



naturaleza  
y libertad  
revista de filosofía

# NATURALEZA Y LIBERTAD

Revista de estudios interdisciplinarios

Número 1

Málaga, 2012

Esta revista es accesible *on-line* en el siguiente portal:

<http://grupo.us.es/naturalezayl/>

# Naturaleza y Libertad

Revista de estudios interdisciplinarios

Número 1

2012

---

<http://grupo.us.es/naturalezayl/>

ISSN: ISSN 2254-9668

---

*Directores:* Juan Arana, Universidad de Sevilla; Juan José Padial, Universidad de Málaga; Francisco Rodríguez Valls, Universidad de Sevilla.

*Secretaria:* Avelina Cecilia Lafuente, Universidad de Sevilla.

*Consejo de Redacción:* José Luis González Quirós, Universidad Juan Carlos I, Madrid; Francisco Soler, Universität Dortmund / Universidad de Sevilla; Pedro Jesús Teruel, Universidad CEU Cardenal Herrera; Héctor Velázquez, Universidad Panamericana, México.

*Consejo Editorial:* Mariano Alvarez, Real Academia de Ciencia Morales y Políticas; Allan Franklin, University of Colorado; Michael Heller, Universidad Pontificia de Cracovia; Manfred Stöcker, Universität Bremen; William Stoeger, University of Arizona.

*Consejo Asesor:* Rafael Andrés Alemañ Berenguer, Universidad M. Hernández de Elche; Juan Ramón Álvarez, Universidad de León; Luciano Espinosa, Universidad de Salamanca; Miguel Espinoza, Université de Strasbourg; José Manuel Giménez Amaya, Universidad de Navarra; Karim Gherab Martín, Urbana University, Illinois; Martín López Corredoira, Instituto Astrofísico de Canarias; Alfredo Marcos, Universidad de Valladolid; Javier Monserrat, Universidad Autónoma de Madrid; Leopoldo Prieto, Colegio Mayor San Pablo, Madrid; Ana Rioja, Universidad Complutense, Madrid. Madrid; José Luis Rodríguez Recio, Universidad Complutense, Madrid; Javier Serrano, TEC Monterrey (México); Hugo Viciano, Université Paris I; Claudia Vanney, Universidad Austral, Buenos Aires; José Domingo Vilaplana, Huelva.

*Redacción y Secretaría:*

Naturaleza y Libertad. Revista de estudios interdisciplinarios. Departamento de Filosofía y Lógica. Calle Camilo José Cela s.n. E-41018 Sevilla.

Depósito Legal: MA2112-2012

☎ 954.55.77.57 Fax: 954.55.16.78. E-mail: [jarana@us.es](mailto:jarana@us.es)

© Naturaleza y Libertad. Revista de Filosofía, 2012

## ÍNDICE

MANIFIESTO .....	9
ESTUDIOS	
Rafael Andrés Alemañ Berenguer. Universidad Miguel Hernández de Elche <i>La relación mente-materia y el monismo neutral</i> .....	15
Fernando García-Cano Lizcano. Ciudad Real <i>Evolucionismo y utopía de género</i> .....	51
Miguel Ángel Herrero. Universidad Politécnica de Madrid <i>Instrumentalismo y realismo en la física de James C. Maxwell</i> .....	77
Juan Miguel Suay Belenguer. UNED <i>La mente mecánica</i> .....	139
José Luis Yepes Hita. Universidad de Murcia <i>Los «Anales de Física» de L.W. Gilbert</i> .....	171
DISCUSIONES	
Francisco José Soler Gil. Universidad de Sevilla – T. Universität Dortmund <i>¿Se puede naturalizar la epistemología?</i> .....	215
Antonio Diéguez. Universidad de Málaga <i>La opción naturalista. Una respuesta a Francisco Soler</i> .....	237
Francisco José Soler Gil. Universidad de Sevilla – T. Universität Dortmund <i>¿Qué menos que un milagro podría salvar la epistemología naturalista?</i> .....	265
Antonio Diéguez. Universidad de Málaga <i>Filosofía sin milagros. Comentarios finales a la contrarréplica de Francisco Soler</i> ...	273
CRÍTICA DE LIBROS	
Pedro Jesús Teruel, <i>Filosofía y ciencia en Hipatia</i> , (Ángel Martínez Sánchez) .	285
NOTICIAS Y COMENTARIOS	
Miguel Palomo, Universidad de Sevilla <i>Si no hay cuerpo, no hay mente: una discusión sobre consciencia y libertad</i> .....	291

## LA MENTE MECÁNICA

Juan Miguel Suay Belenguer

UNED. Alicante

**Resumen:** La mente humana es capaz de razonar, de manera similar que lo haría un ordenador, sobre cuestiones que son formuladas algorítmicamente, pero también es capaz de realizar otras funciones que algunos autores consideran que son imposibles de simular por una máquina. Los diferentes respuestas a cómo funciona la mente han sido abordadas por la filosofía de la mente, la lógica, la psicología y la neurología, incluso hoy en día por la mecánica cuántica. En este trabajo intentaré realizar un compendio de las algunas teorías que han apoyado por un lado la posibilidad, y por otro la imposibilidad, de una mente mecánica.

**Palabras clave:** filosofía de la mente, intencionalidad, dualismo, maquinas de Turing, Teorema de Gödel.

**Abstract:** Human mind is capable of reasoning, as much as a computer would do, on issues algorithmically formulated, but it is also able to play other roles which are regarded by some authors impossible for a machine to mimic. The different answers to how human mind works have been addressed by philosophy of mind, logics, psychology and neurology, and nowadays even by quantum mechanics. In this paper I will intend to present an overall review of the several theories that have supported on the one hand the feasibility, and on the other hand the impossibility, of a mechanical mind.

**Key words:** Philosophy of mind, Intentionality, dualism, Turing machines, Gödel's theorem.

**Recibido:** 07/09/2011. **Aprobado:** 10/12/2012.

## 1. INTRODUCCIÓN

Construir una máquina que sea capaz de realizar las mismas funciones que un ser humano, es uno de los sueños que han perseguido al hombre a lo largo de la historia (Burgos, 2007). Si bien es cierto que imitar el movimiento, el habla o su apariencia, se ha conseguido en mayor o menor medida gracias al desarrollo de la mecánica, la informática y la cibernética, el verdadero reto es construir una máquina que simule la mente humana, no solo su capacidad de realizar algoritmos de cálculo básicos (Guijarro y González de la Lastra, 2010), sino la de imitar ciertas capacidades cognitivas propias del cerebro humano. En otras palabras, *mecanizar el pensamiento*, construir una máquina con *Inteligencia Artificial (IA)*.

Al margen de las dificultades de índole tecno-científicas, la inteligencia artificial lleva asociados problemas de tipo filosófico, tales como por ejemplo, el de la naturaleza de los estados mentales o *pensamientos*. Analicemos algunos de ellos.

## 2. LA INTENCIONALIDAD

Una de las propiedades que poseen los estados mentales, como una *creencia* o un *juicio*, es que se refieren a algo. Por ejemplo, creemos *en algo*, sabemos *algo* o estamos preocupados *de* o *por algo*. Esto es lo que

los filósofos entienden por *intencionalidad*<sup>1</sup>, que es la propiedad de ser *sobre algo*, así que hay estados mentales que pueden ser considerados *estados intencionales*<sup>2</sup>. Demostrar que esta propiedad es exclusiva de estos estados mentales, es una forma de establecer la diferencia entre la mente y los fenómenos naturales. Por esta razón se han desarrollado caracterizaciones cada vez más formales con el fin de distinguir los fenómenos intencionales de los que no lo son.

En 1874, el filósofo austriaco Franz Brentano (1838-1917) introdujo el concepto intencionalidad en su obra *Psicología desde el punto de vista empírico*. Para él todos los fenómenos mentales son intencionales, ya que no existe un fenómeno físico que sea intencional, por lo tanto un fenómeno mental no pueden ser reducido a uno físico. Brentano considera la existencia de tres los estados mentales, por lo tanto intencionales, que son las representaciones (percepciones sensibles), los juicios (admitir algo como verdadero o falso) y los fenómenos de

1 Viene del latín *intendo* que significa *apuntar a*, es un concepto originalmente introducido por los escolásticos medievales. Véase: (Hierro-Pescador, 1995) y (Pujadas, 1988).

2 Existen estados mentales cuyo contenido no es puramente intencional, como los denominados *qualia*, con esta palabra se designa ciertos estados de contenido cualitativo y subjetivo, como por ejemplo las sensaciones corporales (dolor), percepciones o las cadenas de pensamientos. Existe un debate sobre la precisa definición de los *qualia* ya que varios filósofos niegan su existencia. Ver: (Orlando, 1997).

amor/odio (emociones y estados de interés), por lo tanto siempre representan objetos.

Desde estas primeras caracterizaciones de la intencionalidad se han dado muchas otras, comenzando con la que se sustentan en el lenguaje es la única forma de hacer afirmaciones sobre el mundo, la intencionalidad se expresa por lo que se denomina *actitudes proposicionales*<sup>3</sup>, este es la propuesta del filósofo americano Roderick Chisholm (1916-1999). Los estados intencionales se identifican en función de la estructura de lógica proposicional que empleamos al referirnos a ellos. (Hierro-Pescador, 1995: 32-3) El filósofo Willard Quine (1908-2000), niega la realidad de la intencionalidad, por un problema de *traducción* de estas proposiciones (Bechtel, 1991: 74-7), por lo que proponía que la psicología tratara de los comportamientos de los organismos y conducta humana, olvidándose de los fenómenos mentales. (Moya, 2006: 134-139)

En cambio, para el filósofo americano Daniel Dennett la intencionalidad es una *postura* que adoptamos ante el estudio de un objeto o sistema. (Hierro-Pescador, 1995: 61-7) Para este filósofo, si queremos explicar y predecir el comportamiento de un objeto o sistema, uno puede emplear tres estrategias o posturas: La *postura física*, deduce el

3 El filósofo inglés Bertrand Russell (1872-1970), denominó actitudes proposicionales al referirse a las oraciones que usan verbos como *creer, esperar, desear* y otros semejantes seguidos de la palabra *que*, por ejemplo “Juan Miguel espera que su trabajo tenga buena calificación”. Estas frases caracterizan estados mentales intencionales. Ver: (Bechtel, 1991: 70-4).



comportamiento analizando las leyes de la física y de la química. A este nivel, nos referimos la masa, la energía, la velocidad o composición química. Cuando analizamos la trayectoria de una pelota de golf, estamos tomando la postura física. La *postura de diseño*, que infiere el comportamiento desde la función por la cual fue diseñada, bajamos al nivel de la biología y de la ingeniería, por lo tanto nos referimos a propósitos, funciones o diseño. Así, cuando predecimos que un pájaro volará en base que tiene alas le permiten volar el vuelo, o sabemos cuándo sonará la alarma de un reloj aunque no sepamos la estructura interna del mismo, estamos tomando la postura del diseño. La *postura intencional*, consiste en tratar el objeto o sistema, cuya conducta se quiere predecir, como agente racional con creencias, deseos y otros estados mentales que presenten intencionalidad, estamos en el nivel del software y de las mentes, y nos referimos a cosas tales como creencia, pensamiento e intento. Así, el árbol necesita agua, este automóvil quiere ser lavado o el termostato apagará la calefacción cuando crea que la habitación ha alcanzado la temperatura correcta, son ejemplos de posturas intencionales.

Dennett, piensa que estas tres posturas son simplemente maneras diferentes de decir una misma cosa. La postura intencional es una forma particular de hablar sobre sistemas en general, y nuestra mente en particular. Los hechos descritos de manera intencional pueden ser explicados desde el punto de vista del diseño, que a su vez se basa en la estrategia física.

### 3. LA TEORÍA COMPUTACIONAL DE LA MENTE

Como hemos visto, algunos filósofos creen que los fenómenos mentales son distintos de los físicos (tesis de Brentano) o solo se pueden identificar a través del lenguaje (Chisholm) o por medio de una postura hacia los objetos del mundo físico (Dennett), otros niegan su existencia (Quine), pero hay otros filósofos, como el americano Jerry A. Fodor, piensan que lo mental es intencional, y además puede ser reducido a lo físico, para ello se propone la denominada *Teoría Computacional de la Mente (TCM)*. La mente humana se asemeja a un ordenador digital, es decir a un dispositivo que almacena representaciones simbólicas y las manipula mediante una serie de reglas sintácticas. Los pensamientos, por lo tanto son *representaciones mentales*, que a su vez son símbolos de un lenguaje especial denominado *lenguaje del pensamiento o mentalés*, y que los *procesos mentales* son secuencias causales guiadas por las propiedades sintácticas, y no por las semánticas de los símbolos. Jerry Fodor, describe este lenguaje en su obra *El lenguaje del pensamiento* (Fodor 1984) donde defiende la existencia en los organismos de un lenguaje privado innato<sup>4</sup>, distintos de los lenguajes naturales o públicos que puedan tener, como las distintas

4 Ludwig Wittgenstein definía como lenguaje privado, a un supuesto lenguaje constituido por supuestas palabras que tienen que referirse a lo que sólo puede ser conocido por el hablante, a sus sensaciones inmediatas y privadas, de tal manera que ninguna otra persona puede entender ese supuesto lenguaje (párrafo 243 de las *Philosophical Investigations*). Ver: (Martínez Freire, 1995).

lenguas humanas. Esta lengua privada se emplea para realizar los *cálculos o computaciones* que están en la base de su conducta. Para explicar la existencia del mismo Fodor hace un símil con los lenguajes que maneja un ordenador. Los computadores suelen utilizar al menos dos lenguajes diferentes: El *lenguaje de entrada y salida (input/output)* que es el que utilizamos para introducir datos y leer los que nos proporciona el ordenador, es decir es el lenguaje por el cual la máquina se comunica con su entorno. A este se le contrapone el *lenguaje máquina*, que es el que *entiende* el ordenador y realiza sus cálculos y operaciones<sup>5</sup>. Entre ambos existen los denominados *programas compiladores*, que hace de mediadores o traductores entre ambos lenguajes.

Para Fodor el lenguaje privado de los seres humanos se puede comparar con el lenguaje de máquina de un ordenador, por lo tanto los lenguajes públicos o naturales de las personas (inglés, español, catalán, etc.) son similares a los lenguajes de programación de los ordenadores. Pues bien, este lenguaje del pensamiento es un lenguaje interno, y previo a los lenguajes públicos o naturales, igual que ocurre con el lenguaje máquina en un ordenador que debe estar instalado previamente a cualquier lenguaje de entrada/salida. Fodor señala que: “Cuando se encuentre un mecanismo que utilice un lenguaje para el que no estaba intrínsecamente preparado (por ejemplo, un lenguaje que ha *apren-*

<sup>5</sup> El ordenador únicamente entiende secuencias de 0 y 1, que es la información que hace que el hardware del ordenador ejecute una determinada instrucción, por lo tanto, una “frase” en lenguaje máquina es un conjunto de ceros y unos.

*dido*), hay que suponer que lo hace traduciendo las fórmulas de ese lenguaje a las fórmulas que corresponden directamente a sus estados físicos computacionalmente pertinentes” (Fodor, 1984: 84-5) Por tanto, y esta es la idea fundamental de Fodor, el lenguaje del pensamiento es el medio de las computaciones que están en la base de la conducta. Además de ser también el medio de las representaciones internas.

La idea de Fodor, ha sido criticada por varios autores en distintas vertientes, si bien se admite la idea de que los estados mentales son intencionales, lo que para algunos es discutible es que dichas representaciones sean manipuladas por medio de computaciones. Dennett considera que la *Teoría Computacional* es que es empíricamente poco plausible: “Un cerebro que manipule símbolos computacionales parece profundamente no biológico” (citado en Bechtel, 1991: 85). Igualmente escéptica se muestra la filósofa y neuróloga Patricia Smith Churchland, ya que el surgimiento del lenguaje del pensamiento innato no parece muy sensible a consideraciones evolucionistas<sup>6</sup>. Además: “Puesto que el sistema ha de operar con reglas puramente formales o sintácticas para manipular representaciones, todo aspecto del significado del símbolo que ha de afectar al procesamiento psicoló-

6 El problema surge en como aparece el lenguaje del pensamiento en la historia evolutiva, ya que o surge con los primeros antepasados comunes, o es producto de una evolución posterior no existen raíz alguna entre la cognición humana y otros organismos. Esto es poco convincente, ya que nosotros participamos en acciones cognoscitivas comunes con otros organismos.

gico debe estar formalmente codificado. Trabajando totalmente de acuerdo con principios sintácticos, el sistema no tendrá acceso a los contextos que, en el lenguaje natural, sirven para eliminar ambigüedades en los diferentes significados de los términos.” (Bechtel, 1991: 85-6). Para añadir más adelante: “Si todo estado mental ha de entenderse como alguna forma de almacenamiento o procesamiento de una oración en el lenguaje del pensamiento, cada uno de nosotros necesitaría un número infinito de tales oraciones almacenadas en nuestra mente/cerebro” (Bechtel, 1991: 86)

Por lo tanto el problema de la naturaleza de la intencionalidad está sin resolver. La *Teoría Computacional de la Mente* ha intentado mostrar que de los sistemas físicos pueden surgir estados intencionales, para ello simula el pensamiento como funciona un ordenador.

#### 4. REDES NEURONALES. CONEXIONISMO

Los ordenadores son capaces de realizar cálculos rápidos, jugar al ajedrez y almacenar información de una manera más eficaz que el cerebro humano. Pero hay otras funciones que hacemos los humanos, como reconocer los rostros, ciertas habilidades corporales y lingüísticas, que están todavía muy lejos de poderlas realizar una máquina. La búsqueda de soluciones a estos problemas, ha puesto de manifiesto que son difíciles de implementar si se opta por la arquitectura del ordena-

dor clásico<sup>7</sup>, y la hipótesis de la *Teoría Computacional de la Mente*, que propugna el siguiente paralelismo entre una máquina y la mente. Como vimos, los procesos computacionales de la mente se entienden como un conjunto de reglas sintácticas del lenguaje del pensamiento, es decir una manipulación de símbolos. Además en esta analogía se considera que el proceso de la información se realiza de manera secuencial, es decir lo que se conoce como computación en serie. Con el fin de solventar estos problemas en 1986, los psicólogos cognitivos David E. Rumelhart y James McClelland publican *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition* (Rumelhart y McClelland, 1991), en donde aplicaba a las ciencias cognitivas el *procesamiento en paralelo (PDP)* o *conexionismo*, que es una forma de arquitectura de un ordenador alternativa que permite realizar múltiples operaciones al mismo tiempo (Hardy, 1998: 405-7).

El *conexionismo*, por lo tanto presenta los fenómenos de la mente y del comportamiento como procesos que emergen de redes formadas por unidades sencillas interconectadas formando lo que se conoce como red neuronal. A continuación se describen brevemente los elementos básicos que intervienen en la misma:

<sup>7</sup> Es la denominada arquitectura ideada por el matemático de origen húngaro nacionalizado norteamericano John Von Neuman (1903-1957). Su principal característica es utiliza el mismo dispositivo de almacenamiento tanto para las instrucciones como para los datos, así como el procesamiento en serie. Ver: (Von Neumann, 1999).

Una máquina conexionista es una red que consiste en gran número de unidades o nodos: simples dispositivos de entrada-salida capaces de ser excitados o inhibidos por corrientes eléctricas. Cada unidad está conectada con otras unidades (de ahí lo de ‘conexionismo’) y las conexiones entre las unidades pueden ser de varias fuerzas o ‘pesos’. Qué una unidad de cierta salida — de manera estándar, una corriente eléctrica— depende de su umbral de disparo (la entrada mínima requerida para que corresponda) y las fuerzas de sus conexiones con otras unidades. Esto es, una unidad es encendida cuando la fuerza de sus conexiones con las otras unidades rebasa su umbral. Esto a su vez afectará la fuerza de todas sus conexiones con otras unidades, y con mayor razón si estas unidades están encendidas. [...] Las unidades están dispuestas en capas normalmente hay una capa de entrada de unidades y una de salida y una o más capas de unidades ‘ocultas’ que median entre la entrada y la salida (Crane, 2008: 256).

Este modelo, es un modelo simplificado de las neuronas del cerebro humano, por lo que para los conexionistas es un buen modelo de cómo funciona la mente humana, ya que en palabras de Rumelhart y McClelland, “La moneda de nuestros sistemas no son símbolos, sino conexión e inhibición” (citado en Crane, 2008: 263), por lo tanto los procesos no se llevan a cabo por interpretación semántica, sino por activaciones de cada nodo, que no tiene porque saber lo que está procesando, ya que la representación está distribuida entre los nodos. Esta es precisamente el origen de la crítica que los filósofos Jerry Fodor y Zenon Pylyshyn, ya que: “Los sistemas conexionistas no iluminan, ni siquiera mínimamente, la estructura (sintaxis y semántica) de la cognición, y sólo simulan cómo podría implementarse a nivel neurológico y causal, pero no de una forma esencial, sino de una forma irrelevante (habría indeterminación de múltiples implementaciones para cada

estructura)” (Citado en Canseco, 2007) Pero como se señala en (Crane, 2008: 265-6), tanto el *conexionismo* como la *Teoría Computacional de la Mente* son muy especulativas y sus soluciones son meramente empíricas, ya que solo resuelven la posible estructura computacional de la mente, sin que ambas resuelvan plenamente el problema de la representación y del funcionamiento de los mecanismos del pensamiento o la conciencia.

## 5. MÁQUINA DE TURING

En 1936, el matemático inglés Alan Turing<sup>8</sup> (1912-1954) publica el artículo *On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem* (Turing, 1937). El objetivo del mismo era dar una solución a uno de los veintitrés problemas<sup>9</sup> que el matemático alemán David Hilbert (1862-1943) había planteado a principios del siglo XX. En concreto uno relacionado con el denominado *Entscheidungsproblem* (problema de decisión), que en esencia consistía en que dada una teoría matemática no trivial ¿es posible diseñar un algo-

<sup>8</sup> Sobre su vida y obra ver: (Leavitt, 2007).

<sup>9</sup> Los problemas de Hilbert son una lista de veintitrés problemas matemáticos abiertos que fueron planteados por el matemático alemán, en el Congreso Internacional de Matemáticos de París, en el año 1900. Los problemas estaban todos por resolver en aquel momento, y varios resultaron ser muy influyentes en la matemática del siglo XX. Ver: (Gray, 2000).



ritmo<sup>10</sup> que, si elegimos una proposición cualquiera de esa teoría, nos indique si la misma es verdadera o falsa? Es decir, si hay un método definido que pueda aplicarse a cualquier sentencia matemática que nos diga si esa sentencia es cierta o no. Turing construyó un modelo matemático abstracto que formaliza el concepto de algoritmo, *la máquina de Turing (MT)*.

Es interesante observar el siguiente razonamiento de Turing, en el que analiza los pasos que una persona ejecuta durante un cálculo aritmético, su objetivo es que al definir su máquina, Turing estaba intentando elaborar un modelo matemático del funcionamiento del cerebro humano:

El cálculo se efectúa normalmente escribiendo símbolos en un papel. Podemos suponer que este papel se divide en cuadrados, como el cuaderno de aritmética de un pírulo. En aritmética elemental se aprovecha a veces el carácter bidimensional del papel. Pero se puede prescindir [...] de ese uso [...] que no es esencial para la computación. Doy así por supuesto que el cálculo se lleva a cabo en un papel unidimensional, o sea, en una cinta dividida en cuadrados. Supondré también que el número de símbolos a imprimir es finito [...] El efecto de esta restricción no es muy serio, pues siempre será posible usar en lugar de símbolos aislados secuencias de ellos [...]. El comportamiento de una persona que calcula está en todo momento determinados por los símbolos que está observando y por su 'estado mental'

10 Un algoritmo es como una receta, es decir un conjunto de instrucciones o reglas bien definidas, ordenadas y finitas que permite realizar una actividad mediante pasos sucesivos. Así si tenemos un estado inicial y una entrada, siguiendo los pasos sucesivos se llega a un estado final y se obtiene una solución. Ver: (Penrose, 1991: 56-62).

en ese momento. Podemos suponer que el número de símbolos o cuadrados que puede observar en un momento tiene un límite. Si desea observar más lo tendrá que hacer en observaciones sucesivas. Supondremos también que el número de estados mentales a tener en cuenta es finito [...] Tampoco esta restricción afecta seriamente a la computación, porque el uso de estados mentales más complicados se puede suplir escribiendo más símbolos en la cinta (Turing 1937: 249-50).

Así pues, la máquina consta de una cinta, en donde se registra la entrada y la salida del algoritmo, a la vez hace las funciones de la memoria de trabajo del dispositivo. La cinta está dividida en celdas o casillas, cada una de las cuales contiene un conjunto finito de símbolos o bien puede estar vacía. La cinta, además, es potencialmente infinita, esto significa que tanto hacia la derecha como hacia la izquierda podemos agregar todas las celdas que sean necesarias. La máquina dispone de un cursor que puede leer el contenido de una casilla. Si la casilla observada está vacía el cursor puede, si sus instrucciones así lo indican, anotar en ella un símbolo. Si la casilla tiene ya un símbolo, el cursor puede borrarlo, y sustituirlo por otro símbolo. El cursor puede moverse de casilla en casilla, tanto hacia la derecha como hacia la izquierda. Debido a que la cinta es infinita, el cursor nunca encuentra límites para su movimiento. Las acciones que realiza el cursor están gobernadas por un programa o conjunto de instrucciones. En un momento dado, la máquina puede estar en uno de una cantidad finita de estados posibles. El programa le indica a la máquina qué debe hacer dependiendo del estado en que ésta se encuentre y de qué contenido tenga la casilla que el cursor está viendo.

Turing señaló que es posible construir una máquina que es capaz de simular el comportamiento de todas las máquinas posibles. A esta máquina la llamó *Máquina Universal (U)*: “Es posible construir una máquina que permita computar toda función computable. Si a esta máquina U se le suministra una cinta en la que haya escrito la descripción normal de alguna máquina de computación M, entonces U computará la misma función que M” (Turing 1937: 241)

Para diseñar este tipo de máquina es necesario codificar en la cinta de entrada a la máquina U, la descripción de la máquina MT a simular. Esto se consigue con tan solo escribir en la cinta las instrucciones de la función de transición traducidas a un código numérico. Así U localiza en la cinta la configuración actual y la función de transición de MT, a continuación U ejecuta esa instrucción, borrando la nueva configuración sobre la antigua, así sucesivamente hasta que se detiene, siempre que MT lo haga, dejando escrito en la cinta el mismo resultado que MT.

Alan Turing demostró que codificadas adecuadamente las entradas y las salidas, todo algoritmo puede representarse mediante una máquina de Turing. Es decir, que para todo algoritmo A existe una máquina de Turing (MT) tal que para cada entrada para la que A da una salida, MT también da una salida y es la misma. Si A no da una salida, MT tampoco la dará. Para llegar a esta conclusión, Turing analiza que pasos sigue el cerebro humano para realizar un cálculo matemático. Al realizar este tipo de tarea, los humanos analizan cifra por cifra los números involucrados en el cálculo, y en cada paso ele-

mental escribimos o borramos un símbolo. Esto implica que nuestra forma de actuar está regida por nuestro *estado mental* en cada instante, que es similar al *estado interno* de una MT. Por lo tanto, los pasos elementales de cualquier cálculo son equivalentes al funcionamiento de una máquina de Turing, es lo que se conoce como *tesis de Church-Turing*<sup>11</sup>.

Pero el resultado más sorprendente al que llegó Turing es que el *paro* de una máquina de Turing, ante una entrada, es indecidible, en el sentido de que ninguna máquina de Turing lo puede resolver<sup>12</sup>. Es decir que no existe un algoritmo que permita decidir si dada una entrada a una máquina universal de Turing, esta se detendrá o no, al cabo de una cantidad finita de tiempo, por lo tanto el *Entscheidungsproblem* planteado por Hilbert, que pide decidir si, dada una cierta rama de la Matemática, es posible hallar un algoritmo que resuelva todos los problemas que puedan plantearse en ella, pero la existencia en la teoría de algoritmos del *problema de la parada*, que no es resoluble algorítmicamente, es un contraejemplo al problema de la decisión, ya

11 De forma independiente, durante los años 1936-37 los lógicos americanos Alonzo Church (1903-1995) y Stephen Cole Kleene (1909-1994), desarrollaron un esquema denominado *cálculo lambda* destinado a resolver el problema de decisión (*Entscheidungsproblem*) de Hilbert, este esquema mecánico no es tan obvio como una máquina de Turing, ya que tiene una estructura más matemática. Ver: (Penrose, 1991: 100-6).

12 Es lo que se denomina el *problema de la parada*. Ver: (Penrose, 1991: 90-8).

que no es posible resolver mecánicamente todos los problemas de esa rama del conocimiento (teoría de los algoritmos).

## 6. TEOREMAS DE GÖDEL

En el año 1931, el matemático checo Kurt Gödel<sup>13</sup> (1909-1978), publicó en un artículo titulado *Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme (Sobre las proposiciones formalmente indecidibles de los Principia Mathematica y sistemas relacionados<sup>14</sup>)*. En esta publicación, Gödel demostró dos teoremas que tuvieron una gran influencia en la lógica matemática. Para entender el significado de estos teoremas hay que introducir una serie de conceptos, como son *sistema axiomático formal, recursividad y completitud*. No entender el significado de estos términos, así como, donde se pueden aplicar realmente estos dos teoremas, puede caerse en una serie de *imposturas*, que han sido varias veces denunciadas por algunos lógicos y matemáticos. (Martínez, Piñeiro, 2010: 36-40, 64-7, 103-44) Entre estas controversias las relacionadas con la *Inteligencia Artificial*, son las que analizaremos en el apartado siguiente.

Por lo tanto no hay que olvidar que los teoremas de Gödel tratan “de la verdad en matemáticas y la parte de verdad que puede ser comprobada a partir de axiomas, en esos fragmentos de texto de líneas

13 Sobre su vida y obra ver: (Goldstein, 2010).

14 Hay traducción al castellano en: (Gödel, 1981).

sucesivas encadenadas por pasos lógicos que los matemáticos llaman *demostración*". (Martínez, Piñeiro, 2010: 21)

Los teoremas de Gödel son teoremas en lógica de primer orden<sup>15</sup>, y deben entenderse en ese contexto. En lógica formal, tanto las afirmaciones matemáticas como las demostraciones se escriben en un lenguaje simbólico en el que se puede comprobar mecánicamente la validez de las deducciones, por lo tanto, no puede haber ninguna duda de que un teorema se deduce a partir conjunto inicial de axiomas (*sistema axiomático formal*). Este conjunto puede ser finito, como los axiomas de la geometría de Euclides<sup>16</sup>, o infinito como por ejemplo la aritmética de Peano<sup>17</sup>, en este caso se debe poner como requisito, lo

15 La lógica de primer orden, también llamada lógica de predicados, es un sistema formal diseñado para estudiar la inferencia en los lenguajes de primer orden, es decir lenguajes formales con cuantificadores que alcanzan sólo a variables de individuo, y con predicados y funciones cuyos argumentos son sólo constantes o variables de individuo. La lógica de primer orden tiene el poder expresivo suficiente para definir a prácticamente todas las matemáticas. Ver: (Garrido, 2001 52-4, 159-220).

16 "Los *Elementos* de geometría de Euclides [...] han dominado el estudio de la matemática durante dos mil años. Los trece libros de que se compone la obra constituyen una formidable cadena deductiva de leyes matemáticas que tienen por base una triple serie de postulados (finitos) [...] nociones comunes o axiomas" (Garrido, 2001: 286).

17 Es la formulación de la aritmética elemental (suma y multiplicación) de los números naturales realizada por el matemático italiano Giuseppe Peano (1852-1932), aparente mente consta de cinco axiomas, pero cada uno de ellos forman una cadena infinita de axiomas, por ejemplo el axioma segundo dice: *Si n es un número natural, entonces el sucesor de n también es un número natural*. Esto es equivalente a la sucesión

que se denomina *recursividad*, que no es otra cosa que, si tenemos una afirmación se pueda determinar a través de una cantidad finita de pasos, si el enunciado corresponde a uno de los axiomas. Se dice que un sistema axiomático es *completo*, si todo enunciado es o bien demostrable, o bien refutable<sup>18</sup>, a partir de los axiomas del sistema, y se dice que es *consistente* si no se puede probar a partir de los axiomas una contradicción, es decir un enunciado y su negación.

Veamos lo que dicen ambos teoremas (incompletitud y consistencia), que se pueden enunciar de forma general en uno solo: “*Teorema de Gödel* (forma general): Todo sistema axiomático recursivo y consistente que contenga suficiente aritmética<sup>19</sup> tiene enunciados indecidibles. En particular, la consistencia del sistema no es demostrable dentro del sistema” (Martínez, Piñeiro, 2010: 34, 147-213)

Por lo tanto es imposible dar una axiomatización finalista de la *Teoría de Números* que sea a la vez completa y consistente, y además es imposible demostrar de modo finitista la consistencia de la *Teoría de Números*.

En 1964, Gödel da cuenta en un *post scriptum* a su artículo, que sus propios trabajos y los de Alan Turing: “No establecen ningún límite para los poderes del razonamiento humano, sino más bien para los

infinita de axiomas: 1 es natural; 2, el sucesor de 1, es natural; 3, el sucesor de 2, es natural, etc. Ver: (Garrido, 2001: 318-24).

18 Refutable significa que puede demostrarse su negación.

19 Gödel entiende que *tener suficiente aritmética* es lo mismo que decir *cierta cantidad de teoría de números finitista*.

potencialidades del formalismo puro en matemática” (citado en Martínez y Piñero, 2010: 34).

La tesis de Church-Turing, nos asegura que un algoritmo es equivalente a una máquina de Turing. El teorema general de Gödel establece que en los sistemas axiomáticos, caracterizados por una serie de restricciones formales, hay procedimientos indecibles, esto equivale al resultado comentado anteriormente de que no existe un algoritmo (máquina de Turing) capaz de determinar si otra máquina de Turing se va a parar o no. Este argumento es el que ha sido esgrimido para negar la posibilidad de que una máquina pueda tener conciencia.

#### 7. ¿PUEDE PENSAR UNA MÁQUINA? *JUEGO DE IMITACIÓN* *INTELIGENCIA ARTIFICIAL*

En 1950, Alan Turing publica el *Computing Machinery and Intelligence* (Anderson, 1984: 13-52). Allí, Turing plantea la siguiente pregunta: “¿Pueden pensar las máquinas? Para empezar definamos el significado de los términos ‘máquina’ y ‘pensar’, pero es una aptitud peligrosa. Si hemos de llegar al significado de las palabras ‘máquina’ y ‘pensar’ a través de su utilización corriente. [...] En lugar de interpretar tal definición sustituyamos la pregunta por otra estrechamente relacionada con ella [...] El problema de este nuevo planteamiento puede exponerse en términos de un juego que denominaremos ‘juego de imitación’” (Anderson, 1984: 13)



Es decir Turing resuelve la pregunta si una máquina podría pensar sustituyéndola por otra que dijese: ¿Es posible programar una máquina (ordenador) capaz de ganar lo que él denomina *juego de imitación*?, Este juego se conoce hoy en día como el *Test de Turing*.

Turing plantea una especie de *juego de salón*. Un hombre y una mujer se encierran en distintas habitaciones. Un interrogador, da igual hombre que mujer, va haciéndoles preguntas a los jugadores. Las preguntas escritas a máquina, para evitar reconocer el timbre de la voz, son intercambiadas a través de un intermediario. Cada jugador debe convencer al examinador de que él o ella es, en realidad, la mujer, pongamos por ejemplo. El interrogador gana el juego cuando acierta quien está diciendo la verdad. Pero, supongamos, plantea Turing, que uno de los jugadores sea sustituido por una máquina capaz de aprender, a la que hemos enseñado a conversar en un lenguaje natural. ¿Es posible que una máquina así logre engañar al que hace las preguntas, si tanto la máquina como su compañero humano se esforzasen al máximo en convencer al interrogador de que él, ella o ello son verdaderamente humanos? ¿Cuánto tiempo puede durar el interrogatorio? ¿Cuán inteligente es el interrogador? ¿Cuán inteligente es la persona que compete con la máquina?

Hay en día se han construido programas para ordenadores que superan<sup>20</sup> el test de Turing, pero: ¿Esto es una evidencia de que la

20 Existe una competición denominada (Premio Loebner) que se celebra todos los años, que premia a un programa de ordenador que, a juicio del jurado, mejor supere el

máquina es inteligente? Como hemos visto simular el cerebro humano es manipular que la máquina manipule símbolos, como los del lenguaje del pensamiento de Fodor, pero esta manipulación sintáctica de los mismos implica que la máquina alcance comprensión semántica. Esto es lo que el filósofo John Searle intenta criticar con su experimento mental conocido por la *habitación china*:

Imaginemos, que se le encierra a usted en una habitación y que en esta habitación hay diversas cestas llenas de símbolos chinos. Imaginemos que usted (como yo) no entiende chino, pero se le da un libro en reglas en castellano para manipular esos símbolos chinos. Las reglas especifican las manipulaciones de los símbolos de manera puramente formal, en términos de su sintaxis no de su semántica. [...] Supongamos ahora que se introducen en la habitación algunos otros símbolos chinos y se le dan reglas adicionales para devolver los símbolos chinos fuera de la habitación. Supongamos que usted no sabe que los símbolos introducidos en la habitación son denominados 'preguntas' de la gente que está fuera de la habitación, y los símbolos que usted devuelve fuera de la habitación son denominados 'respuestas a las preguntas' [...] usted es tan bueno manipulando símbolos que enseguida sus respuestas son indistinguibles de un hablante nativo de chino [...] Sobre la base de la situación tal como se ha descrito, no hay manera de que usted pueda aprender nada de chino manipulando esos símbolos formales. (Searle, 1990: 37-8).

test de Turing. Para ello un juez se encuentra ante dos pantallas de ordenador, una controlada por un ser humano y otra por un programa, el juez debe decidir quien es humano y quién es una máquina. (<http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html>).

Por lo tanto lo que Searle intenta demostrar es que la manipulación de la sintaxis jamás puede dar origen a una comprensión semántica. Así como: “Los programas de ordenador son enteramente sintácticos, las mentes tienen una semántica, y como la sintaxis no es lo mismo que, o no es suficiente para, la semántica los ordenadores no son mentes” (Searle, 2000: 25).

Contra este argumento, ha habido varias críticas como la de Margaret Boden, que considera que existen distintos niveles de comprensión y que Searle ha incurrido en un error al no distinguirlos y ha considerado que la sintaxis como una lógica formal no interpretada, pero los programas de los ordenadores hacen cosas y que: “la representación concreta de un programa de computadora, ya sea que la realice el hombre o una máquina fabricada, sí entraña entendimiento, al menos del libro de reglas” (Boden, 1994: 114).

John Searle defiende en su obra *Intencionalidad. Un ensayo sobre filosofía de la mente* (Searle, 1992) lo que denomina *naturalismo biológico*. Searle afirma que para comprender los fenómenos mentales hay que verlos como procesos naturales, como por ejemplo la digestión, sino se hace así es imposible comprenderlos. De esta manera defiende la irreductibilidad de los fenómenos mentales, y la imposibilidad de que por ejemplo, una creencia, preocupación o dolor aparezca en una máquina de Turing. Según Searle, tal irreductibilidad se fundamenta por la experiencia interna o introspección, pero también en una cuestión metodológica, a saber, el intento de comprender los fenómenos mentales en su realidad y no reducirlos a otra instancia diferente. En

consecuencia propone suponer la existencia de los fenómenos mentales y proseguir al estudio de su estructura y función, de la misma forma que se estudian el resto de los fenómenos biológicos. Por lo tanto la conciencia es un problema biológico, luego nunca se podrá simular plenamente la mente con una máquina: “Los computadores desempeñan en el estudio del cerebro el mismo papel que en cualquier otra disciplina. Son artefactos inmensamente útiles para la simulación de procesos mentales. Pero la simulación de estados mentales no es más estado mental que explosión la simulación de una explosión” (Searle, 2000: 30)

Por lo tanto Searle, es partidario de la inteligencia artificial débil, estando en contra del enfoque fuerte de la misma. El filósofo británico John R. Lucas, piensa que el teorema de Gödel es un buen argumento contra la inteligencia artificial fuerte. Recordamos que el teorema dice que todo sistema coherente lo suficientemente poderoso para producir simple aritmética, producirá formulas bien formadas que son indecidibles dentro del sistema, pero que pueden aceptarse como ciertas. Si lo aplicamos a la máquina de Turing, ésta, procediendo recursivamente, seguiría funcionando sin detenerse tratando de decidir el carácter de esa fórmula:

El teorema de Gödel debe ser aplicable a las máquinas cibernéticas, porque es fundamental para la condición de máquina el ser un ejemplo concreto de un sistema formal. De ello se deduce que, dada una máquina que sea coherente y capaz de efectuar operaciones aritméticas simples, existe una fórmula cuya autenticidad es incapaz de demostrar (o sea la fórmula es-indemostrable-dentro-del-sistema),

aunque nosotros veamos que es cierta. De ello se infiere que ninguna máquina puede ser un modelo exacto o adecuado de la mente, y que las mentes son fundamentalmente distintas a las máquinas (Anderson, 1984: 76-7).

Para el filósofo y matemático finlandés Panu Raatikainen opina que tanto John R. Lucas, Ernest Nagel y James R. Newman<sup>21</sup> utilizan de manera errónea el teorema de Gödel contra la imposibilidad de una mente mecánica: (Raatikainen. 2005):

Los argumentos *gödelianos* antimecanicistas son, sin embargo erróneos. El error básico en todos estos argumentos es bastante simple de explicar. El argumento supone que para cualquier sistema formalizado, o máquina finita, existe un enunciado de Gödel (que afirma de sí mismo que no es demostrable en el sistema) que es indemostrable, peor que la mente humana puede ver que es verdadero. Pero el teorema de Gödel tiene en realidad una forma condicional y la pretendida verdad del enunciado de Gödel de un sistema depende de la suposición de la consistencia del sistema [...] Si F es consistente entonces GF es verdadero. [...] El argumento antimecanicista requiere entonces que la mente humana pueda también ver si la teoría formalizada en cuestión es, o no es, consistente. Sin embargo esto es poco plausible (Citado en: Martínez y Piñeiro, 2010: 36-7).

El matemático y físico inglés Roger Penrose en dos de sus obras: *La nueva mente del emperador* y *Las sombras de la mente*, (Penrose, 1991,

21 El filósofo americano de origen checo Ernest Nagel y el matemático americano James R. Newman, escribieron una exposición popular del teorema de Gödel en 1958 en el que exponían que la mente no podía ser explicada por medio de una máquina. (Nagel y Newman, 1994).

2007) se ha opuesto a la verosimilitud del programa fuerte, incluso del débil, de la Inteligencia Artificial, en tanto intente reproducir en una máquina aquello que denominamos conciencia humana. En su opinión, la mente humana no es reducible a un programa informático, ni podrá jamás incardinarse en un conjunto de circuitos interconectados. El principal argumento esgrimido por Penrose en sus publicaciones descansa en el hecho de que el razonamiento humano es capaz de obtener respuestas acertadas para cuestiones que formuladas algorítmicamente, con el fin de ser abordadas por un sistema informático, requerirían un cálculo no computable (una serie de operaciones que nunca ofrecerían un resultado definitivo). Ese aspecto no computable de la mente humana es el que separa drásticamente el pensamiento del hombre de las simulaciones algorítmicas efectuadas por una máquina. Si bien esta posición parece bastante sólida, sus argumentos devienen menos firmes cuando Penrose trata de encontrar una base física para dicha no computabilidad. La conjetura de que puedan ser efectos cuánticos no locales acaecidos en el nivel estructural correspondientes a los microtúbulos, que se polimerizan y despolimerizan concertadamente, de las neuronas cerebrales<sup>22</sup>, no ha logrado un consenso general en la comunidad científica. Ni siquiera está claro todavía si es necesario apelar a propiedades cuánticas para explicar la aparición de la autoconciencia en nuestro sistema nervioso superior, o

<sup>22</sup> Su teoría cuántica del cerebro está desarrollada en: (Penrose, 2007: 368-413) y (Hameroff y Penrose, 1995). Hay una réplica en: (Searle, 2000: 57-91).

bastaría tan solo recurrir a la teoría de sistemas no lineales para dar cuenta de una complejidad emergente que genera como resultado el surgimiento de la conciencia y la intencionalidad típicas de la mente.

El matemático y filósofo americano Douglas Hofstadter, es quizá el que ha analizado el asunto de la *Inteligencia Artificial* y la conciencia humana de una manera más multidisciplinar en dos de sus obras (Hofstadter, 1987, 2008), el análisis de sus ideas se escapa al contenido de este trabajo, pero creo que es interesante mostrar la siguiente cita sobre el asunto:

Las computadoras, por su naturaleza misma, son las bestias más inflexibles, carentes de deseos, seguidoras de reglas. Por rápidas que sean son, sin embargo, el epítome de la inconsciencia. Entonces, ¿cómo puede programarse la conducta inteligente? ¿No es ésta la más flagrante de las contradicciones? Una de las tesis centrales de este libro es que ésta no es, en manera alguna, una contradicción. Uno de los propósitos centrales de este libro es animar a cada lector a enfrentarse a la aparente contradicción, a que la saboree, a que la analice, a que se empape en ella de tal manera que, al final, el lector pueda surgir con nuevas ideas acerca del abismo aparentemente insalvable entre lo formal y lo informal, lo animado y lo inanimado, lo flexible y lo inflexible. Esto es todo lo que es la investigación de la inteligencia artificial (IA). Y el extraño sabor que tiene el trabajo en IA es que la gente intenta reunir largos conjuntos de reglas en formalismos estrictos que les dicen a las máquinas inflexibles cómo ser flexibles (Hofstadter, 1987: 30).

## 8. CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo hemos analizado los modelos que intentar explicar la mente humana como una máquina que realiza cálculos so-

bre sus estados mentales, hasta abordar si una máquina puede simular el cerebro humano, no solo en sus funciones más básicas sino si puede llegar a tener conciencia. El asunto lejos de estar solucionado todavía es fuente de discusiones.

La tesis de que todas las funciones mentales, incluso la conciencia, son propiedades emergentes de la estructura biológica del cerebro, es hoy en día el paradigma de la neurología. Esto se ve reforzado por el hecho de disponer de datos experimentales objetivos, gracias a los avances de las técnicas que permiten analizar los estados cerebrales de manera no invasiva, como por ejemplo la tomografía computada (TC) o las imágenes por resonancia magnética (IRM), entre otras. Si esto es cierto, y se alcanza un conocimiento materialista del funcionamiento del cerebro, la posibilidad de construir una máquina que simule o tenga las mismas funciones cognitivas que un ser humano será un hecho, siempre que se cumpla este tipo de reduccionismo. El biólogo y filósofo alemán Ernst Mays (1904-2005), opinaba que los organismos vivos nunca podrán ser reducidos a la física, ya que los seres vivos están compuestos de *partes*, pero la descripción de esas partes por separado no explican las propiedades del conjunto, ya que era la organización de la partes lo que controla a todo el sistema. Esta es la razón por la que los partidarios del conexionismo abogan por buscar las *conexiones* de las partes del cerebro para construir un cerebro mecánico, pero quizás la complejidad de las mismas sea una barrera difícil de superar.

En la película de ciencia ficción *Blade Runner* (1982), dirigida por Ridley Scott, y basada en un cuento del escritor Philip K. Dick, los



humanos han podido construir seres biomecánicos denominados los *replicantes*. Para identificarlos una policía especial, los *blade runner*, emplea el ficticio *test Voight-Kampff*, también llamado test de empatía, que recuerda al *test de Turing*, con una diferencia, que en este juego de imitación, se analizan las emociones ante las preguntas, por medio de la dilatación de la pupila, ya que los replicantes no tienen empatía, desconocen las emociones, no saben de *qualias*, esta es la diferencia entre un humano y una máquina. ¿Será éste el gran escollo del paradigma de la mente mecánica? O quizás se produzca la emergencia de manera *natural* de las neuronas artificiales, al igual que al final de la película el replicante Roy siente que se va a morir y le *emerge* una empatía de su sistema biomecánico, y es incapaz de matar al *runner* que lo perseguía.

En definitiva, construir una mente mecánica es encontrar la vinculación entre el sustrato físico (neuronas, sinapsis, señales eléctricas) y el ámbito mental del pensamiento (ideas, emociones, inferencias, etc.). Esta fisura entre ambos dominios es todavía un problema abierto.

## BIBLIOGRAFÍA

Anderson; A. L. (ed), *Controversias sobre mentes y máquinas*. Barcelona, Tusquets Editores, 1984.

Bechtel, W., *La filosofía de la mente*, Madrid, Editorial Tecnos, 1991.

Boden, M. (ed.), *Filosofía de la Inteligencia Artificial*. F.C.E. México, 1994.

Burgos, J. A., *La familia del Dr. Frankenstein. Materiales para una historia del hombre artificial*, Jaén, Alcalá Grupo Editorial, 2007.

Canseco, J., Redes neuronales y conexionismo en las neurociencias, *Abasis, Revista di filosofía on-line (www.metabasis.it)* marzo 2007 año II n°3, p. 6.

Crane, T., *La mente mecánica. Introducción filosófica a mentes, máquinas y representación mental.* México, FCE, 2008.

Fodor, J. A., *El lenguaje del pensamiento,* Madrid, Alianza Editorial, 1984.

Garrido, M., *La lógica simbólica,* Editorial Tecnos, Madrid, 2001.

Gödel, K., *Obras completas.* Madrid, Alianza Editorial, 1981.

Goldstein, R., *Gödel. Paradoja y vida.* Barcelona, Antonio Bosch Editor, 2010.

Gray, Jeremy J., *El reto de Hilbert,* Barcelona, Editorial Crítica, 2000.

Guijarro, V.; Gonzalez de la Lastra, L., *La quimera del autómatas matemático,* Madrid, Cátedra, 2010.

Hameroff, S.R.; Penrose, R., «Orchestrated reduction of quantum coherence in brain microtubules: A model for consciousness», *Neural Network World* 5 (5), 1995, págs. 793-804.

Hardy Leahey, *Historia de la psicología. Principales corrientes en el pensamiento psicológico,* Madrid, Prentice Hall, 1998.

Hierro-Pescador, J., «En torno a la intencionalidad», *Revista de Filosofía* VIII, 14, 1995, págs. 29-44.

Hofstadter, D.R., *Gödel, Escher, Bach. El Eterno Grácil Bucle.* Barcelona, Tusquets Editores, 1987.

—, *Yo soy un extraño bucle,* Barcelona. Tusquets Editores, 2008.

Leavitt, D., *Alan Turing. El hombre que sabía demasiado,* Barcelona, Antonio Bosch Editor, 2007.

Martínez Freire, «P. Wittgenstein y Fodor sobre el lenguaje privado», *Anuario Filosófico* (28), 1995, págs. 357-376.

Martínez, G.; Piñeiro, G., *Gödel para todos.* Barcelona, Seix Barral, 2010.

Moya, C. J. , *Filosofía de la mente,* Valencia, Universidad de Valencia, 2006.

Nagel, E.; Newman, J.R., *Teorema de Gödel,* Madrid, Editorial Tecnos, 1994.

Penrose, R., *La nueva mente del emperador,* Madrid, Mondadori, 1991.

—, *Las sombras de la mente.* Barcelona, Editorial Crítica, 2007.

*Naturaleza y Libertad. Revista de estudios interdisciplinarios.* Número 1, 2012. ISSN: 2254-9668

Pujadas, L., «Intensión, intención, intencionalidad», *Taula*, Núm. 10 Diciembre, 1988, págs. 29-41.

Raatikainen, P., «On the philosophical relevance of Gödel's incompleteness theorems», *Revue Internationale de Philosophie* 59:4, 2005, págs. 513-534.

Rumelhart, D. E.; McClelland, J., *Introducción al procesamiento distribuido en paralelo*, Madrid, Alianza Editorial, 1991.

Searle, J., *Mentes, cerebros y ciencia*, Madrid, Editorial Cátedra, 1990.

—, *El misterio de la conciencia*, Barcelona, Editorial Paidós, 2000.

Turing, A., «On computable numbers with an application to the Entscheidungsproblem», *Proceedings of London Mathematical Society*, vol. 42, 1937, págs. 230-265. Disponible en: <http://www.turingarchive.org/browse.php/B/12>.

Von Neumann, J., *El ordenador y el cerebro*, Barcelona, Antonio Bosch Editor, 1999.

Juan Miguel Suay Belenguer

Departamento de Lógica, Historia y Filosofía de la Ciencia. Facultad de Filosofía UNED

Calle El de Pagan, 44- 03550 San Juan de Alicante (Alicante)

[jm\\_suay@yahoo.com](mailto:jm_suay@yahoo.com)

