



Ánfora

ISSN: 0121-6538

anfora@autonoma.edu.co

Universidad Autónoma de Manizales

Colombia

Bedia, Manuel G.; Castillo Ossa, Luis Fernando
HACIA UNA TEORÍA DE LA MENT CORPORIZADA: La influencia de los mecanismos sensomotores
en el desarrollo de la cognición
Ánfora, vol. 17, núm. 28, julio-diciembre, 2010, pp. 101-124
Universidad Autónoma de Manizales
Caldas, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357834262006>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

HACIA UNA TEORÍA DE LA MENTE CORPORIZADA: La influencia de los mecanismos sensomotores en el desarrollo de la cognición

TOWARDS A THEORY OF CORPOREAL MIND: The Influence of Sensomotor Mechanisms in the Development of Cognition¹

Manuel G. Bedia²
Luis Fernando Castillo Ossa³

Palabras clave: Cambio conceptual, aprendizaje, cognición, cultura.

Keywords: Conceptual change, learning, cognition, culture.

RESUMEN

El objeto de este artículo es ayudar a divulgar los principios enactivistas para el diseño de una teoría de la mente (y por extensión, para dotar de nuevos fundamentos a la Inteligencia Artificial) que en los últimos años están desmontando progresivamente la convicción de que la mente se centra, ante todo, en manejar conceptos. El pensamiento abstracto y su soporte simbólico han sido los pilares del paradigma cognitivista, base de la inteligencia artificial tradicional. Sin embargo, los resultados provenientes de finales de la década de los 90 del siglo pasado sobre corporización y situacionalidad de la cognición, complementados por la puesta al día en los últimos años del trabajo de autores como el neurofisiólogo Francisco Varela, están permitiendo definir un constructo teórico alternativo al computacionalismo. Pretendemos mostrar el recorrido histórico hasta la actualidad y los problemas que las ciencias

1.Traducción: Carlos Arturo Muñoz T. Centro de Traducción del Instituto de Idiomas de la UAM

2. Departamento de Informática y Sistemas, Universidad Zaragoza, España, mgbedia@unizar.es

3. Grupo de Investigación de Ingeniería de Software UAM. Universidad Autónoma de Manizales.

lfcastil@autonoma.edu.co

Recibido: febrero 15 de 2010

Aprobado: abril 20 de 2010



cognitivas se han ido encontrando en este viaje de fundamentación de unos nuevos pilares para una teoría que permita la comprensión de la mente.

ABSTRACT

The aim of this article is to contribute to spread the enactive principles to design a theory of mind - and extensively, to provide new foundations for Artificial Intelligence. This theory has lately been progressively modifying the conviction that the mind is, above all, centered on the management of concepts. The abstract mind and its symbolic support have been the pillars of the cognitive paradigm, base of the traditional Artificial Intelligence. However, results obtained from the 1990's about the embodiment and situational cognition, completed in the last years with the updating carried out by authors as the neurophysiologist Francisco Varela, have permitted to define an alternative theoretical construct towards computationalism. We attempt to show a historical tour up to date and the problems that cognitive sciences have encountered in this trip to lay the foundations of some new pillars for a theory that allows understanding the mind.

Introducción:

1. UNA REVISIÓN HISTÓRICA DE LAS CIENCIAS DE LA MENTE

En esta sección comentaremos con detalle cuáles han sido las principales ideas en el campo de la psicología cognitiva cuyo origen marcó una concepción que sobre la mente dominó el panorama intelectual a lo largo del último medio siglo.

La psicología cognitiva (o cognitivismo) surgió con el objetivo de comprender los **principios de la cognición** en general y en abstracto, con el objetivo de comprender los mecanismos que producían las funciones cognitivas como la generación de planes, el uso de la memoria, la capacidad de aprendizaje, etc. Esta novedad -entender el conocimiento como procesamiento de información-, es su presupuesto básico. Entre organismos vivos y ordenadores adecuadamente programados, hay diferencias en el sustrato material sobre el que está implementada la inteligencia, pero esto no va a ser de interés para esta perspectiva. El desarrollo de la **teoría de la computación** (a partir de los trabajos de Turing y Von Neumann, entre otros) y, posteriormente, el



surgimiento de los computadores como entidades concretas, constituyó un paso central para el fortalecimiento y desarrollo del cognitivismo. Los computadores dieron pie a la construcción de una analogía “casi perfecta” para entender la relación cuerpo-mente. Mediante este avance tecnológico, la relación cerebro-mente fue entendida como un símil de la relación hardware-software.

En este marco, la mente pasó a ser entendida como una computación sobre representaciones simbólicas de carácter lingüístico, representaciones que adquieren realidad física mediante la forma de un código simbólico en el cerebro o en una máquina.

Todos los resultados que permitieron que el enfoque cognitivista computacional se consolidase como el paradigma oficial, no evitaron que quedasen algunos problemas sin resolver los cuales se mantuvieron enquistados durante años aunque finalmente dieron pie al surgimiento de importantes críticas provenientes desde distintos frentes disciplinarios en torno a finales de la década de los 90 del siglo pasado. Como era esperable que sucediera, desde entonces hasta la actualidad, han aparecido importantes críticas y nuevos avances sobre estos planteamientos los cuales están dando origen a nuevos enfoques de comprensión de la mente.

En el siguiente apartado, revisaremos los aspectos fundamentales del cognitivismo y los problemas que no pudo llegar a resolver, y que dieron lugar a estos nuevos enfoques.

2. CRISIS DEL MODELO COGNITIVO

[^] Tal como hemos dicho, en el tratamiento de la cognición que se hace desde el enfoque cognitivista, se defiende la importancia de las representaciones que configuran y definen nuestras mentes como una máquina transformadora de símbolos, y la relevancia que tiene para la cognición. Esta vía fue tomada por la psicología cognitiva y, entre otros, desarrollada por los psicólogos y filósofos de la mente Pylyshyn (1988); Newell y Simon (1981); Fodor (1975, 1987), desarrollados del campo de la Inteligencia Artificial (IA). Dio lugar a la tesis del “computacionalismo”, “representacionalismo” o “simbolismo”, de acuerdo con la cual nuestra mente es un sistema que combina y procesa símbolos.



La idea fundamental de esta posición es que la inteligencia, el razonamiento, el lenguaje, la creatividad y gran parte de nuestros procesos mentales se rigen por reglas de carácter simbólico, y estas reglas son lógicas, virtuales, abstractas. En otras palabras, la cognición es representación mental: se piensa que la mente opera manipulando símbolos que representan rasgos del mundo, o, representan el mundo como si fuera de tal manera.

Sin embargo no es difícil darse cuenta que este modo de entender la cognición como representación, oculta tres supuestos fundamentales que soportan una visión objetivista de la mente

- El primero es que habitamos un mundo con propiedades particulares, tales como longitud, color, movimiento, sonido, etcétera.
- El segundo es que "captamos" o "recobramos" estas propiedades representándolas internamente.
- El tercero es que un "nosotros" subjetivo separado es quien hace estas cosas.

Estos tres supuestos implican un fuerte compromiso, a menudo tácito, acerca de cómo es el mundo, qué somos nosotros y cómo llegamos a conocer el mundo. A lo largo de los últimos años, una convicción no objetivista ha ido consolidándose lentamente en el estudio de la cognición. Hasta ahora, sin embargo, esta nueva orientación no tenía un nombre bien establecido, y era más bien un paraguas que cubría a una cantidad pequeña de gente que trabaja en diversos campos, y que enfatizaba la creciente creencia de que la cognición no podría ser sólo la representación de un mundo pre-dado por una mente pre-dada sino más bien la puesta en obra de un mundo y una mente a partir de una historia de la variedad de acciones que un ser realiza en el mundo.

3. UN NUEVO MODELO DE MENTE:

Dificultades como las indicadas al inicio de este capítulo motivaron hace dos décadas la aparición de visiones alternativas a la ciencia cognitiva clásica desde muy distintas orientaciones. Algunos eslóganes se han hecho imprescindibles con el tiempo: había que *incorporar* la cognición (como si los programas clásicos hubieran completamente "desincorporado" la mente),



había que *situarla* en el mundo e *incrustarla* en un entorno complejo y cambiante (como si los programas clásicos hubieran trasladado la cognición a un espacio neutro e inmutable), había que *extenderla* y *distribuirla* entre los distintos componentes de un complejo y amplio sistema que alcanzaba más allá de los límites del individuo (como si los programas clásicos hubieran ocultado su realización extendida en distintos componentes esparcidos en el mundo). La mente había sido entendida por el cognitivismo como un espacio independiente y privilegiado, un lugar donde hay modelos *internos* (representaciones y planes) aislados del cuerpo, del entorno y de la situación. Había que reformar esa imagen, porque la mente humana comprende un ámbito de actuaciones que no se reduce a las formas tradicionales de resolución de problemas mediante el razonamiento o la reflexión. Vamos a continuación a desarrollar tres de las corrientes más importantes en este sentido.

3.1 Mente extendida

Frente al cognitivismo clásico (o computacionalismo, que incluye la idea de que los procesos computacionales o cognitivos se llevan a cabo en la mente), la teoría de la mente extendida afirma que la “mente no está en la cabeza”, sino que emerge de las interacciones con el entorno (el mundo externo hace parte de la cognición). El paradigma de la mente extendida afirma que los procesos informacionales y computacionales se encuentran diseminados por el entorno, e incluso puede llegar a confundirse con este. En un breve artículo de 1998, Chalmers y Clark propusieron esta concepción que ahora discutiremos, y que ha tenido gran impacto en el estudio de la mente. ¿A qué llamamos mente extendida? Según estos autores, “una extensión de la mente es un sistema integrado que incorpora de modo esencial y no accidental sistemas de información y que es susceptible de convertirse en una prótesis para funciones específicas y característicamente mentales”. El principio básico es el que Chalmers y Clark, han denominado principio de paridad: “Si al enfrentarnos a cierta tarea, una parte del mundo funciona como un proceso que si estuviese en la cabeza no dudaríamos en aceptarlo como una parte del proceso cognitivo, entonces esa parte del mundo es (en ese momento) parte del proceso cognitivo”. Veamos los dos pasos en los que se puede dividir este principio:

1. Descarga computacional de datos y tareas en el medio: La mente humana es un sistema computacionalmente abierto, que se completa con la

colaboración del medio, en el que descarga tantos datos y procesos computacionales como puede.

Con la mente humana, sostiene Dennett (1996) <<“Guardamos “punteros” e “índices” en nuestro cerebro y tenemos tanto datos como podemos en el mundo externo, en nuestros cuadernos de direcciones, bibliotecas, cuadernos de notas, computadoras –y, claro, también en nuestro círculo de amigos y asociados. Una mente humana que estuviera limitada al cerebro estaría gravemente discapacitada si le quitásemos esos instrumentos externos (...) Cuantos más datos y mecanismos descargamos, dependemos más de esos periféricos” (Dennett 1996)>>

La evolución de nuestra especie tuvo mucho que ver con la transformación del medio producida por la construcción de estas herramientas cognitivas. Merlin Donald (1991) sostiene, en este sentido, que la especie humana se caracteriza por “hacer del medio un almacén externo de símbolos”. En (Broncano, 2004) se ha defendido la coevolución de la mente humana, como “sintonizadora natural de entidades portadoras de significados, una mente inmersa en un mundo lleno de signos, que ha llegado a desarrollar la capacidad de construir símbolos”. Estas capacidades de los humanos contribuyen a crear un medio, un entorno en el que la evolución personal y de especie se desarrolla condicionada por las interacciones con estos “artefactos epistémicos” y “símbolos sintonizados”.

El principio de descarga computacional es mucho más fácil de entender gráficamente que de explicar en términos técnicos: cuando deseamos conocer el teléfono de la compañía de gas buscamos en la guía telefónica, pero no nos aprendemos la guía. Depositamos en el medio una confianza informacional y cognitiva paralela a otras confianzas prácticas sin las que seríamos incapaces de movernos. Esta descarga de tareas computacionales es continua y continuamente inadvertida, es una de las formas más significativas en las que los humanos nos involucramos en nuestro entorno: hacemos que él nos resuelva problemas que de otra forma nuestras limitaciones mentales serían incapaces de resolver. Hacemos que nuestro entorno se pueble de andamios mentales.

2. Internalización de procesos de descarga: Algunos de estos procesos de descarga se internalizan y convierten en módulos interactivos, cuando

nuestra mente responde a ellos de manera automática, sin que medien procesos de reconocimiento de fiabilidad. Este segundo paso ocurre solamente con ciertos sistemas de computación externa que se convierten en auténticas prótesis mentales, más allá de su anterior estatus de herramientas cognitivas. Chalmers y Clark ponen el ejemplo de una persona, Otto, que padece Alzheimer y usa un cuaderno de notas para descargar ahí toda la memoria a corto plazo que necesita. Lo que hace del cuaderno de Otto una memoria externa es que la consulta la hace sin mediar inferencia sobre su fiabilidad. Otto usa su agenda como nosotros nuestra memoria. En este sentido, el cuaderno de Otto es una prótesis, un sistema de ayuda esencial y una prolongación de una función que no podría ser realizada en otro caso.

Clark (2003) ha insistido en varios trabajos en el carácter híbrido que tiene la mente humana. Nuestra mente solamente es posible en un mundo lleno de herramientas cognitivas. La primera de ellas fue el lenguaje, que antes o después o por debajo o por encima de la estructura gramatical, es un sistema de herramientas para almacenar información. Pero también y sobre todo para nuestra principal habilidad como animales, la de manipular la mente de los otros infectándola con nuestras ideas, deseos, creencias, expectativas y planes.

El mensaje es claro: controlamos nuestro entorno físico y espacial de maneras que alteran fundamentalmente las tareas de procesamiento de información a las que se enfrenta nuestro cerebro. Si este enfoque cooperador es valioso se debe a la mínima diferencia entre la naturaleza de los cómputos que surgen de una manera natural en el cerebro en sí y la naturaleza de los cómputos que se pueden realizar parasitando recursos del entorno. El proceso de externalización de la mente se da, de esta forma, en los dos pasos diferenciados de descarga e interiorización. La descarga se realiza en una parte del medio adecuada de forma robusta para la tarea: por ejemplo, un aparato de computación que es usado permanentemente, una libreta, etc., es decir, un sistema que pueda acoplarse a la computación. La progresiva interiorización del artefacto pone en cuestión el que las barreras del cráneo o de la piel sean tan adecuadas como parece para definir la frontera entre lo mental y lo no mental.

3.2 Mente Corporizada.

Para los cognitivistas, la mente tiene un *lugar* en el cerebro. Sin embargo, como acabamos de ver el *externismo* introdujo la idea de que la constitución de los estados mentales no está determinada exclusivamente por lo que está “en la cabeza”: diferencias en el mundo, en el entorno, son significativas de los estados mentales, y no meramente por el hecho de que causen diferencias en lo que sucede en la cabeza (o en el individuo). No hay un espacio interior donde se codifica la información para su posterior manipulación representacional y en el que *tiene lugar* el proceso de cognición. Sin embargo, cognitivismo y externismo comparten algo en común: el cerebro procesa símbolos. Las tareas que se distribuyen en el medio son tratadas por el cerebro como si accediese internamente a ellas, pero ambas comparten el carácter computacional definido por la psicología cognitiva.

Este enfoque cambia con la aparición de un nuevo programa de trabajo que se centró en el estudio de la cognición y en cómo se articula la situacionalidad de nuestros intercambios cognitivos con el mundo: el paradigma de la llamada *cognición situada y corporizada*.

Con el cognitivismo todos sabíamos en qué consistía la cognición. Las tareas de resolución de problemas utilizaban conocimiento representado y dependían para su éxito de determinados procesos de manipulación de información. No obstante, no parece que con la manipulación de representaciones explícitas mediante reglas (igualmente explícitas) sea suficiente para dar cuenta de la *dinámica* en los procesos reales de la cognición, como para ajustarse a las condiciones de *relevancia* a la hora de evitar la complejidad del mundo en que llevamos a cabo las tareas. Un sistema que opere exclusivamente sobre representaciones explícitas se encerraría previsiblemente en un regreso infinito a la hora de tomar esta decisión.

Nuestra mente, y esta fue la gran aportación de los defensores de la mente corporizada, incluye actividades cotidianas en las que exhibimos rutinas con un alto grado de control sensoriomotriz y mayor sensibilidad a las condiciones de cada situación. Toda cognición se inserta en situaciones en las cuales el agente ha de responder a las novedades imprevistas del ambiente. Los defensores de la cognición situada creen que la mejor alternativa es pensar que el agente está



situado, incrustado, inmerso en el mundo. Nuestra actuación en el mundo exige algo más que los modelos internos; requiere también su *anclaje* real en el mundo. Y el primer punto de anclaje se da en el cuerpo y a través del cuerpo.

Para estos autores el primer anclaje en el mundo para los seres humanos (y otras especies biológicas) es la interacción del cuerpo con el entorno. Como en el punto anterior, en "Estar ahí" (Andy Clark) podemos encontrar estudios interesantes sobre cognición situada y bucles de acción con el medio. En un trabajo sobre las respuestas de los niños a las pendientes se nos ofrece información sobre este tipo de interacción. En esta investigación, se colocaron niños pequeños con diferentes tipos de movilidad (niños que gateaban y niños que caminaban) sobre pendientes con distintos grados de inclinación. Los que caminaban recelaban de las pendientes con 20° o más de inclinación y, o bien se negaban a descender, o bien bajaban deslizándose. Los niños que gateaban abordaban inclinaciones de 20° o más y, normalmente acababan cayendo (aunque siempre se les cogía a tiempo). Sin embargo, tras un examen detallado apareció una pauta de aprendizaje. A medida que los niños que gateaban iban aumentando su experiencia, aprendían a evitar las pendientes más inclinadas. Pero en el momento de transición en el que los niños empezaban a caminar, este conocimiento obtenido con tanto esfuerzo parecía desaparecer. Los niños que empezaban a caminar tuvieron que aprender sobre las pendientes desde el principio. En una prueba, dos terceras partes de estos niños "se lanzaban sin vacilación por todas las pendientes, igual que hicieron al encontrarse con ellas por primera vez, cuando solo gateaban" (Thelen y Smith, 1994, p. 220).

Estas pruebas no sólo sugieren que los niños aprenden sobre el mundo realizando acciones, sino también que el conocimiento mismo que adquieren suele ser específico de la acción. Los niños pequeños no emplean su experiencia de gatear para adquirir conocimientos sobre las pendientes en general. En cambio, adquieren conocimientos sobre el papel de las pendientes en contextos específicos que implican una acción. Otros resultados relacionados con la especificidad del conocimiento de los niños pequeños apuntan en la misma dirección general.

A la luz de estos ejemplos, puede hacer falta algún replanteamiento de la imagen "pasiva" de nuestro contacto perceptivo con el mundo. En muchos casos la percepción no se debería contemplar como un proceso en el que se

recopilan pasivamente datos del entorno. La percepción puede estar orientada desde el principio hacia rutinas de acción específicas. Así pues, el reto estriba en cambiar de "una estructura teórica que sea, por así decir, más "motorcéntrica" que "visuocéntrica" (p.S. Churchland y otros, 1994, pag.60). Los estudios detallados de microdesarrollos, como el trabajo sobre el modo de superar pendientes, parecen ofrecer una base experimental sobre la que fundamentar esta reorientación tan radical.

3.3 Mente Enactiva

Con la mente enactiva se cierra un proceso que empezó hace poco más de una década de críticas al cognitivismo. La teoría de la mente enactiva asume los postulados y resultados de las corrientes de la mente extendida y corporizada pero dando un paso más allá. La idea de mente como "enacción", de acuerdo a los planteamientos de su creador Francisco Varela, afirma **la cognición no es representación**, pues en esta última "*se ocultan tres supuestos fundamentales*". El primero, es que habitamos un mundo con propiedades particulares; el segundo, que "captamos" o "recobramos" estas propiedades representándolas internamente, y el tercero, que un "nosotros" subjetivo separado es quien hace estas cosas. Propone entonces la designación "enactivo" para esta nueva orientación de la cognición, neologismo que proviene del verbo inglés *to enact*, que significa "poner en ejecución" (por ejemplo una ley), pero también "representar" o "actuar" en el sentido que se le da al trabajo del actor. Lo que en suma desea enfatizar es la "creciente convicción de que la cognición no es la representación de un mundo pre-dado por una mente pre-dada sino más bien la puesta en obra de un mundo y una mente a partir de una historia de la variedad de acciones que un ser realiza en el mundo".

La idea matriz del movimiento en activo es que **el conocimiento es** acción en el mundo (que perfectamente podría llamarse **ejecución**) y no representación del mundo. Este "llevar algo a cabo" es lo que determina la historia de lo que se puede llevar a cabo más tarde, y es eso mismo lo que hace emergir "mundos" en los cuales se seguirá llevando a cabo, en una espiral sin límites precisables mientras el sistema permanezca "activo".

Varela considera que las ciencias cognitivas se han mantenido hasta hace poco tiempo, en una tradición "abstracta", que no sólo las caracteriza a ellas sino

también al "mundo occidental". ¿En qué consiste? En "*la tendencia a abrirnos paso hasta la atmósfera pura de lo general y de lo formal, de lo lógico y lo bien definido, de lo representado y lo planificado...*". Sin embargo, estas ciencias "*lentamente han ido cobrando conciencia de que las cosas han sido planteadas al revés y han comenzado un radical viraje paradigmático (...), la convicción de que las verdaderas unidades de conocimiento son de naturaleza eminentemente concreta, incorporadas, encarnadas, vividas; que el conocimiento se refiere a una situacionalidad(...)* Lo concreto no es un paso hacia otra cosa, concluye, es cómo llegamos y dónde permanecemos".

Lo que Varela enfatiza es la creciente convicción de que el contexto y la situacionalidad no son residuos que se puedan eliminar progresivamente mediante el descubrimiento de reglas ya elaboradas, sino que constituyen la esencia misma de la cognición. El enfoque enactivo propone superar esta geografía lógica de 'interno-externo' estudiando la cognición ni como recuperación ni como proyección, sino como acción corporeizada". "Acción corporeizada" quiere decir dos cosas: (1) "la cognición depende de las experiencias originadas en la postura de un cuerpo con diversas aptitudes sensorio-motrices; (2) estas aptitudes sensorio-motrices están encastradas en un contexto biológico, psicológico y cultural más amplio".

Esta corriente, como forma de recopilar las críticas históricas del externismo y la corporización, en conjunto proporcionan una alternativa al modelo cognitivista, basado en una memoria constituida por estructuras simbólicas, que no puede dar cuenta de las contingencias del entorno. Las características de la cognición enactiva, corporizada y extendida son i), que la mente está anclada realmente a través del cuerpo; ii), que las representaciones internas no se definen en información abstracta o proposicional, más bien deberán ser entendidas como estructuras preconceptuales organizadas desde la experiencia corporal; iii), la situacionalidad involucra corporalidad en todo proceso cognitivo; iv), la situacionalidad tiene que ver con personas en acción; v), de ese modo, la cognición no depende de manipulación de representaciones sino de patrones de conducta de un organismo en un entorno.

Se presenta, por tanto, imprescindible explorar qué conocimiento se tiene de la percepción corporizada del movimiento y su relación con los procesos simbólicos defendidos por la psicología cognitiva.



4. RELACIONES ENTRE LA PERCEPCION HAPTICA Y LA COGNICIÓN

Las personas nos movemos, utilizamos nuestras manos para tocar, giramos la cabeza para mirar, inclinamos el oído para escuchar, acercamos la nariz para oler... y frente a todo movimiento hay una información sensorial relacionada que justifica esa acción. Cuando realizamos todas estas acciones nuestros sentidos están en constante diálogo adquiriendo y mostrando información referente a la percepción de estos movimientos o acciones. De este modo nuestros movimientos vienen definidos por las maneras que tenemos de percibir estas sensaciones. Podemos distinguir a grandes rasgos, diferentes ámbitos de la percepción del movimiento:

1. Propiocepción

El primer ámbito de la percepción es la propiocepción, que nos da conciencia de nuestro propio movimiento, es decir, frente a nuestros movimientos y acciones (como por ejemplo mirar, estirar un brazo, respirar) la propiocepción es la que nos hace saber que se están dando estos movimientos o acciones.

2. Percepción Espacial

Este ámbito dentro de la percepción, nos permite localizarnos en relación a un espacio. Principalmente gracias a los sentidos de la vista y del oído, podemos orientarnos en frente a lo que nos rodea. Así, utilizando todos nuestros sentidos físicos y desde nuestro punto de referencia, nos construimos la relación espacial que nos rodea y que nosotros percibimos.

3. Percepción del Tacto

Tradicionalmente se ha diferenciado entre tres modos de procesar la información "aprehendida" a través del sentido del tacto. Estos tres modos son: percepción táctil, kinestésica y haptica.

La *percepción táctil* hace referencia a la información adquirida exclusivamente a través del sentido cutáneo, cuando el perceptor adopta una postura estática que se mantiene a lo largo de todo el tiempo que dura el proceso de la estimulación.

La *percepción kinestésica* se refiere a la información proporcionada por los músculos y tendones. Ejemplos de este tipo de percepción son



aquellos en los cuales se ha eliminado cualquier información adquirida a través del sentido cutáneo mediante anestesia, o cuando se cubre el dedo o la mano con algún tipo de material que impide que las sensaciones adquiridas a través de la piel sean captadas por el sujeto.

Finalmente, se habla de *percepción háptica* cuando ambos componentes, el táctil y el kinestésico, se combinan para proporcionar al perceptor información válida acerca de los objetos del mundo. Esta es la forma habitual de percibir los objetos de nuestro entorno cuando utilizamos el sentido del tacto de forma activa y voluntaria. Limitaremos, por tanto, la definición de percepción háptica a la percepción de la información obtenida exclusivamente a través del uso activo de manos y dedos, excluyendo toda receptividad pasiva de la estimulación suministrada directamente en la mano del perceptor.

La importancia de la percepción visual en la interacción con el medio ha contribuido al desarrollo de la investigación sobre las funciones implicadas en la percepción (y representación mental) de objetos y a considerar al sistema visual como el más importante y primario, (y al háptico, como un sistema de procesamiento secundario, subsidiario del visual). No es extraño, por tanto, que el número de investigaciones sobre el tacto haya sido muy inferior al de la visión. En esta sección se define lo que se entiende por percepción háptica, y se consideran las aportaciones de tres grandes pioneros en el campo: Katz, Révész y Gibson. La tesis defendida en estos trabajos es que existe suficiente apoyo experimental para proponer que percepción háptica no es un tipo de percepción secundaria e inferior, subsidiaria de la percepción visual, sino que se suministra importante información sobre el mundo cuando la tarea a realizar resulta adecuada.

4.1 Movimiento e inteligencia

Si acudimos al desarrollo histórico de esta disciplina marginal de la Psicología de la percepción, encontramos que los grandes autores clásicos en este ámbito, Katz, Revesz y Gibson, apenas tuvieron continuidad en sus trabajos hasta hace tres décadas, con la publicación en inglés de la obra de Katz, *Der Aufbau der Tastwelt* (1925) (Trad. ing: *The World Of Touch*, 1989). La importancia de la recuperación de estos tres autores residió, más que en sus procedimientos o



aportaciones empíricas, (cuya precisión y contenidos han sido ampliamente superados en los trabajos contemporáneos en el área), en una concepción del tacto en la que se destacaba la naturaleza activa de este sistema perceptivo.

De los trabajos de Katz, recuperados en los 80, se recogían y mencionaban las capacidades del tacto en lo referente a las llamadas propiedades substanciales (Krueger, 1982; Loomis y Lederman, 1986). De los de Revesz (1950), la independencia del sistema del tacto respecto de los modos de funcionamiento de la visión, esencialmente por su carácter secuencial; y de Gibson (1962, 1966), la necesidad de entender el tacto en su dimensión activa. Estos autores destacaban cómo la fenomenología del tacto producía sensaciones subjetivas cuando los estímulos eran recibidos pasivamente por el sujeto. Este conjunto de ideas tomó forma en las tareas experimentales del llamado tacto activo en que se permitía al órgano corporal, específicamente a las manos, la exploración de los objetos.

El desarrollo, en la década de los 90, por parte de investigadores de la Universidad de Connecticut, de las teorías de tacto dinámico ha venido a actualizar la propuesta teórica de Gibson. Es ésta una línea de investigación que hasta el momento continúa siendo una parte más o menos aislada de la investigación sobre tacto. Turvey y sus colaboradores (Turvey, 1996), han rescatado los trabajos de Gibson, concentrándose en recuperar y desarrollar su teoría de las *affordances*. La idea básica de Turvey y sus colaboradores es que el funcionamiento del tacto en ciertas condiciones hace necesaria su explicación desde el movimiento. Así, las propiedades estimulares con las que «resuena» el tacto, y, por tanto, a las que es sensible, son continuos que no están definidos en las cualidades primarias de los objetos, sino que aparecen en la actividad conjunta, (o acoplamiento), que se produce entre el objeto y el sujeto que lo explora.

Turvey llama a esta forma de funcionamiento «tacto dinámico», rescatando así la definición de Gibson (1966). Se asume que no van a ser las capacidades sensoriales de la piel las encargadas de reconocer el estímulo proximal. De hecho, será imposible definir la existencia de un estímulo independiente de la actividad del perceptor. Es así como el movimiento, la dimensión activa del acto perceptivo, va a venir al primer plano de forma ineludible.

Hasta el trabajo de estos tres pioneros, el tacto había sido estudiado como un sistema sensorial en el que la estimulación recibida era transmitida al sistema nervioso central y cerebro. Sus observaciones y experimentos han contribuido a poner de manifiesto una serie de fenómenos importantes relacionados con las verdaderas capacidades del sistema háptico, que no son en absoluto inferiores a las del sistema visual. Tanto Katz (1925) como Gibson (1962) han defendido la precisión y rapidez del sistema táctil para la percepción del espacio. El primero desde su posición fenomenológica, y el segundo, desde la psicología ecológica, han destacado la importancia de los invariantes de orden superior en la percepción de los objetos y su carácter global (en tiempo y en espacio). La mano es el verdadero órgano del tacto y no los receptores estudiados por los psicofisiólogos.

4.2 La mano pesante

A pesar de la importancia de la percepción háptica, sólo muy recientemente se ha empezado a considerar la mano y sus componentes, los dedos, como verdaderos órganos receptores. Antes sólo interesaba el estudio de la sensibilidad de la piel al considerar los receptores cutáneos como elementos receptores más importantes. Actualmente se considera que, de la misma manera como el ojo es el verdadero órgano de la percepción visual, la mano lo es de la percepción háptica y no los receptores cutáneos como antes se creía.

El sistema háptico es, por tanto, más eficiente de lo que se creía. Debido a la capacidad del sistema háptico para aprehender un gran número de atributos de los objetos es necesario considerarle como un sistema independiente del sistema visual. Klatzky y Lederman (1987) y Lederman y Klatzky (1987) han defendido un modelo de procesamiento háptico directo, no mediado por la imagen visual, que es sumamente sugerente. El modelo asume que el sistema háptico posee sus propios canales de codificación y sus procesos. Este sistema es multidimensional y puede computar diferentes atributos relacionados con la sustancia del objeto, su estructura y su función.

Según lo anterior, si queremos entender cómo se produce el nacimiento de una inteligencia creadora y que sea capaz de resolver problemas, nos conviene comenzar por entender actos como ver o moverse. La acción sería una de las primeras manifestaciones de la inteligencia. Incluso hay autores que creen que

ha transformado la anatomía. Clark (1959) y Napier (1962) han mostrado el cambio morfológico de la mano, que revela el cambio en su función, y con él, el de la inteligencia que la usa. La evolución logró en el hombre privar a la mano de toda especialización. No era ya mano para agarrar, dar zarpazos o trepar. Era, literalmente, una mano para todo. Una mano descontextualizada: instrumento puro. Con su evolución, la mano adquirió nuevas capacidades funcionales, sin perder otras. A estas habilidades se añade una capacidad combinada de fuerza y precisión de agarre. La mano se convierte en una maravilla de la ingeniería biológica. La interacción entre esta virtuosa morfología y los sofisticados programas de acción que pueden realizarse es otro de los enigmas que presenta la relación de la inteligencia con el cuerpo. Vigotsky solía citar una frase de Bacon: "Nec manus, nisi intellectus, sibi permissus, multum valet" (Ni la mano ni el intelecto valen mucho por sí mismos) (Napier, J. R.: "The evolution of the hands, Scientific American, nº 207, 1962).

Si el lenguaje y el uso de las manos para la fabricación y empleo de herramientas coevolucionaron, forjando eficazmente un nuevo campo de operaciones para el cerebro del hombre, y un potencial mental que conocemos como "cognición humana", entonces el uso "inteligente" de la mano podría no haber sido un legado meramente incidental de los homínidos, sino una fuerza fundamental en la génesis de lo que llamamos "mente", activada en el momento de nacer.

4.3 Movimientos corporales y cognición

Nos proponemos para finalizar este punto, integrar los resultados sobre la mente, la mano y sobre la cognición, que hemos ido recopilando. El modelo de mente que nos interesa defender, como se ha comentado, será el de la cognición corporizada, situada y enactiva. Pero ¿Cómo este modelo es capaz de explicar procesos como la abstracción?

Hemos señalado cómo, gracias a la actividad senso-motora que tiene lugar en las diferentes instancias de la experiencia en contextos interactivos, desarrollamos una comprensión corporeizada del mundo. En las últimas décadas, un cuerpo de estudios e investigaciones (Gibbs, 1994, 2006; Lakoff y Johnson, 1999) ha comenzado a dar importancia a la hipótesis de que la cognición se construye con base en representaciones que son el producto de proyecciones metafóricas fuertemente enraizadas en el componente enactivo de la experiencia.

Así, se considera que la base de nuestro sistema conceptual se encuentra en la experiencia directa con los objetos del mundo exterior y que los modos en que usamos la mente para comprender la realidad emergen de un grupo de estructuras conceptuales básicas que se han formado a partir del conocimiento práctico del mundo. Dicho conocimiento se origina en las unidades básicas de la percepción, que se forman como resultado de la experiencia temporal y espacial de nuestros cuerpos en movimiento. Se desarrollan también a consecuencia de nuestra manipulación física de los objetos en el ambiente. Es decir que los esquemas imagen se basan en la actividad kinética directa. Poseen una lógica interna que los hace funcionar como si fueran la estructura abstracta de una imagen y vinculan un amplio rango de experiencias diversas que presentan la misma estructura recurrente.

Aprehendemos, parecen indicar estos autores, las relaciones espaciales ejecutando proyecciones corporales. Utilizamos los movimientos de nuestro cuerpo y mediante la acción de nuestras capacidades sensoriales, definimos un conjunto de orientaciones espaciales básicas que usamos para percibir las relaciones entre diferentes objetos en el ambiente. La mayor parte de nuestra inferencia conceptual es, por tanto, “inferencia sensoriomotora” (Lakoff y Johnson 1999). Se cree que dicha capacidad inferencial es una capacidad adaptativa que ha evolucionado para permitirnos acomodar nuestro cuerpo a las diferencias del ambiente natural.

Mark Johnson propuso un interesante proceso de categorización básico. Según Johnson, los humanos tienen estructuras cognitivas muy generales llamadas esquemas de imágenes kinestésicas: por ejemplo, el esquema contenedor, el esquema parte-todo y el esquema origen-senda-meta. Estos esquemas se originan en la experiencia corporal, se pueden definir en términos de elementos estructurales, tienen una lógica básica y se pueden proyectar metafóricamente para estructurar una gran variedad de dominios cognitivos. Partiendo de un detallado estudio de estos ejemplos, Johnson arguye que los esquemas emergen de ciertas formas básicas de actividades e interacciones sensoriales, y así brindan una estructura preconceptual de nuestra experiencia. Como nuestra comprensión conceptual está modelada por la experiencia, razona Johnson, también tenemos conceptos basados en estos esquemas. Estos conceptos tienen una lógica básica que impone una estructura a los dominios cognitivos donde se los proyecta en imágenes. Por último, estas



proyecciones no son arbitrarias, sino que se realizan mediante procedimientos metafóricos y metonímicos que a la vez son motivados por las estructuras de la experiencia corporal.

Recientemente Lkoff y Johnson han redactado un manifiesto de lo que denominan el enfoque experiencialista de la cognición. El tema central de ese enfoque se anuncia así:

Las estructuras conceptuales significativas surgen de dos fuentes:

1. De la naturaleza estructurada de la experiencia corporal y social
2. De nuestra capacidad innata para proyectar imaginativamente a partir de ciertos aspectos bien estructurados de la experiencia corporal e interaccional hacia estructuras conceptuales abstractas. El pensamiento racional es la aplicación de procesos cognitivos muy generales–focalización, escrutación, superposición, inversión de fondo y figuras, etc.- a tales estructuras.

Esta formulación parecería acorde con la perspectiva de la cognición como enacción que defendemos aquí. El conocimiento es entonces el producto de las peculiaridades del diseño humano e incluye aspectos de nuestro cuerpo, cerebro y mente. Se produce a consecuencia de una habilidad temprana para percibir similitudes abstraídas entre eventos que no son ni físicamente similares ni están asociados mediante la coocurrencia (Phillips, Wagner, Fells y Lynch, 1990; Wagner, Winner, Cicchetti y Gardner, 1981), y todos provienen de nuestro movimiento, nuestra exploración espacial y el movimiento de nuestras manos.

5. UNA REIVINDICACIÓN DE UNA INTELIGENCIA ARTIFICIAL REVISADA

El objetivo de este trabajo ha sido situar la cognición humana en el marco de los estudios más actuales de la mente, considerando al ser humano como un ser vivo que actúa e interactúa con el entorno y consigo mismo, según la visión de las más modernas teorías de la cognición. Esta visión de la cognición propone una serie de capacidades en el cerebro, y en la totalidad del agente, que implican mecanismos innatos (anticipación, retención, imaginación) para el reconocimiento de los objetos en un nivel previo al reflexivo. Nos ha interesado destacar, la imagen del “ser vivo que actúa”, sin reducirlo a un agente que



descansa en el análisis de los conceptos con los cuales concebimos, describimos, explicamos y justificamos nuestras acciones.

Para eso hemos huido del concepto de representación típico del cognitivismo. Esta concepción dominó durante cincuenta años la psicología, y tendió a reducir la acción a la representación, y olvida que la acción se realiza en un cuerpo en medio de un entorno. La acción está encarnada en la experiencia vivida de nuestro cuerpo, y nosotros nos damos cuenta de este hecho a través de la propiocepción⁴, de las kinestesias⁵ de nuestros miembros motores y de las eferencias⁶ motrices.

Se ha tratado de interpretar la percepción y el pensamiento dentro del cuerpo, considerando un nivel previo, pre-lingüístico y pre-reflexivo. Mi cuerpo es único, mi cuerpo es el grado cero de la orientación. Hemos señalado la contribución que los estudios de percepción háptica tienen en la constitución de sentido del ser de las cosas, del cuerpo propio y de los otros agentes.

Según la enacción, el pensamiento no es suficiente para poder entender el mundo. "La orientación no es una cuestión de representación conceptual, sino una cuestión esencialmente práctica, un saber del cuerpo". Es decir, la constitución de sentido la consigue el sujeto a partir de sus relaciones con el espacio, y el sentido de las realidades objetivas -que llegan al sujeto a través de la percepción de los objetos y a través de la acción- solamente puede ser posible para nosotros por la función de las kinestesias, y de la exploración espacial.

En este marco, la inteligencia y la comprensión de la mente humana hunden sus raíces en las capacidades del cuerpo humano, justamente en las kinestesias, que establecen la conexión entre los movimientos, las percepciones, las sensaciones y el cerebro. Las kinestesias cobran una función importante: cada acción necesita un agente y el agente para su acción también necesita fingir, imaginarse lo que no percibe o no siente en un momento determinado, pero que sabe, o piensa que está, o espera que esté. Es la ficción creadora, la acción creadora, en donde la imaginación (por la anticipación y la retención) tiene un papel decisivo. De este modo llegamos a una conclusión fundamental: clásicamente el dominio de la cognición en la interpretación del sujeto, ha llevado a los estudiosos a conceder una importancia desorbitada a lo computacional y a los procesos reflexivos; sin embargo, hay mecanismos de la

4 La propiocepción es el sentido que informa al organismo de la posición de los músculos.

5 La kinestesia es un conjunto de sensaciones que nos informan del movimiento, del equilibrio y de la orientación: la tensión de los músculos, su relajación, el movimiento de las articulaciones, las posiciones de las diferentes partes del cuerpo, la dirección, la dinámica, la ralentización, la parada, el equilibrio, etc. Estas sensaciones son transmitidas al cerebro por los receptores sensoriales situados en el sistema nervioso.

6 Las eferencias se producen en relación con las informaciones captadas por los receptores y enviadas al cerebro (aferencias). En anatomía se utiliza el término "eferencia" para designar las fibras nerviosas (axones) que salen de un núcleo o zona del sistema nervioso para dirigirse a otro.



acción que no son inferenciales, y en ellos la imaginación y la creatividad tienen un papel decisivo: la imitación, la capacidad de observar y experimentar, de alguna manera, en el propio cuerpo los movimientos y las sensaciones que ocurren en el entorno natal y en el social, en los cuerpos de los otros.

La Inteligencia Artificial y los estudios de la cognición no pueden ocultar la importancia que los estudios sobre el cuerpo en el desarrollo mental revelan. El sistema de movimiento corporal despliega una actividad que me ofrece una imagen sobre mi estado ante el espacio objetivo. Todas las habilidades cognitivas hunden sus raíces en estas capacidades del cuerpo humano, justamente en la situacionalidad, la corporización y las kinestesias. Este nuevo enfoque se ha materializado en distintas corrientes, algunas más conciliadoras con el paradigma computacionalista clásico, pero otras, como el enactivismo, dedicada a explorar aquellas nociones que el paradigma computacional siempre ignoró o a las que no supo enfrentarse (como la noción de autonomía, de agencialidad, la generación autónoma de normas y significados, etc.).

El objeto de este artículo ha sido discutir esta situación y presentar un enfoque alternativo para entender la cognición. Las bases del cognitivismo y de la Inteligencia artificial clásica quedan en entredicho. Se abre inevitablemente el tiempo para un proceso de revisión profunda del modo en que científicos e ingenieros deben enfrentarse a la comprensión de la mente y la inteligencia.

Bibliografía

BODEN A. Margaret (1994). La mente creativa, mitos y mecanismos. Gedisan Editorial

CLARK A. (1999). Estar ahí. Cerebro, cuerpo y mundo en la nueva ciencia cognitiva. Paidós.

DENNETT, D. (1996): ¿La creación del pensamiento?, (cap.5) en Tipos de mentes, de la versión castellana, Editorial Debate, S.A., Madrid 2000.

DE JAEGHER, H., and DI PAOLO, E. A. (2007) Participatory sense-making: An enactive approach to social cognition. Phenomenology and the Cognitive Sciences, 6(4), 485 - 507



DI PAOLO, E. A. (2003). Organismically-inspired robotics: Homeostatic adaptation and natural teleology beyond the closed sensorimotor loop, in: K. Murase & T. Asakura (Eds) *Dynamical Systems Approach to Embodiment and Sociality*, Advanced Knowledge International, Adelaide, Australia, pp 19 - 42.

DI PAOLO, E. A. (2005). Autopoiesis, adaptivity, teleology, agency. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 4(4): 429 - 452.

DI PAOLO, E. A. ROHDE, M. and DE JAEGHER, H. (2008) Horizons for the Enactive Mind: Values, Social Interaction, and Play. In J. Stewart, O. Gapenne and E. A. Di Paolo (eds), *Enaction: Towards a New Paradigm for Cognitive Science*, Cambridge, MA: MIT Press.

DI PAOLO, E. A. and IIZUKA, H. (2008). How (not) to model autonomous behaviour *BioSystems* 91: 409-423, Special issue on Modelling Autonomy.

DONALD, M. (1991): *Origins of the modern mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

BRONCANO, F. (2004): *¿Capacidades metarrepresentacionales y conducta simbólica?* *Estudios de Psicología*. 25/2, pp. 183-203

CLARK, Andy (2003) *Natural-Born Cyborgs: Minds, Technologies and the Future of Human Intelligence*. (Oxford University Press, NY)

CLARK, A. CHALMERS, D. (1998): *¿The extended mind?*, *Analysis* 58, pp. 7-19.

CLARK, A. (1997): *Estar ahí. Cerebro, cuerpo y mundo en la nueva ciencia cognitiva*. 1999, Ediciones Paidós Ibérica, S.A.

THELEN, E. y SMITH, L. (1994). *A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action*. Mit press, isbn: 026270059x

PATRICIA S. CHURCHLAND et al. (1994). "A Critique of Pure Vision", En Christof Koch & Joel L. Davis (ed.), *Large-Scale Neural Theories of the Brain*. Cambridge, Mass: The MIT Press, 1994).



GARDNER, H. (1988): ¿Las ciencias cognitivas. Perspectiva histórica?. En La nueva ciencia de la mente. Historia de la revolución cognitiva, Ed. Paidós, 1988.

GARDNER H. (1995). Mentes creativas. Barcelona. Paidós. 1995.

GARDNER H. (2005). Arte, mente y cerebro. Una aproximación cognitiva a la creatividad. Paidós.

HARVEY, I., Di Paolo, E. A., Tuci, E., Wood, R., Quinn, M. (2005). Evolutionary robotics: A new scientific tool for studying cognition. *Artificial Life*, 11(1/2), pp. 79 - 98.

IIZUKA, H. and DI PAOLO, E. A. (2007). Toward Spinozist robotics: Exploring the minimal dynamics of behavioural preference *Adaptive Behavior*, 15:359-376.

MARINA J.A. (2007). Teoría de la inteligencia creadora. Compactos Anagrama

MARTÍNEZ-FREIRE, P. (1995): La nueva filosofía de la mente, Editorial Gedisa, S.A. 1995, Barcelona.

MARTÍNEZ-FREIRE, P. (2006): ¿El Enfoque Enactivo en las ciencias Cognitivas?, *Ludus Vitalis*, Vol. XIV, num. 26.

MARTÍNEZ-FREIRE, P. (2005): ¿Putting representation, body and world together again?, en *Contrastes. Cognición y Representación*. Suplemento 10 (ISSN: 1136-9922), Málaga 2005.

NORMAN, D. (1981): ¿Qué es la ciencia cognitiva? en Perspectivas de la ciencia cognitiva, D. Norman (compilador), Ediciones Paidós Ibérica, S.A., 1987.

PYLYSHYN, Z. (1988): Computación y conocimiento, Editorial Debate, Madrid, S.A., 1988.

VEGA, J. (2005), ¿Mentes híbridas: cognición, representaciones externas y artefactos epistémicos? en *Revista de Antropología Iberoamericana*, Ed. Electrónica, Núm. Especial Noviembre-Diciembre 2005.



KRUEGER, L.E. (1982). Tactual perception in historical perspective: David Katz's world of touch. En W. Schiff y E. Foulke (eds.): *Tactual perception: a sourcebook*. Cambridge: University Press.

LOOMIS, J y LEDERMAN, S.J. (1986). Tactual perception. En K.F. Boff, L.L.

KAUFMAN y J.P. THOMAS (eds.). *Handbook of perception and human performance*, Vol. 2. N.Y.: John Wiley and Sons (pp. 31.1-31.44)

GIBSON, J. (1962). The Senses Considered as Perceptual Systems (Boston: Houghton) Gibson, J. J. Observations on active touch. *Psychological Review*. 1962, 69, 477-491.

KATZ, D. (1925). The world of touch. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Klatzky R. L., Lederman S. J., Reed C. (1987). There's more to touch than meets the eye: The salience of object attributes for haptics with and without vision. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116, 356-369.

NAPIER, John (1962). The evolutions of the hand. *Sc. American*, 207 (6). pp:56-62.

GIBBS, R. JR. & COLSTON, H. (1995). The cognitive psychological reality of image-schemas and their transformations. *Cognitive Linguistics*, 6 (4), 347-378.

GIBBS, R. JR. (2006). *Embodiment and cognitive science*. Cambridge: Cambridge University Press.

LAKOFF, George y MARK Johnson. 1999. *Philosophy in the Flesh. The embodied Mind and Its Challenge to Western Thought*. New York: Basic Books.

LAKOFF, G. & JOHNSON, M. (2003). *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago Press. (V.O.: 1980)

PHILLIPS, R., WAGNER, SH., FELLS, C. & LYNCH, M. (1990). Do infants recognize emotion in facial expressions?: categorical and metaphorical? evidence. *Infant Behavior and Development*, 13, 71-84.



REVESZ, G. (1950). *Psychologie and Art of the Blind*. New York: Longmans, Green and Co.

TURVEY, M. (1992). Affordances and prospective control: an outline of the ontology. *Ecological psychology*, 4(3), 173-187.

RUBIA, Francisco (2009). *El fantasma de la libertad. Datos de la revolución neurocientífica*. Crítica Editorial.

TURKLE S. (1997). *La vida en la pantalla. Construcción de la identidad en la era de Internet*. Paidós.

TURVEY, M. (1996). Dynamic touch. *American Psychologist*, 51(11), 1.134-1.152.

WAGNER, SH., Winner, E., Cicchetti, D. & Gardner, H. (1981). ¿Metaphorical? mapping in human infants. *Child Development*, 52, 728-731.

VEGA J. (1996). Epistemología de las técnicas. El problema del saber práctico y el conocimiento técnico. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.

VARELA, F. (1988): *Conocer. Las ciencias cognitivas: Tendencias y perspectivas. Cartografía de las ideas actuales*, Gedisa, Barcelona, 1990.

VARELA, F., THOMPSON, E., ROSCH, E., (1991): *The Embodied Mind. Cognitive Science and Human Experience*, MIT Press, Cambridge (MA), 1991. Versión castellana: *De cuerpo presente. Las ciencias cognitivas y la experiencia humana* (trad. Carlos Gardini), Gedisa, Barcelona, 1992.

