (2003), *The Unity of Consciousness*, Oxford, Oxford University Press.

Varela, F., Thompson, E. y Rosch E. (1991), *De cuerpo presente, las ciencias cognitivas y la experiencia humana*, Barcelona, Gedisa.

Recibido el 12 de junio de 2018; revisado el 14 de junio de 2019; aceptado el 31 de octubre de 2019.