



# El Problema Mente- Cerebro desde la Teoría de la Información

---

Trabajo de Fin de Grado

---

Departamento de Filosofía, Lógica y Filosofía de la Ciencia.

Facultad de Filosofía

Universidad de Sevilla

17 - 09 - 2020

Autor: Fronceda García, Ulises

Tutor: Soler Toscano, Fernando



*Agradecimientos:*

*A mi tutor, Fernando, por toda la paciencia infinita,  
y por devolverme las ganas de volver a la universidad.*

## Índice

Resumen / Abstract.....	pág.2
1. Introducción.....	pág.3
2. ¿Qué es el experimento de Libet?.....	pág.4
2.1. Las claves del experimento de Libet.....	pág.4
2.2. Replicaciones posteriores del experimento de Libet.....	pág.7
2.3. Implicaciones, críticas y conclusiones.....	pág.11
3. Problema mente-cerebro.....	pág.14
4. Perspectiva desde la teoría de la información.....	pág.17
5. Neurociencia y filosofía, una perspectiva actual.....	pág.22
6. Conclusiones.....	pág.24
7. Bibliografía.....	pág.25

## Resumen

El presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) se constituye en base al problema mente-cerebro, abordado desde una perspectiva de la Teoría de la Información. En él se realiza una descripción del experimento de Libet y sus posteriores replicas, y como todos ellos marcaron el camino para comprender si somos libres y conscientes o, por el contrario, estamos sujetos a lo puramente fisiológico. Se pretende abordar como se manifiesta el flujo de información entre la mente, nuestra conciencia, y el cerebro, un órgano enteramente fisiológico. Además, se tratará desde una perspectiva más actual como el avance de la ciencia y la tecnología puede tener implicaciones directas en esta cuestión. En este trabajo se incluye un análisis crítico sobre lo anteriormente expuesto, así como una serie de reflexiones y conclusiones finales.

**Palabras clave:** *conciencia, experimento de Libet, libertad, problema mente-cerebro, teoría de la información.*

## Abstract

The present Final Degree Project (FDP) is based on the mind-brain problem, approached from an Information Theory perspective. In it a description of Libet's experiment and its subsequent replicas is made, and how all of them marked the way to understand if we are free and conscious or, on the contrary, we are tied to the purely physiological. It is intended to address how the flow of information is manifested between the mind, our consciousness, and the brain, an entirely physiological organ. In addition, it will be treated from a more current perspective as the advancement of science and technology can have direct implications on this issue. This work includes a critical analysis of the above, as well as a series of insights and final conclusions.

**Key words:** *conscience, Libet experiment, freedom, mind-brain problem, information theory*

## 1. Introducción

En las últimas décadas se ha revolucionado el debate en torno al libre albedrío y el problema mente-cerebro debido a un experimento que cuestionó todo lo que entendíamos acerca de nuestra conciencia. Dos posturas globales emergen de este debate.

En primer lugar, nos encontramos ante el compatibilismo. Se define como la creencia de que el libre albedrío y el determinismo son mutuamente compatibles, y que es posible conjugarlos sin caer en inconsistencias lógicas.

En segundo lugar, el incompatibilismo. Por el contrario, esta es la posición de que el libre albedrío y el determinismo son lógicamente incompatibles. Intentan responder a la pregunta de si las acciones que realizamos las hacemos porque gozamos de libre albedrío o, por el contrario, estamos completamente determinados. De momento el incompatibilismo alberga a su vez, tres posturas: los libertarios, que niegan que el universo sea determinista; los deterministas fuertes, que niegan que exista el libre albedrío; y, por último, los pesimistas incompatibilistas (o indeterministas fuertes), que niegan ambos.

En el presente trabajo nos proponemos analizar las líneas de investigación que se abrieron a raíz del impacto del experimento de Libet. Posteriormente, esclareceremos el estado actual tanto de los argumentos utilizados por la ciencia como la filosofía para ver el estatus de las diferentes posturas existentes en torno al problema mente-cerebro.

Ofreceremos una perspectiva nueva sobre este tema incluyendo un análisis desde la perspectiva de otras teorías que se han ido desarrollando a la par durante estas últimas décadas, como son la teoría de la información y la de juegos, ambas surgidas en el seno de investigación de los laboratorios Bell.

Finalmente, relacionaremos los temas tratados con una perspectiva actual de la neurociencia y los avances conseguidos por el desarrollo científico-técnico, que parecen estar a punto de una nueva revolución en la fusión cerebro-máquina. Sin duda, como filósofos será nuestro deber estar al tanto de estos avances y mantenernos críticos con las implicaciones de los mismos.

## 2. ¿Qué es el experimento de Libet?

En 1983, el neurocientífico estadounidense Benjamin Libet, publicaría en la revista *Brain*, bajo el título “*Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential). The unconscious initiation of a freely voluntary act*”, un polémico artículo que revolucionaría la raíz misma del clásico debate filosófico sobre la libertad del ser humano. En él se expondrían los resultados de unos experimentos enfocados en la investigación del rol de la conciencia en la generación de la acción motora. No obstante, por la propia naturaleza del experimento, se desencadenaría un gran debate en torno a si los resultados obtenidos por Libet refutan, o no, la existencia del libre albedrío tal y como lo entendíamos desde la filosofía clásica (Libet, Gleason, Wright y Pearl, 1983; Lombardi, 2017).

El experimento de Libet, como se lo conocería partir de ese momento, a su vez estaba motivado por los estudios realizados por los científicos alemanes Kornhuber y Deecke. Ambos se encontraban investigando las señales provenientes de la actividad neuronal electrofisiológica en respuesta a un movimiento o acción que se pedía a los sujetos que participaban que realizasen en momentos concretos. Fue entonces cuando se observó por primera vez una interesante señal que se formaba hasta un segundo antes de que se llevase a cabo el movimiento en cuestión (Álvarez, 2014; Lombardi, 2017).

Kornhuber y Deecke le atribuyeron a dicha señal el nombre en alemán de Bereitschaft-Potential, conocido actualmente en la comunidad científica internacional como potencial de preparación, Readiness Potential o RP, por sus siglas en inglés. Kornhuber y Deecke concluyeron que esta señal precedía a cualquier acto voluntario libre, sin embargo, Libet señaló y criticó que los experimentos estaban condicionados. Esta acusación estaba supeditada a que en los experimentos realizados por estos dos científicos alemanes se les indicaba a los sujetos cuando debían realizar la acción y, por tanto, coartaban la libertad de los mismos para realizarla (Álvarez, 2014; Lombardi, 2017).

### 2.1. Las claves del experimento de Libet

Así pues, los hechos mencionados anteriormente condujeron a Libet a reelaborar los experimentos realizados por Kornhuber y Deecke. El propósito de ello era explorar los actos libres y reportar, así, evidencias empíricas del momento de aparición de la conciencia. Se perseguía el objetivo de ver si esas señales descritas por los científicos alemanes se

correspondían con las de la intencionalidad de los sujetos de querer realizar el acto y descartar, por tanto, que las conclusiones extraídas de los experimentos de Kornhuber y Deecke no se tratasen de una asunción precipitada (Rivera, 2016; Lombardi, 2017).

Sin embargo, el momento de aparición de la conciencia es una experiencia subjetiva que tenía que ser reportada por el propio sujeto sometido al experimento. Esta premisa hizo que Libet se encontrase ante dos desafíos a sortear. Por un lado, tratar de encontrar una forma de transformar esta experiencia subjetiva en datos cuantitativos para poder compararlos con las señales de RP. Por otro, normalizar estos datos subjetivos (de aparición de la conciencia) con respecto a los datos objetivos que recogería, tanto del movimiento de los sujetos, como de la aparición de la señal del RP, pues el reporte de la aparición de la conciencia podría tener una varianza bastante amplia dependiendo del sujeto en cuestión (Lombardi, 2017).

Para ese primer desafío del experimento, Libet tomó un reloj osciloscopio, en el que giraba un punto aproximadamente 25 veces más rápido de lo que lo hace el segundero de un reloj convencional (ver figura 1). De esta forma se lograba que una vuelta de manecilla tardase 2.56 segundos en lugar de 60 para así conseguir aumentar la precisión del experimento al orden de milisegundos. Para registrar las señales del potencial de preparación se utilizó un electroencefalograma (EEG) y para el registro de las señales emitidas al realizar el movimiento en cuestión se empleó un electromiograma (EMG) (Álvarez, 2014; Romero, 2016; Lombardi, 2017).

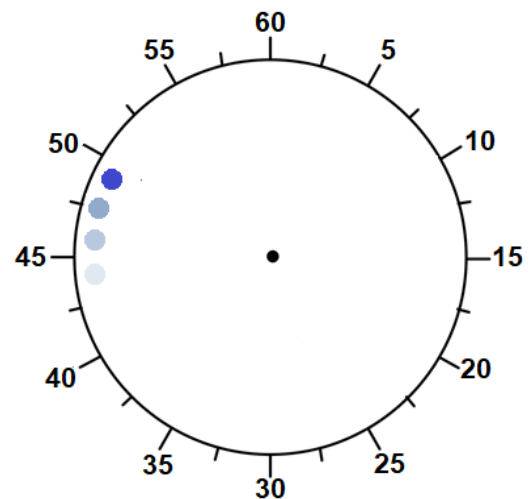


Figura 1: Modelo del reloj osciloscopio empleado por Libet en su experimento. En él se puede apreciar un punto que gira a 2.56 segundos por vuelta aproximadamente.

Para el segundo desafío, Libet indicó a seis de los sujetos que mantuviesen la vista centrada en el osciloscopio. Una vez preparados, realizó tres experimentos diferentes que medirían tres formas distintas de experiencia subjetiva; cada uno de estos experimentos fueron nombrados con las siglas W, M y S, respectivamente. A continuación, se detallará brevemente en que consistían (Lombardi, 2017).

En el primero de ellos (W), los participantes debían llevar a cabo un movimiento de muñeca en el momento en el que sintieran el impulso de hacerlo. Una vez realizado, se les



pedía que indicasen la posición exacta en la que se encontraba el punto del osciloscopio en el momento en que eran conscientes del deseo de mover la muñeca, es decir, cuando notaron la intención de querer moverse (Libet et al., 1983; Romero, 2016; Lombardi, 2017).

En la segunda serie de experimentos (M) también debían realizar un movimiento espontáneo de muñeca, pero esta vez indicando el momento en que aparecía la conciencia de haberse movido (Libet et al., 1983; Lombardi, 2017).

En la última serie de experimentos (S), por su parte, se pidió a los sujetos que no realizaran ningún movimiento y estuvieran tranquilos. A continuación, se les sometía a pequeñas descargas eléctricas sobre la mano en momentos desconocidos para ellos, pero sí conocidos por el investigador y, nuevamente, se les pedía que indicasen el momento en que se volvían conscientes de esta sensación (Libet et al., 1983; Lombardi, 2017).

El resultado obtenido de dicho experimento fue sorprendente. La señal del potencial de preparación (RP) aparecía unos 550 milisegundos, aproximadamente, antes de que se diese el movimiento. Libet esperaba, desde una concepción clásica de la conciencia, que ésta apareciese antes o en tiempos similares al RP, siendo el desencadenante de la preparación muscular para realizar el movimiento. Por el contrario, y frente a todo pronóstico, la voluntad consciente (medida en el experimento W) aparecía, tanto sí los movimientos habían sido planificados como si no, alrededor de los 200 milisegundos previos al acto (ver figura 2) (Fifel, 2018).

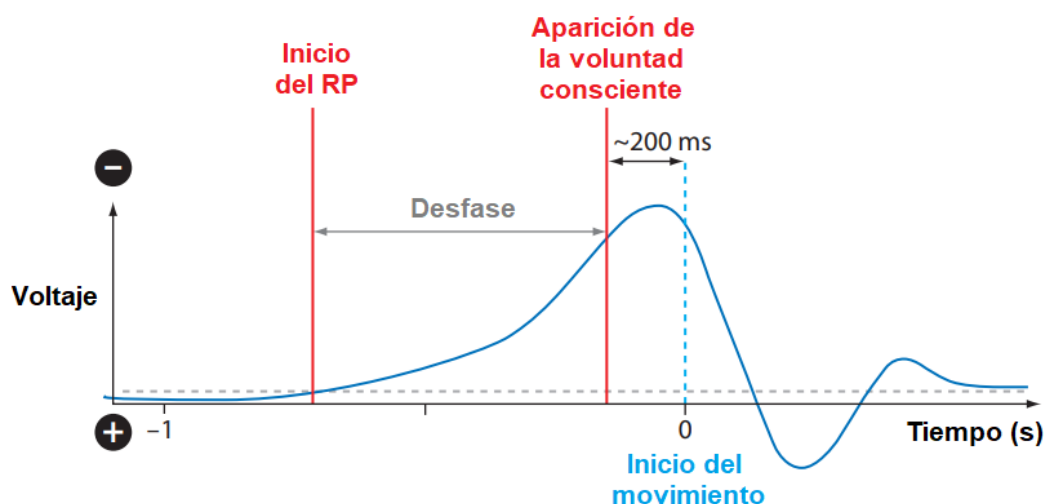


Figura 2: Representación gráfica de los resultados del experimento de Libet. En él se puede apreciar como el inicio del potencial de reposo (RP) se da en torno a unos ~550ms (milisegundos) antes de que se lleve a cabo el movimiento; la aparición de la voluntad consciente de realizar el movimiento, por su parte, aparece en torno a unos 200 ms antes de que se produzca el movimiento. Extraído de Roskies (2010); modificado por Fronceda García, Ulises (2020).

A raíz de los resultados obtenidos por Libet, todo parecía indicar que los movimientos que los sujetos consideraban un acto consciente libre venían originados ya por procesos neuronales inconscientes. Este hecho suponía, por tanto, que nuestra voluntad libre es una ilusión, y que la conciencia se limitaría a dar información de lo que nuestro cerebro ya ha decidido de antemano (Romero, 2016; Lombardi, 2017).

Según Romero (2016), esta conclusión sería la comúnmente aceptada por la comunidad científica, y es por ello que la llama la Interpretación Estándar (IE). Aunque como bien indica, es una postura que el propio Libet rechazó. Así pues, si bien habría un disparador inconsciente de todos nuestros actos volitivos, para Libet recaería en nuestra conciencia el poder vetar y controlar que estos actos se lleven a cabo en los últimos 200 milisegundos antes de que se produzca la acción. A esta libertad de poder elegir si vetar o permitir que se lleve a cabo la acción la llamó “derecho de veto” (Lombardi, 2017).

## **2.2. Replicaciones posteriores del experimento de Libet**

Hasta la fecha, han sido muchas las replications del experimento de Libet dada la repercusión que tuvo. Sin duda, con el objetivo de contrastar los polémicos resultados, los científicos buscaron, sobre todo, medir de forma más precisa la citada experiencia subjetiva de la conciencia, pues es donde podría haber más problemas conceptuales y errores relacionados con el instrumental empleado por los investigadores.

Veamos, a continuación, una síntesis de las replications más relevantes del experimento, con tal de hacernos una idea del *state-of-the-art* del problema. Hay que aclarar que en las replications que se presentan, aunque sean llamadas “replicas”, no lo son en el sentido literal, pues los diferentes investigadores modificaron determinadas variables y elementos del experimento original con el fin de lograr una mayor precisión y exactitud en los resultados ya descritos por Libet.

Según Lombardi (2017), por la naturaleza de dichos experimentos, todas las replications posteriores pueden agruparse, finalmente, en cuatro grandes líneas: (i) aquellos experimentos que investigaron la actividad cerebral que antecede al movimiento de los sujetos; (ii) los que se centraron en el estudio de la conciencia; (iii) los que criticaron que el experimento de Libet no podía sacar conclusiones acerca de la libertad del hombre por sus limitaciones; (iv) y, por último, aquellos que extendieron el experimento con instrumentos y metodologías de

mayor precisión, de forma que los resultados que se lograsen fuesen más rigurosos que los obtenidos en el experimento original realizado por Libet.

De entre todos aquellos autores que realizaron replicaciones de este experimento, destacan algunos de especial relevancia. Este es el caso de Keller y Heckhausen (1990), que se adscriben a la tercera corriente. Tras su investigación, ambos concluyeron que el experimento original de Libet generaba una expectación en los sujetos que los condicionaba, en primera instancia, a sentir una urgencia de moverse, aunque fuera en cualquier momento. Por tanto, ambos postularon que los movimientos condicionados ocurren siempre inconscientemente y que, además, el acto de volverse consciente de ellos es porque los sujetos permanecen atentos a que eso ocurra, generando la sensación de que son voluntarios. De acuerdo con el artículo original, podemos ver que alegan lo siguiente:

*“[...] nuestros resultados sugieren que la intención general de moverse ha sido inducida por el instructor al comienzo del experimento. [...] Era el aviso de que controlarían introspectivamente sus procesos mentales lo que llevó a los sujetos a percibir la sensación de <querer moverse>”* (Keller y Heckhausen, 1990, p. 360).

A este fenómeno se le denominó “*subjective back referral*”, y sería la razón por la cual nuestra conciencia lo único que haría realmente sería atribuirse el movimiento realizado que fue iniciado inconscientemente.

En esta línea de aquellos que apuntan a que Libet no podría sacar conclusiones sobre la libertad se adscriben también autores como Banks e Isham (2009) o como Haggard y Eimer (1999), para quienes la forma clásica de entender la conciencia (pensar y luego actuar en consecuencia) es simplista paradójicamente. Todos ellos entienden que, bajo estas pruebas, muchas de nuestras acciones provendrían de procesos inconscientes.

En su replicación, Banks e Isham (2009) llegaron a la conclusión de que, si el tiempo de respuesta percibido es un elemento fundamental para reportar el momento de la intención, conseguir atrasar la percepción de ese momento daría como resultado tiempos en la serie W más tardíos. Y efectivamente así fue. Hicieron que el sujeto metiera la mano, junto al botón que debía pulsar, en una caja opaca. Posteriormente iniciaba el experimento. Al sujeto le presentaba un video “en tiempo real” sobre lo que estaba pasando en el interior de la caja. No obstante, la realidad es que el video que les mostraban estaba atrasado unos 120 milisegundos con respecto a la realidad. Los resultados que obtuvieron fueron que, tal y como pensaban, la percepción de haber pulsado el botón llegaba más tarde y, en consecuencia, también lo

reportaban más tarde. Tras estos hechos, Banks e Isham concluyeron que la conciencia se vería alterada por nuestra percepción, y que el acto se produce igualmente, aunque tengamos la ilusión de que aún no lo hemos llevado a cabo. Si ya sabíamos que los sentidos nos engañan, ahora sabemos que la conciencia también lo hace.

En el extremo de ese espectro, y con un gran impacto tanto en la comunidad filosófica como científica, se encuentran los autores Soon, Brass, Heinz y Haynes (2008), que afirman que la conciencia directamente no toma las decisiones, sino que cuando aparece esta, las decisiones ya están tomadas desde hace tiempo.

De su replicación del experimento de Libet destaca que decidieron centrarse en predecir los movimientos que realizarían los sujetos. En este caso, a diferencia de los citados anteriormente, el sujeto sometido al experimento tenía la opción de elegir entre dos botones que pulsar (en todos los experimentos anteriores solo existía una opción). Además, otro de los cambios relevantes fue que decidieron emplear imágenes obtenidas a través de resonancia magnética funcional (fMRI) para medir la actividad cerebral de las regiones dedicadas al movimiento en cuestión. Esto supone una diferencia sustancial que rompe con todo lo anterior, pues esta es una tecnología mucho más avanzada que el electroencefalograma que se empleaba hasta la fecha para medir dicha actividad cerebral (Soon et al., 2008).

Así pues, todo esto permitió que se pudiese observar actividad electrofisiológica hasta 10 segundos antes de que apareciese la conciencia de querer moverse. Y, por último, lo más importante de todo esto es que era posible predecir qué movimiento realizaría un sujeto hasta 7 segundos antes de que se llevase a cabo en un 60% de los casos estudiados, un margen mucho más amplio que el que se estimó con el RP del experimento original de Libet (Soon et al. 2008).

Y en extensión a esto último, Fried (2011), consiguió predecir con un 80% de seguridad y 700 milisegundos de anticipación, cuál era el botón que iba a seleccionar el sujeto sometido al experimento. Esto lo logró a través de la monitorización de un grupo de 256 neuronas correspondientes al área motora del encéfalo.

Por su parte, Matsushashi y Hallet (2008), criticaron que el reporte subjetivo y la memorización que tenían que hacer los participantes añadía una varianza al experimento que restaba validez tanto al propio ensayo como las conclusiones que se podían extraer de él. Esta lógica los llevó a trabajar en tratar de prescindir de dicho elemento subjetivo. Para lograr este objetivo, antes de que los sujetos movieran la muñeca se les reproducía unos tonos con

intervalos aleatorios y carente de sentido para los participantes, pero no para los observadores, que conocían que se estaba reproduciendo en cada momento.

Así pues, una vez empezado el experimento, si oían el tono al querer moverse, debían detenerse. Con esto, los participantes indicaban inmediatamente si tuvieron la intención de moverse. Esta nueva forma de identificación permite prescindir de la necesidad de memorizar que tenían los sujetos de experimentos anteriores, pues los investigadores conocían con precisión el momento concreto en el que se había reproducido el tono en cuestión (Matsuhashi y Hallet, 2008).

Con este método se consiguió que los tiempos en los que se reportaba la aparición de la conciencia se redujesen considerablemente. A esta serie de ensayos la nombraron con la letra T y, a diferencia de los experimentos de la serie W de Libet, esta aparición de la conciencia se daba ahora alrededor del mismo tiempo que el RP, a veces antes, y otras no mucho después, lo que era suficiente para poner en duda la relación causal que extraían en los demás experimentos y considerar que, en realidad, se trataban de procesos independientes sin correlación (Lombardi, 2017).

En relación a los experimentos de Matsuhashi y Hallet, tenemos el caso de la replicación llevada a cabo por Guggisberg, Dalal, Schnider y Nagarajam (2011), quienes consiguieron tiempos similares para la toma de conciencia pero, esta vez, observando las oscilaciones neuronales conocidas como “frecuencia gamma”. Descubrieron que esta frecuencia se disparaba al mismo tiempo que la toma de conciencia y coincidía, al mismo tiempo, con el RP, aumentando gradualmente hasta que se ejecutaba el movimiento. Estos autores lo consideraron como un proceso dinámico que posee distintas etapas, con diferentes estados “conscientes” progresivos hasta llegar al movimiento.

Posteriormente, a este fenómeno de conciencia dinámica, otros autores como Romero (2016), lo llamarían la distinción de “grados de conciencia”. Además, esta será considerada necesaria para comprender la crítica relativa al problema al que se enfrentaba Libet, pues este no era tan sencillo como parecía en primera instancia, sino que esconde cientos de matices en la complejidad intrínseca de la conciencia humana.

### 2.3. Implicaciones, críticas y conclusiones

Como hemos visto, existe una corriente de autores que defienden que el RP es un desencadenante del movimiento voluntario, mientras que otros apuestan a que no puede considerarse nada más que un estado de expectación. Así mismo, y de forma respectiva, para los primeros, cuando somos conscientes de querer movernos, el inconsciente ya ha iniciado toda la maquinaria cerebral para realizar el movimiento, como es el caso de Soon et al. O Fried et al.; mientras que, para los segundos, entre ellos el propio Libet o Matsuashi y Hallet, defienden el derecho a vetar de la conciencia, o incluso tienen pruebas de que existen formas de una “metaconciencia” primaria, en palabras de Guggisberg et al., que rivaliza con la idea de que el RP sea el causante de toda acción (Matsuhashi y Hallet, 2008; Soon et al., 2008; Fried, Mukamel y Kreiman, 2011; Guggisberg et al. (2011).

En un punto intermedio entre las dos líneas presentadas anteriormente se encontraría Banks e Isham, o Keller y Heckhausen. Estos defienden que tanto los procesos conscientes como inconscientes influyen en el resultado final de tomar decisiones, como una mezcla más compleja que los actuales modelos volitivos (Keller y Heckhausen, 1990; Banks e Isham, 2009).

La mayor crítica al experimento de Libet, por su parte, vino de la consideración de que el reporte subjetivo de cada participante era suficiente como dato empírico contrastable con los objetivos ofrecidos de la instrumentación. De hecho, los autores que, como hemos visto, modificaron el experimento para ofrecer unos datos más precisos del reporte de la toma de conciencia, llegaron a la conclusión de que el RP no supone un dato fundamental que lo correlacione estrictamente con un movimiento iniciado inconscientemente, ya que consiguieron tiempos en ocasiones anteriores a la propia señal.

Igualmente, el filósofo Daniel Dennett criticó en su popular libro *Freedom Evolves* el modelo volitivo al que había concluido Libet a raíz de sus experimentos. Precisamente por las ambigüedades en los tiempos observados por unos y otros científicos, antes y después del RP, dice Dennet, no se puede argumentar que haya una clara conclusión acerca del determinismo neurológico por el cual todas nuestras acciones tendrían un origen inconsciente (Dennet, 2003).

Además, otra crítica igualmente importante, radica en el hecho de que, para realizar el experimento, el sujeto ya *sabe* de antemano qué acción tiene que realizar. Por ello, es lógico

pensar que las áreas del cerebro que se encuentran implicadas en dicha ejecución del movimiento estén ya activas antes de realizarlo, lo que explicaría el potencial eléctrico preparatorio (Baciero, 2012).

A modo de ejemplo, si *sabemos* que estamos en peligro en plena naturaleza, esperamos ser atacados en cualquier momento, por lo que nuestro cuerpo estará preparado para defenderse ante cualquier mínimo indicio. Es lógico pensar, por ende, que la conciencia al saberlo de primera mano, *delegue* a nuestro inconsciente prepararse, y de este modo poder reaccionar más rápido que si simplemente estuviéramos despistados. Por tanto, otra hipótesis sería simplemente que es la conciencia la que delega al inconsciente voluntariamente, y no al revés, por motivos de ahorro energético al respecto de la atención activa cognitiva, y al procesamiento de datos tan grande que tenemos que hacer por medio de nuestros sentidos.

Más bien, todo parece indicar que la opción moderada sería la más apropiada para hablar en términos generales de la libertad del ser humano. Sólo en el ámbito restringido de movimientos de muñeca, botones y señales visuales o auditivas se ha conseguido predecir, en las diversas pruebas, los movimientos que se realizarían, pero únicamente en un estado de expectación constante. Esto es, sabemos qué tipo de movimiento puede realizar el sujeto, y bajo qué condiciones, por lo que atribuir cualquier tipo de actividad neuronal a la sola causa de saber que se moverá resulta ser, sin duda, muy reduccionista desde una perspectiva filosófica.

En efecto, parece ser que, para los movimientos simples y esperables, la maquinaria cerebral que conforma el inconsciente tiene mucho que ver. Es como si los impulsos que podamos tener sean irrefrenables, precisamente porque son sencillos y no tienen un impacto grande en el coste de elección, es decir, hacerlo no nos otorga un beneficio o perjuicio como para tener que pensarlo mucho más, por lo que estas tareas las dejamos con el “piloto automático”. Pero ante problemas racionales complejos, nuestra conciencia se toma mucho más tiempo, y de ningún modo estos experimentos son extrapolables a tales situaciones.

Por su parte, Romero (2016) hace una crítica a estos movimientos simples catalogándolos de “acciones inmediatas”. Para él, es necesario establecer una clara diferencia entre tener una urgencia o deseo de hacer algo (condicionado por los experimentos) y lo que realmente te decidas a hacer. Por ejemplo, cuando sentimos el impulso de hacer algo que al final no realizamos; cuando, en cambio, nos dejamos llevar por dichos deseos; o cuando preferimos planear a futuro con tiempo.

En definitiva, una gran variedad de estados de conciencia, y no una sola estudiada en estos experimentos, que es la de “sentir un impulso” de mover la muñeca o pulsar el botón, ya que resultan acciones irreflexivas que, por tanto, poco podrían relacionarse con una conciencia libre de decidir. Es decir, para Romero se trata de un reduccionismo en tanto que entendamos por los resultados del experimento que es esta misma conciencia la que está comprometida por el inconsciente en todos los casos.

Es por esto que Libet afirma que estos impulsos de acción inmediata serían irrefrenables una vez que, desde la señal del RP se pase el umbral de los 200 milisegundos en los cuales la conciencia no tendría ya el derecho de veto. No obstante, recientes estudios demuestran que es posible cancelar o alterar la iniciación del movimiento incluso pasado lo que se consideraba en Libet el punto de no retorno (Fifel, 2018).

Por ello, Fifel afirma que el RP podría tratarse de un reflejo de anticipación general, o quizás solo ruido neuronal de fondo. Ya que no están aún descubiertas por completo las relaciones entre las partes cerebrales y su función completa con respecto al RP, el autor estima que más funciones ocultas podrían estar escapando para el mismo tipo de señal: "Por tanto, el RP debe estar codificando otros procesos además de la preparación para la acción motora". Y concluye nuestro autor: “Se necesitan otros estudios de cara al futuro que contrasten estas alternativas” (Fifel, 2018, p. 786).

Sin duda, es relevante la crítica al experimento que realiza Soler (2009) sobre la replicación de Haynes y sus colaboradores del Instituto Max Planck, que resultó ser la que tuvo más impacto, reviviendo así el debate sobre el libre albedrío. La primera crítica era que el porcentaje de aciertos en el experimento es muy bajo; la segunda, que algunas acciones sean dirigidas inconscientemente no implica que la mayoría lo sean y, por tanto, que se coarte la libertad de decisión. Así dice Soler:

*“El hecho de que un experimento muestre que tal o cual tipo de acción es controlada inconscientemente no debería, de entrada, causar mayor sorpresa, ya que la mayor parte de las acciones que realizamos a lo largo del día poseen ese carácter más o menos inconsciente”* (Soler, 2009, p. 244).

Y, por último, que no se pueden considerar decisiones libres si no hay deliberación, dado que se les pide a los sujetos que realicen un movimiento “cuando sientan el impulso de hacerlo”. Por lo que concluye rotundamente:



*“[el experimento y sus replicaciones] poco o nada que ver con las situaciones en las que se manifestaría la libertad humana” (Soler, 2009, p. 245).*

Asimismo, el profesor Soler crítica que, en el estado actual de la neurociencia, la postura que defiende el determinismo total y niega incluso el libre albedrío, está aún muy verde. No hay suficientes pruebas para posicionarse con rotundidad, y afirma que se necesitan diseñar experimentos más sofisticados que las hasta ahora vistas replicaciones de Libet, pues quedan muchas incógnitas abiertas, y por el momento irresolubles con las herramientas disponibles actualmente (instrumentos científicos y cuerpos teóricos en neurología). Así pues, ya que por el momento los experimentos son muy restringidos, Soler apuesta por que estos se deben abrir en complejidad, no ser repetitivos (para despejar la hipótesis de los automatismos del inconsciente), y en los que el sujeto no tenga límite de tiempo o presión añadida por parte de un supervisor o investigador (Soler, 2009).

### **3. Problema mente-cerebro**

Sin duda, una de las grandes cuestiones de la filosofía se vertebra alrededor del problema mente-cerebro, o como se denominaba en sus orígenes, el dualismo alma-cuerpo. Según Goñi-Sáez y Tirapu-Ustárriz (2016), gran parte de la producción filosófica del siglo XXI dirige sus investigaciones a este problema, culminando en la emergencia del campo de la filosofía de la mente.

Como hemos visto, las conclusiones del experimento de Libet abrieron el campo de la neurociencia en busca de factores determinantes, que expliquen las causas de todas las manifestaciones de la conciencia humana, el pensamiento, sensaciones, etc.

Así, el denominado determinismo neurológico se abre paso en el problema de la relación mente-cerebro como la postura monista dominante. Como comenta Baciero (2012), es como si este fuera “una nueva versión” que se apodera de las causas perdidas del materialismo naturalista de finales del siglo XIX, pero ahora ya fundamentada en un método científico más refinado, y que, por tanto, se escuda en una complejidad que merece ser atendida, analizada y criticada.

A su vez, en el terreno filosófico, se han ido construyendo también tesis de tipo reduccionista que han tenido gran impacto en el terreno de la filosofía de la mente. Nos encontramos con las interpretaciones monistas de Patricia Churchland, una pionera que fundó

el campo de la “neurofilosofía”, una fusión de las visiones deterministas, tanto filosóficas como científicas, en el ámbito de la neurociencia. Este campo tiene el objetivo de explicar todas las manifestaciones de la mente humana desde los componentes fisiológicos cerebrales, y de ir en contra de las intuiciones de carácter dualista de la psicología popular (Baciero, 2012). En términos actuales, la neurofilosofía se ocupa de analizar la repercusión filosófica de los descubrimientos de la neurociencia.

En el paisaje actual de corrientes, esta se adscribiría al del materialismo emergentista, en contraposición a otros modelos ontológicos como el dualismo interaccionista, el funcionalismo, la teoría de la identidad, etc.

Esta primera corriente quiere dar respuesta al problema mente-cerebro desde una neurociencia cognitiva fundamentada filosóficamente (Goñi-Sáez y Tirapu-Ustárróz, 2016). En este contexto, el materialismo emergentista defiende que es la neurociencia la única vía de investigación que porta la antorcha de la verdad para estudiar el cerebro y sus procesos neurocognitivos, que constituirían lo que entendemos por conciencia.

Según Fifel (2018), el determinismo neurológico es compatible tanto con el fisicalismo (todos los estados mentales son causados por el cerebro) como con el interaccionismo (mente y cerebro, aunque distintos e independientes, ejercen un efecto causal el uno en el otro).

No obstante, el monismo materialista de Bunge (el materialismo emergentista) se distancia del fisicalismo puro, pues, bajo su defensa, aunque todo lo real sea material, no todo lo real es físico. De este modo, la mente es un componente no material que pertenece a un objeto material, el cerebro (Goñi-Sáez y Tirapu-Ustárróz, 2016).

La defensa de Goñi-Sáez y Tirapu-Ustárróz (2016) se encamina en encajar un proyecto científico-filosófico como único futuro viable para alcanzar un estatuto epistemológico coherente que dé cuenta de la realidad del problema mente-cerebro. Para ellos, “la realidad es ontológicamente independiente de la actividad cognitiva del sujeto cognoscente” (Goñi-Sáez y Tirapu-Ustárróz, 2016, p.137), es decir, que rechazan la clásica fórmula de que “la mente existe independiente del cerebro”.

Como vimos, los defensores de la postura determinista en las replicaciones de Libet, afirman que “no soy yo quien decide conscientemente mover la muñeca, sino mi cerebro”. Esto es lo que Bennett, Maxwell y Peter Hacker denominan la falacia mereológica. Esta consiste en el estudio de las relaciones entre el todo y sus partes como, por ejemplo, atribuir a partes de un

organismo propiedades que sólo aplican al organismo entero. Por tanto, la afirmación está atribuyendo unos predicados psicológicos únicamente al cerebro. Pero como indican, yo soy yo en mi totalidad, la persona que observa o escucha, no el cerebro ni los ojos ni los oídos por separado (Romero, 2016).

Por su parte, el psicólogo experimental Daniel Wegner, sin embargo, prefiere adscribirse a la corriente del epifenomenalismo antes que la del fisicalismo. Wegner argumenta en su obra más famosa (“The illusion of Conscious Will”) que la mente es una ilusión que nace de la actividad cerebral. La mente, afirma, no es un reflejo fidedigno de la realidad porque esta es fácil de engañar. Pone el ejemplo de los ilusionistas, los cuales toman ventaja de esto todo el tiempo para conseguir hacer “trucos mágicos”. Así, en numerosos experimentos que llevaron a cabo con participantes, consiguieron hacerles pensar que realizaron ciertas acciones cuando en realidad no las llevaron a cabo jamás. Quizás, deja caer el autor, nosotros somos constantes víctimas de una ilusión; de la misma manera que el ilusionista engaña a los sujetos, nuestro cerebro juega con nosotros (Madar, 2014).

En contra del epifenomenalismo, Madar (2014) dice que su argumento favorito radica en el hecho de que la conciencia parece una forma muy ventajosa desde un punto de vista evolutivo, mientras que de lo contrario, resultaría difícil imaginarse por qué procesos que llevaron a una conciencia sin control podrían haber sido seleccionados en la naturaleza (selección natural). También es un argumento que encontramos en Dennet (2003).

La posición de Wegner tiene numerosas observaciones que juegan a su favor, según Muñoz (2013). Sin embargo, también cuenta con posiciones en contra como Nahmias, que critica que Wegner ignora deliberadamente las intenciones conscientes que suponen acciones planeadas o deliberadas con tiempo. En efecto, cualquier acción que requiera para realizarse tomar una elección en un problema racional. Serían adecuados experimentos con problemas tipo dilema del tranvía, en las que el sujeto no pueda decidir fácilmente sin cargar la conciencia moralmente. Ya que parece que en los de tipo Libet, simplemente se le pasa la tarea a nuestro cerebro para que se deje llevar (nunca mejor dicho) por el inconsciente.

Como vemos existen multitud de corrientes, motivo por el cual Dennet afirma que para continuar con el debate en el futuro, las distintas ramas deben ponerse de acuerdo en lo que entienden por “libre albedrío”, pues este tiene significados distintos según qué postura. Para él, muchas de las concepciones acerca del libre albedrío son compatibles con la evidencia emergente de la neurociencia. Es por esto por lo que se le considera compatibilista, es decir,

que cree que libre albedrío y determinismo son mutuamente compatibles sin ser incoherente (Dennet, 2003).

#### **4. Perspectiva desde la teoría de la información**

Nacida en pleno siglo XX, a raíz del desarrollo de los Mass Media, la Teoría de la Información o Teoría Matemática de la Comunicación supone un intento de discernir con precisión la capacidad para transmitir la información que tienen los diferentes sistemas de comunicación. Aunque otros sentaron las bases, fueron Shannon y Weaver en 1949 los que dieron vida a esta teoría, postulando todos sus principios (López, Parada y Simonetti, 1995).

El modelo de comunicación que desarrollaron estos autores tiene una serie de elementos concretos: la fuente de la información, el transmisor, el canal, el receptor o destinatario, el mensaje y diversas fuentes de ruido. Así pues y, por tanto, al ser un sistema tan amplio, en él caben formas de comunicación muy diferentes (López et al., 1995).

Por lo general, cuando pensamos en “comunicación”, el principal concepto que se nos viene a la mente es el intercambio de información *in situ*, el que se da entre dos personas que mantienen una conversación, por ejemplo. No obstante, el concepto de comunicación no tiene por qué hacer alusión de forma necesaria a ese flujo de información “en el acto”, sino que también puede darse con aquella información que es previamente guardada y puede recuperarse en un momento posterior, de forma asincrónica (MacKay, 2003).

Del mismo modo, se tiende a pensar que dicha comunicación se refiere a cualquiera de las formas que tenemos de obtener información los humanos (a través del lenguaje oral o escrito, por ejemplo); este sería el caso de las líneas telefónicas, o las telecomunicaciones por satélite, o este mismo texto almacenado originalmente en un disco duro (MacKay, 2003).

No obstante, y por extensión, este modelo de comunicación puede ser empleado en cualquier sistema donde se produzca la emisión, transmisión y recepción de información. Un ejemplo de esta comunicación menos intuitiva sería la herencia de caracteres genéticos de padres (emisores) a hijos (receptores), a través de la transmisión de la información contenida en el ADN (canal). Otro ejemplo sería el caso que nos ocupa en este trabajo: la transmisión de información entre nuestra mente y nuestro cerebro, entendiendo la mente como nuestro consciente, el Yo, y el cerebro como nuestro sistema nervioso central (elemento puramente fisiológico), ¿qué tipo de comunicación se dará entre ambos? (MacKay, 2003).

Es esto último lo que sustenta la investigación del presente trabajo, enmarcando esa dualidad mente-cerebro desde una perspectiva de la teoría de la información. Hasta ahora, hemos investigado el enorme impacto que ha tenido el experimento de Libet en el clásico debate por el libre albedrío y si verdaderamente tenemos capacidad de elección. Hemos visto también, que han emergido numerosas corrientes en torno al problema mente-cerebro y cómo se enraízan alrededor de la pregunta por la conciencia humana.

Este trabajo se propone pues, conjugarla con una línea de investigación que parece estar descuidada en el marco actual de la discusión, y que sin duda nos parece que puede dar una nueva perspectiva relevante. Esta línea es el campo de la teoría de la información y sus relaciones con la teoría de juegos, así como el subcampo de la comunicación y la neurociencia.

Sin lugar a dudas, en el avance en la investigación de este enigma ha tenido una importancia vital el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Podemos contar con el progreso de las técnicas de lectura de las respuestas cerebrales, así como con el desarrollo de las teorías que se gestaron a mitad del siglo XX, muchas de ellas nacidas en los laboratorios Bell (Gertnet, 2012). Y por supuesto, con el desarrollo del campo de la filosofía de la mente, la neurología y la psicología, entre otros.

Precisamente, como vimos en el apartado de críticas al experimento de Libet, el reporte subjetivo de los participantes suponía el mayor de los problemas empíricos para dar validez a un experimento del que su impacto tendría una enorme repercusión. Es interesante, por tanto, rescatar aquí el cómo los autores Matsushashi y Hallet consiguieron una forma más precisa de medir el reporte de la toma de conciencia. Como vimos esto llevo a considerar que el RP podría ser considerado independiente del acto cognitivo, y ser más una forma de observar un indicador general de que habrá o se detendrá un movimiento.

Nos planteamos aquí, en el marco de la teoría de la información ¿Quién es el emisor y quién el receptor en este canal de comunicación? ¿Quién recibe la información primero? ¿Influye uno en otro (interaccionismo)? Y, si es así ¿Qué nos dice la diferencia en los resultados de los experimentos?

Si Matsushashi y Hallet (2008) consiguieron otros resultados fue porque mejoraron su método para medir con precisión *cuándo la información sale*. Es decir, que había un  *cuello de botella* en la instrumentación y metodologías empleadas para medir el reporte subjetivo. El cuello de botella era el tiempo que tomaba el propio sujeto en memorizar la información del osciloscopio y *reportar, comunicar* esta otra información al instructor del experimento.

Pensamos aquí, por tanto, que hay varios canales de comunicación que desde el punto de vista de la teoría de la información estaban saturados, generando, por ende, un retraso en la llegada al receptor del mensaje pertinente. Cuando se liberaron estos canales de comunicación, que en la replicación de Matsushashi y Hallet (2008) consistía en liberar al sujeto del reporte subjetivo de su experiencia, el mensaje llegó mucho más rápido al receptor, con el cual se pudo concluir que la toma de conciencia puede ser previa a la señal recogida de RP.

Parece crucial, por tanto, que esta perspectiva no se haya considerado. Si consideramos tal y como nos explica MacKay (2003) la comunicación entre dos sistemas cualesquiera, sean sincrónicos o asincrónicos (realizados en el momento, o enviados y leídos más tarde), sea en este caso nuestra conciencia el emisor, y el receptor del mensaje el instructor, entonces podremos percatarnos de que el sistema *in-between* no era óptimo. Los otros científicos no dudaron en saltar a las conclusiones con un sistema ineficiente, en el que un mensaje llega antes que el otro por la idiosincrasia misma del experimento.

De la misma forma, como consideramos en el apartado de Libet, la conciencia puede tornarse el primer emisor de la cadena, si este ya sabe de antemano que es lo que tiene que hacer. En efecto, para realizar el experimento los instructores tienen que dar la orden a los sujetos de que estén atentos a los impulsos de su yo interno, para mover el dedo en el caso del botón, o la muñeca. Es por esto, que la consideración del orden de los factores en la cadena de comunicación endógena es crucial para entender los resultados del experimento.

El propio Soler (2009) criticaba, como vimos, que no podría considerarse que hubiera deliberación si se les exigía a los sujetos que atendiesen a este impulso interno previamente al comienzo del experimento. Desde la perspectiva de esta teoría, un intercambio de información *ya* ha ocurrido antes de que empiece el mismo. Y otro tanto, ocurre *durante*, aunque en ese momento, este sea tan ineficiente como la transformación que ocurre en nuestra conciencia en el paso de *pensamiento* a *verbalización*. Más aún, si tomamos a la memoria como segundo agente emisor, ya que le tiene que enviar a la conciencia la información que había guardado hace unos segundos de cuándo fue que pensó en querer moverse.

En síntesis, la conciencia *tiene* información previa con órdenes de moverse, recordar el momento en el que se quiso mover, rescatar esta información de la memoria y finalmente, de verbalizar el mensaje. Asimismo, nos saltamos la hipótesis, de que sea la conciencia la que envía antes al inconsciente el que esté en un estado de preparación, lo que concordaría con las

conclusiones de que, una vez activado el RP, es señal de que habrá movimiento. Es decir, que hayamos encargado al inconsciente a que tenga vía libre para moverse involuntariamente según los impulsos que vengan. Y que una vez realizados, corroboraría la tesis de que nos los atribuimos como nuestros, ya que sería en este papel, nuestra conciencia en un primer momento, quién delegó al inconsciente poder hacerlo.

Además, aunque la descripción del fenómeno pudiera parecer caer en la falacia mereológica de Bennet, Maxwell y Hacker, o un dualismo consciente-inconsciente, en realidad es meramente descriptiva, ya que *nosotros* nos tratamos (a nosotros mismos, es decir al yo consciente) siempre como un todo. Todo el tiempo nuestro pensamiento descarga tareas automáticas, simples o repetitivas fuera de la atención activa. De lo contrario, el *procesamiento de información* que tendríamos que hacer durante todo un día resultaría completamente agotador Kahneman (2012).

Hablando en términos energéticos, el psicólogo Daniel Kahneman en su famoso libro “Pensar despacio, pensar rápido” reportaba los resultados de su investigación en cuanto a los sesgos cognitivos. Sin duda, una de sus conclusiones más relevantes a este caso, es la división de lo que denomina “Sistema 1” y “Sistema 2”. La mente crea el pensamiento de manera rápida, automática, repetitiva, emocional e inconsciente en el sistema 1 cuando genera intuiciones que con frecuencia nos sirven, aunque no siempre. Por el otro lado, la mente procesa de manera lenta, pausada, racional y consciente en el sistema 2, cuando necesita deliberar problemas más complejos, aunque por lo general es “perezosa”.

Esta última denominación de Kahneman, explica, es porque el sistema 2 requiere mucha más energía cognitiva que el sistema 1, y la mente está desarrollada evolutivamente para ahorrar energía siempre que pueda ante posibles peligros futuros, por lo que la mayoría de tareas rutinarias que hacemos en el día a día las encajaríamos dentro del sistema 1, que no es perfecto, pero contiene los procesos mentales más eficientes en cuanto a coste energético mental se refiere y tiempo de procesamiento Kahneman (2012).

Kahneman se ganó el premio nobel de economía por el alcance y repercusión que tuvo su teoría, ya que su estudio sobre los sesgos cognitivos tendría un enorme campo de aplicación en la estadística y la manera que tenemos de entenderla desde el punto de vista de la economía.

Pues bien, atendiendo a nuestro experimento, podemos aplicar el símil de que es el sistema 1 el que se encarga de realizar los sencillos movimientos impulsivos de muñeca, ya que semejante tarea no requiere de más atención por nuestra parte. El sistema 1, en palabras

de Kahneman (2012), es impulsivo y automático, no requiere de la aprobación de nuestra conciencia, ni que se dispare el sistema 2 para deliberar una decisión mejor. Esta descripción cuadraría de nuevo con nuestra tesis de que es nuestra conciencia la que ha delegado este tipo de movimientos, y sería motivo por el que el disparo del RP conllevaría la iniciación del movimiento de forma casi irremediable. Además, el derecho de veto del que habla Libet, supondría una intervención del sistema 2. Por tanto, sería lógico pensar que dado que el sistema 2 gasta gran cantidad de recursos energéticos, este no intervenga a menudo en las decisiones del sistema 1, ya que no pararlo no tiene ningún coste o impacto al llevarse a cabo.

De la misma forma, Kahneman argumenta que a menudo vamos por la vida proyectando los sesgos de manera automática sin pensarlos sobre un montón de situaciones cotidianas de la vida. Como cuando vemos algo que destaca entre una multitud, cuando hacemos juicios de cantidades que individualmente nos llevaría horas, cuando decidimos comprar más barato, o cuando estamos en peligro y tenemos que decidir rápidamente la opción más óptima.

Es por ello por lo que veo que este modo de pensar sobre optimización, se les escapa a los científicos involucrados en la replicación del experimento de Libet. Desde el punto de vista de la teoría de juegos, esto se conoce como estrategias “maximin” o “minimax”, según el cual, los sujetos deben minimizar su pérdida máxima (Von Neumann y Morgenstern, 1966)

En este sentido, y aplicado a la teoría de Kahneman, cada persona en cada tarea que requiera un procesamiento mental intentará minimizar la cantidad de energía que invierte en esta, de la manera más “perezosa” que pueda realizarse, ya que esto asegurará que se conserven y no se desperdicien energías (en este caso sobrecargar innecesariamente la llamada complejidad cognitiva).

Por tanto, sería consecuencia lógica los resultados de los experimentos si nos atenemos a las consignas de las teorías citadas. El inconsciente es una herramienta más de nuestra conciencia, que la utiliza automáticamente para sus propósitos del día a día, resultado de una evolución que tiende a conservar la energía de la manera más eficiente. El sistema 1, o nuestro inconsciente automático, no compromete así la idea del libre albedrío, ni la del determinismo neurológico. Es simplemente una herramienta más, que forma parte de un todo que llamamos “yo”, y que culmina en los estados de conciencia en los que nos movemos todos.



## 5. Neurociencia y filosofía, una perspectiva actual

En la actualidad, numerosas universidades y empresas empiezan a aprovechar el desarrollo del campo de la neurociencia para aplicar los logros conseguidos a nivel teórico en un ámbito científico-tecnológico.

Este es el interesante caso de la fundación, por parte de Elon Musk, de la reciente empresa Neuralink. Una empresa dedicada al campo de la neurotecnología, que tiene el objetivo de fusionar las interfaces cerebro-máquina mediante implantes cerebrales, conocidos como “Brain-Machine Interfaces” o “BMI” (Neuralink, 2020).

En la actualidad, enfocan sus esfuerzos en desarrollar implantes que puedan servir para mejorar a los pacientes que sufran de discapacidades causadas por desórdenes neurológicos. Esta mejora vendría dada por la estimulación de las áreas cerebrales implicadas en el malfuncionamiento de nuestro cuerpo. Su objetivo final, sorprendentemente, es la de lograr la simbiosis total con la inteligencia artificial.

En una conferencia realizada recientemente, la empresa ha anunciado sus planes de cara al futuro y ha enseñado los dispositivos que se implantarán cerebralmente, así como una puesta en escena de su funcionamiento. Los sujetos de tal experimento: cerdos con implantes cerebrales (Neuralink, 2020).

En esta conferencia, se explica que estos implantes tienen el objetivo de reducir y acotar los tiempos de transferencia de la información cerebro-máquina (Neuralink, 2020). Tal y como explicaba anteriormente con respecto a la teoría de la información.

Además, explican que tienen razones de coste, implementación y seguridad que cumplir con dichos dispositivos. A continuación, muestran para qué sirven estos dispositivos. En principio, aseguran que es un “proof-of-concept” o “PoC”, es decir, que debe tratarse como una demostración en fase inicial de lo que es capaz o de lo que será más bien capaz de conseguir (Neuralink, 2020).

Pues bien, lo interesante y relevante en nuestra investigación, es que los implantes en los cerdos estaban situados en las partes del cerebro correspondientes a la lectura del potencial de preparación, en efecto, nuestro RP. ¿Con qué objetivo? Pues ni más ni menos, que conseguir “leer” estos potenciales y transmitirlos mediante “bluetooth” a un ordenador cercano (ver figura 3). De esta manera, tal y como hicieron Soon y Haynes (2008), conseguir precedir los movimientos que el animal quiere realizar. En el ordenador al que transmite, se ejecutan unos

programas de “machine learning”, con unos modelos estadísticos precargados que sirven para ayudar a predecir los movimientos que se quieren hacer.

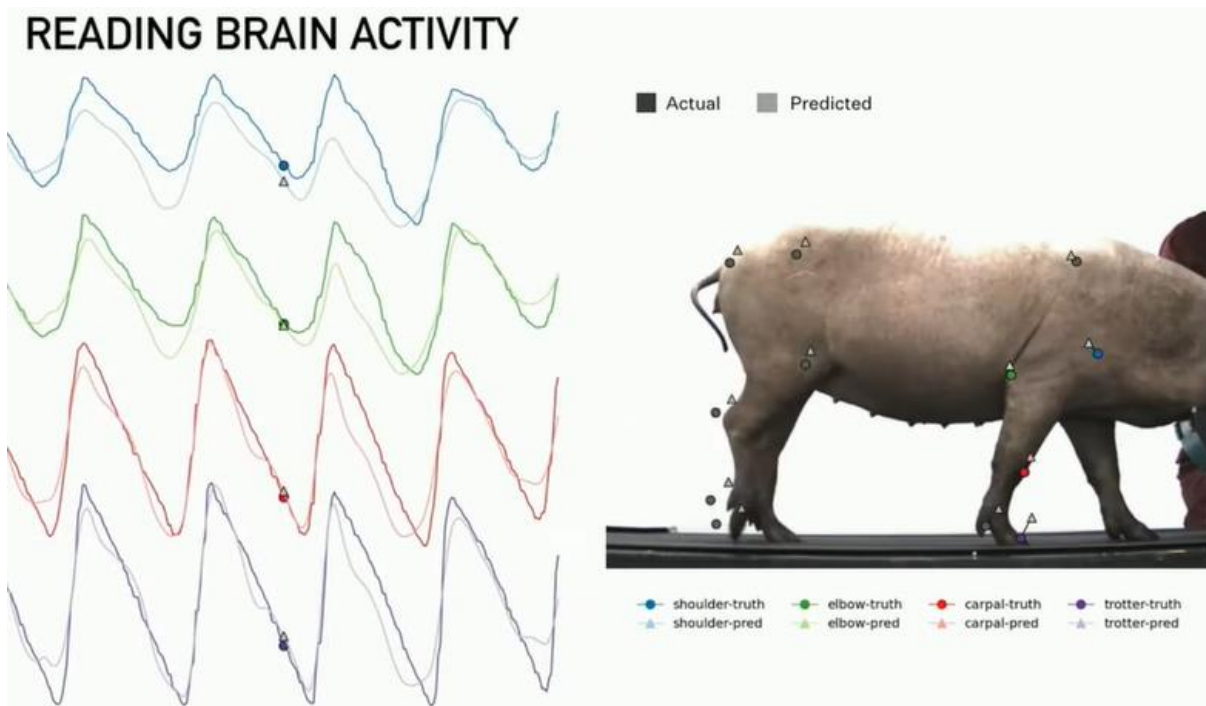


Figura 3: Observamos las señales de los potenciales de preparación en los colores más vivos, y en los más claros, la predicción que el ordenador está calculando en tiempo real. Como vemos el porcentaje de aciertos es muy alto, lo que permitiría recrear dichos movimientos en implantes robóticos, si supusiéramos que el animal no pudiera moverse por alguna discapacidad.

De este modo, volver a transmitir la información de vuelta a futuras piezas protésicas robóticas que se muevan por ti con solo pensarlo. Esto conseguiría, en teoría, solucionar el problema de los discapacitados funcionales para volver a poder mover extremidades.

Lo importante es precisamente que están midiendo estas señales que estábamos estudiando, que a su vez, están sirviendo de punto de apoyo para generar un futuro en el que máquinas y humanos se fusionen en un todo cibernético. Un futuro incierto, en el que el problema mente-cerebro será tan palpable como inevitable. Que, por cierto, planean no solo en principio atender a necesidades médicas primarias como esta, sino mejorar sentidos y otras partes del cuerpo para consumo general. Todo un reto que quedará para que tanto la filosofía de la mente, la neurofilosofía y la ciencia trabajen juntos con tal de analizar las consecuencias de semejantes avances.

## 6. Conclusiones

La línea de investigación que hemos analizado parte del experimento de Libet porque, como hemos visto, supuso un punto de inflexión en el debate central sobre el problema mente-cerebro y los límites de lo que entendemos por libre albedrío. Ambos conceptos forman parte de los debates clásicos de la historia de la filosofía. No obstante, la rápida aceleración del desarrollo tecnológico y del aparato científico han traído resultados empíricos inesperados que han removido las bases de lo que dábamos por sentado desde una perspectiva filosófica clásica.

Por una parte, podemos concluir que incluso en las replicaciones actuales del experimento de Libet, las objeciones defendidas por parte de los filósofos Soler (2009) y Muñoz (2013), son suficientemente fuertes como para asegurar que, de momento, no se puede defender una postura completamente determinista, debido a las inconsistencias entre resultados de los experimentos mostrados. Quedan ambigüedades por resolver en cuanto a la función o funciones de la señal de RP con respecto a la conciencia. No obstante, queda demostrado que son fantásticos indicadores del deseo de movimiento, y de qué movimiento en concreto, por lo que sus aplicaciones en el campo de la neurotecnología no tardaran en mostrar resultados.

Sin embargo, que podamos determinar estos movimientos no determina a su vez que nuestra conciencia no tenga el control. Más bien, los resultados apuntan a que es una mezcla de ambas según la situación y la atención cognitiva que se requiera, de acuerdo además con las investigaciones sobre sesgos cognitivos del doctor Kahneman (2012).

De la misma forma, hemos observado una ausencia de bibliografía que relacione los resultados del experimento de Libet y respuestas que sin duda puedan ser relevantes desde el campo de la teoría de la información, así como la teoría de juegos. Ya que, como hemos visto, el orden de los factores estaba siendo crucial para los investigadores para sacar conclusiones. Bajo ese prisma, una mayor cantidad de esfuerzos deberían recaer en este aspecto del problema. Todo parece indicar que aún queda margen para la optimización de la instrumentación utilizada y los procesos para recabar esa información.

Por último, desde aquí vemos hoy en día más que nunca la necesidad de que la ciencia se acerque a la filosofía, y viceversa. Como hemos visto, parte de la comunidad científica no tarda en saltar a conclusiones rotundas sin albergar el suficiente escepticismo sano que se necesita para el buen desarrollo científico. De la misma manera, el filósofo generalmente debería empaparse más de los procesos de la ciencia, conocer de primera mano el método

científico, y poder discutir con soltura los resultados técnicos de los experimentos, con tal de llevar el espíritu crítico del que se abandera la filosofía con fundamentos sólidos ante el progreso cada vez más rápido de la tecnología. De lo contrario, correremos el riesgo de quedarnos al margen.

Sin ir más lejos, los recientes avances nos resultan apasionantes, y el marco de discusión es idóneo para esta confrontación de perspectivas interdisciplinarias. Se vienen grandes cambios y tendremos que estar preparados para ello.

## 7. Bibliografía

- Álvarez Díaz, J. A. (2014). Libertad y ética: el trabajo de Benjamin Libet. *Revista Bioética*, 22 (3), 434-40.
- Baciero, F. T. (2012). Algunas reflexiones sobre experimentos "tipo Libet" y las bases del determinismo neurológico. *Thémata. Revista de Filosofía* (46), 259 - 296.
- Banks, W. P., e Isham, E. A. (2009). We infer rather than perceive the moment we decided to act. *Psychological Science*, 20 (1), 17 - 21.
- Dennett, D. C. (2003). *Freedom Evolves*. New York: Penguin Group.
- Fifel, K. (2018). Readiness Potential and Neuronal Determinism: New Insights on Libet Experiment. *Journal of Neuroscience*, 38 (4), 784 - 786.
- Fried, I., Mukamel, R., y Kreiman, G. (2011). Internally generated preactivation of single neurons in human medial frontal cortex predicts volition. *Neuron*, 69 (3), 548 -562.
- Gertner, J. (2012). *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation*. New York: Penguin Press HC.
- Goñi-Sáez, F., y Tirapu-Ustárruz, J. (2016). El problema mente-cerebro (I): fundamentos ontoepistemológicos. *Revista de neurología*, 63 (3), 130 - 139.
- Guggisberg, A. G., Dalal, S. S., Schnider, A., y Nagarajan, S. S. (2011). The neural basis of event-time introspection. *Consciousness and Cognition*, 20 (4), 1899 - 1915.
- Haggard , P., y Eimer , M. (1999). On the relation between brain potentials and the awareness of voluntary movements. *Experimental Brain Research*, 126 (1), 128 - 133.

- Kahneman, D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Barcelona: Penguin Random House Grupo Editorial .
- Keller , I., y Heckhausen, H. (1990). Readiness Potentials Preceding Spontaneous Motor Acts: Voluntary Vs. Involuntary Control. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 76, 351 - 361.
- Libet, B., Gleason, C. A., Wright, E. W., y Pearl, D. K. (1983). Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential). The unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain*, 106 (3), 623 - 642.
- Lombardi, A. (2017). El experimento de Libet y sus replicaciones (de 1983 a 2013). *Naturaleza y Libertad: revista de estudios interdisciplinarios* (8), 131 - 162.
- López, A., Parada, A., y Simonetti, F. (1995). *Introducción a la psicología de la comunicación*. Santiago : Ediciones Universidad Católica de Chile.
- MacKay, D. J. (2003). *Information Theory, Inference, and Learning Algorithms*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Madar, A. (2014). Neuroscience of Will: the nature of motor intentions . *Neuroscience Training Program*, 1 - 28.
- Matsushashi, M., y Hallett, M. (2008). The timing of the conscious intention to move. *European Journal of Neuroscience*, 28 (11), 2344 - 2351.
- Muñoz, J. M. (2013). Neurofilosofía y libre albedrío. *Revista Internacional de Filosofía* (59), 57 - 70.
- Neuralink. (2020). Neuralink Progress Update, Summer 2020. [Video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=DVvmgjBL74w>
- Rivera, J. (2016). Cuerpo y Libertad. El experimento neurológico de Libet. *Pensamiento*, 72, 1019 - 1041.
- Romero Sánchez, V. M. (2016). ¿Los experimentos de Libet niegan la existencia de la voluntad libre? *Signos filosóficos*, 18 (36), 88 - 117.
- Roskies, A. L. (2010). How Does Neuroscience Affect Our Conception of Volition? *Annual Review of Neuroscience*, 33, 109 – 30.

- Soler, F. J. (2009). Relevancia de los experimentos de Benjamin Libet y de John-Dylan Haynes para el debate en torno a la libertad humana en los procesos de decisión. *Thémata. Revista de Filosofía* (41), 540 - 547.
- Soon , C. S., Brass, M., Heinz, H.-J., y Haynes, J.-D. (2008). Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neuroscience*, 11, 543 - 545.
- Von Neumann, J., y Morgenstern, O. (1966). *Theory of Games and Economic Behavior* . Princeton: Princeton University Press.