

---

## EL ENFOQUE ENACTIVO EN LAS CIENCIAS COGNITIVAS

PASCUAL F. MARTÍNEZ-FREIRE

---

**ABSTRACT.** Francisco Varela puts forward a new approach in cognitive sciences that he called "enactive". This new approach defends that cognition is enaction, that is, a history of structural coupling that brings forth a world. Varela claims that the mind is an autonomous system and, to explain this idea, proposes the example of a cellular automata dubbed "Bittorio", which has become the new paradigm in cognitive sciences. The world of Bittorio is not given in advance and then recovered by a representation, therefore the enactive approach appears as anti-representationalist. I claim that there are several shortcomings in this enactive approach. Firstly, although Varela speaks against representations he accepts representations as interpretations. Secondly, he uses ideas from Rodney Brooks, but whereas this scientist should adopt a naïve realism, Varela presents himself as an anti-realist. Thirdly, Varela refuses James Gibson's ecological psychology since, as an anti-realist, he thinks that the environment is enacted. Finally, Varela set up his theory of evolution as natural drift against theory of evolution by adaptation, again stating his anti-realism.

**KEY WORDS.** Francisco Varela, enaction, "Bittorio," anti-representationalism, anti-realism, Rodney Brooks, ecological psychology, natural drift, adaptation, environment.

---

---

### 1. TRES ENFOQUES EN LAS CIENCIAS COGNITIVAS

Francisco J. Varela (1946-2001) fue un notable biólogo chileno, muerto a los cincuenta y cuatro años en París, donde era director de investigación en el *Centre National de Recherche Scientifique*. Inicialmente Varela trabajó con su profesor Humberto R. Maturana, en la Universidad de Chile, en Santiago, en su teoría conjunta de la *autopoiesis*, expuesta en *De máquinas y seres vivos* (1973) y más tarde en *Autopoiesis and Cognition* (1980). En términos sucintos, para estos científicos los sistemas vivos son máquinas, pero máquinas autopoieticas (autocreadoras, por así decir). De manera más precisa, hay máquinas que mantienen constantes, o dentro de un campo limitado de valores, algunas de sus variables y tales son las máquinas homeostáticas, en las que es interna a ellas toda retroalimentación. Pues bien, un sistema vivo, una máquina autopoietica, es una máquina

---

Departamento de Filosofía, Universidad de Málaga, Campus de Teatinos, 29071 Málaga, España. / freire@uma.es

homeostática que continuamente genera y especifica su propia organización a través de su operación como un sistema de producción de sus propios componentes, y hace esto renovando incesantemente sus componentes bajo condiciones de perturbaciones continuas y compensación de perturbaciones. Una máquina autopoietica es un sistema homeostático que tiene a su propia organización como la variable fundamental que mantiene constante. Como consecuencia de esta organización autopoietica, los seres vivos, según Maturana y Varela, son autónomos y no tienen entradas o salidas (salvo considerándolos como máquinas *alopoieticas*).

Posteriormente, Varela se interesó por las ciencias cognitivas, intentando aplicar dentro de ellas algunas de sus intuiciones biológicas. En particular, en su libro *Connaître: Les sciences cognitives* (1988) y más tarde en su libro conjunto con Evan Thompson y Eleanor Rosch titulado *The Embodied Mind. Cognitive Science and Human Experience* (1991), distingue tres enfoques posibles de las ciencias cognitivas.

El primer enfoque es denominado por Varela "cognitivismo", y con esta etiqueta se refiere a la teoría computacional clásica de la cognición, tal como fue defendida por Herbert Simon (1916-2001) o es respaldada por Marvin Minsky. En su libro de 1988, resume esta doctrina como la postura que concibe la cognición como computación de representaciones simbólicas. De manera aguda, Varela advierte que para el cognitivista la computación es fundamentalmente semántica o representacional; la computación no tiene sentido sin tener en cuenta las relaciones semánticas entre las expresiones simbólicas, y de ahí, añade Varela, el popular eslogan "no hay computación sin representación <sup>1</sup>". Según nuestro autor, el programa de investigación cognitivista se puede sintetizar en las tres proposiciones siguientes, que son otras tantas respuestas: 1) la cognición es procesamiento de información, manipulación de símbolos basada en reglas; 2) la cognición funciona a través de cualquier dispositivo que pueda soportar y manipular elementos físicos discretos (los símbolos), y 3) sabemos que un sistema cognitivo funciona adecuadamente cuando los símbolos representan apropiadamente un aspecto del mundo real, y el procesamiento de la información conduce a una feliz solución del problema planteado al sistema. En *The Embodied Mind* (1991), libro conjunto con Thompson y Rosch, se repite esta caracterización del programa.

El segundo enfoque en ciencias cognitivas es el conexionismo. Nuestro autor señala cómo, a fines de la década de 1970, surgió este nuevo enfoque, que trataba de resolver dos reconocidas lagunas del cognitivismo. La primera consiste en que el procesamiento de información simbólica se basa en reglas secuenciales, aplicadas una tras otra, con lo que puede aparecer un "cuello de botella von Neumann <sup>2</sup>", necesitándose, por tanto, algoritmos de procesamiento paralelo. La segunda limitación es que el procesamiento simbólico está localizado, con lo cual la pérdida o disfunción de

cualquier parte de los símbolos o reglas del sistema produce un grave daño. Una operación distribuida, en cambio, resulta muy conveniente para que haya una cierta inmunidad ante las mutilaciones. En suma, los sistemas conexionistas propugnan una mayor inspiración en el funcionamiento (paralelo y distribuido) del cerebro. La estrategia conexionista, indica Varela, consiste en construir un sistema cognitivo no a partir de símbolos y reglas, sino de componentes simples que se conecten dinámica y densamente entre sí constituyendo redes, y lo interesante en este nuevo enfoque, añade nuestro autor, es que los símbolos no desempeñan ningún papel, pues los ítems significativos no son símbolos sino complejos patrones de actividad entre las unidades que componen cada red. Este programa también puede sintetizarse en tres proposiciones que son otras tantas respuestas: 1) la cognición es la emergencia de estados globales en una red de componentes simples; 2) la cognición funciona a través de reglas locales que gobiernan las operaciones individuales y de reglas de cambio que gobiernan la conexión entre los elementos, y 3) sabemos que un sistema cognitivo funciona adecuadamente cuando vemos que las propiedades emergentes se corresponden con una aptitud cognitiva específica. Esta descripción del enfoque conexionista que aparece en su libro de 1988 se repite en su libro conjunto de 1991.

Finalmente, el tercer enfoque de las ciencias cognitivas es el defendido por Francisco Varela, tanto en solitario en su libro de 1988 como junto con Thompson y Rosch en el libro de 1991. En realidad, salvo algunas diferencias (que indicaré) en la presentación de su propio enfoque, las tesis básicas se repiten en ambos libros, aunque el objetivo de uno y de otro es distinto. En el primer libro se propone criticar la tesis clásica del conocimiento como procesamiento de información, introduciendo su tesis de la cognición como *enacción*. En cambio, en el libro de 1991 los autores (asumiendo este enfoque enactivo) proponen construir un puente entre la mente en la ciencia y la mente en la experiencia, mediante la articulación entre la tradición de las ciencias cognitivas occidentales y la psicología meditativa budista. De hecho, el interés por el budismo es común a los tres autores. Por mi parte, me limitaré a presentar y criticar este enfoque enactivo, prescindiendo de las tesis que relacionan ciencias cognitivas y budismo.

El enfoque enactivo (*enactive approach*) se presenta como una alternativa tanto al cognitivismo como al conexionismo. Para ambos, el criterio de cognición continúa siendo una representación atinada de un mundo externo que está dado de antemano, pero para Francisco Varela las cuestiones relevantes que surgen en nuestras vidas no son predefinidas, sino cuestiones enactuadas, emergidas o alumbradas desde un trasfondo<sup>3</sup>. La cognición deja de ser un mecanismo que resuelve problemas mediante representaciones y, en su lugar, alumbrando un mundo donde el único requisito es que la acción sea efectiva. El programa de investigación

enactivo en ciencias cognitivas puede, de nuevo, sintetizarse en tres proposiciones que son otras tantas respuestas: 1) la cognición es acción efectiva (enacción), historia del acoplamiento estructural que alumbra un mundo; 2) la cognición funciona a través de una red de elementos interconectados capaces de cambios estructurales durante una historia ininterrumpida, y 3) sabemos que un sistema cognitivo funciona adecuadamente cuando se transforma en parte de un mundo o configura uno nuevo.

## 2. ENFOQUE ENACTIVO Y ANTIRREPRESENTACIONISMO

Intentaré aclarar estas tesis de Francisco Varela, recurriendo sucesivamente a su discusión sobre la prioridad del mundo o de la imagen, y al paradigma de "Bittorio".

Tanto en su libro de 1988, bajo "Ejemplos de enacción", como en el libro de 1991, bajo "Cognición como acción incorporizada (*embodied*)", Varela se plantea, respecto de la visión, si vino primero el mundo o la imagen. Para él, tanto los cognitivistas como los conexionistas defienden lo que denomina la "posición de la gallina", es decir, que el mundo exterior tiene leyes fijas y precede a la imagen que arroja sobre el sistema cognitivo, cuya tarea consiste en aprehenderlo apropiadamente. La alternativa parece ser lo que denomina la "posición del huevo", esto es, que el sistema cognitivo crea su propio mundo, cuya aparente solidez sólo refleja las leyes internas del sistema. Varela propone una vía intermedia, que anticipó en su trabajo "Living ways of sense-making: A middle path for neuroscience" (1984), según la cual el huevo y la gallina se definen mutuamente, son correlativos. Para nuestro autor, tanto realismo como idealismo toman la representación como su noción central, bien para recuperar lo externo, bien para proyectar lo interno, en tanto él pretende estudiar la cognición, no como recuperación o proyección, sino como acción incorporizada. Por ello, el enfoque enactivo se presenta como antirrepresentacionista.

A su vez, en ambos libros (aunque con más detalle en el de 1991) Varela presenta el autómata celular "Bittorio", que ya había sido introducido en su trabajo "Structural coupling and the origin of meaning in a simple cellular automata" (1988), como ejemplo de sistema autónomo, para ilustrar la noción de acoplamiento estructural. Según Varela, la ciencia cognitiva se aleja de la idea de la mente como un mecanismo de entrada-salida que procesa información para llegar a la idea de la mente como una red emergente y autónoma. Su ejemplo de sistema autónomo es Bittorio, un anillo de autómatas celulares<sup>4</sup>. Bittorio tiene, por ejemplo, la siguiente forma de acoplamiento estructural con el medio. El anillo se deja caer en un medio de ceros y unos aleatorios; cuando una de las células del autómata se encuentra con un cero o un uno, su estado es remplazado por la perturbación que encuentra; cualquier secuencia impar de perturbacio-

nes en el mismo lugar conducirá a un cambio en la configuración de estado (total) de Bittorio, mientras que cualquier secuencia par de perturbaciones no producirá cambio. Dada su regla y dada su forma de acoplamiento estructural (con el medio), Bittorio es un “reconocedor de secuencia impar”.

Para Varela, Bittorio brinda un paradigma de cómo la clausura (autonomía) y el acoplamiento bastan para alumbrar un mundo de relevancia para un sistema. Nuestro autor señala que se trata de un paradigma bastante simple, pero es un ejemplo de cómo un sistema autónomo alumbró significación a partir de un trasfondo, y también nos invita a imaginar las ricas y complejas significaciones que alumbrarían las redes celulares complejas vivas del cerebro, que es autónomo (tiene clausura operacional) y está acoplado estructuralmente<sup>5</sup>. Este paradigma enactivo, podemos añadir, se presenta como antirrepresentacionista, ya que, como dice Varela, el mundo de Bittorio no está previamente dado y luego recuperado por una representación, sino que es enactuado (alumbrado) a través de una historia de acoplamiento estructural.

### 3. CRÍTICAS AL ENFOQUE ENACTIVO

Creo que el enfoque enactivo propuesto por Francisco Varela adolece de varias deficiencias, por lo cual no puede sustituir a los enfoques clásico y conexionista habituales en las ciencias cognitivas. Resumiré algunas de tales deficiencias.

Para empezar, aunque ya en su libro de 1988 nos dice que las representaciones abandonan la escena, mantiene lo que denomina “representaciones débiles”. En efecto, distingue dos sentidos de representación: 1) la representación como interpretación, que indica que la cognición consiste en interpretar o representar el mundo como si fuera de cierta manera, y 2) la hipótesis de que un sistema cognitivo actúa sobre la base de representaciones internas. Varela acepta el primer sentido, que califica de “débil”, mientras que rechaza el segundo, al que califica de “fuerte”, ya que éste supone, por un lado, que el mundo está predefinido antes de cualquier actividad cognitiva y, por otro, defiende la existencia de representaciones mentales dentro del sistema cognitivo. Sin embargo, no creo que puedan separarse los conceptos de representación e interpretación, tal como aparece recogido en mi libro *La importancia del conocimiento* (2005). Además, dentro de la confusión de Varela sobre el concepto de representación, en su libro de 1991, citando la obra de Marvin Minsky, titulada *The Society of Mind* (1985), sugiere que este autor no se ocupa de las representaciones. Sin embargo, en el glosario de su libro Minsky ofrece una noción aceptable de representación, y en el texto dice que ninguna habilidad poderosa emergería sin algunos esquemas razonablemente uniformes para representar el conocimiento (p. 222).

En segundo lugar, en su libro conjunto con Thompson y Rosch (donde se proponen unir las ciencias cognitivas occidentales y las tesis de la escuela Madhyamika budista) pone a Rodney Brooks, del laboratorio de inteligencia artificial del MIT, como ejemplo de científico cognitivo enactivo. En realidad, Brooks y Varela coinciden en su declarado antirrepresentacionismo, pero mientras que Brooks debe suscribir un realismo ingenuo, en cambio, Varela sostiene una postura antirrealista. En efecto, y tal como dice Varela, para Brooks la representación es la unidad de abstracción errónea al construir la mayoría de las partes de los sistemas inteligentes. Sin embargo, Brooks, en su libro *Flesh and Machines* (2002), defiende que sus robots móviles autónomos ("Allen", "Herbert" o "Genghis") usan el mundo como su propio mejor modelo. Esto supone, como he puesto de relieve en mi trabajo "Being inside: Putting representation, body and world together again" (2005), que se debe aceptar un acceso directo al mundo, de acuerdo con el realismo ingenuo. Ahora bien, Varela no suscribe tal realismo ingenuo, sino que reiteradamente se muestra antirrealista, al rechazar, como vimos, la posición (realista) de la gallina.

Esta posición antirrealista es tan fuerte que lleva a Varela a no aceptar la psicología ecológica de James Jerome Gibson (1904-1979), aunque ambos rechazan el punto de vista representacionista de la percepción visual. En efecto, en el libro de 1991, Francisco Varela expone la idea de Gibson, que éste madura en su libro *The Ecological Approach to Visual Perception* (1979), de que en la luz ambiental hay suficiente información para especificar el medio ambiente directamente, sin la mediación de cualquier tipo de representación (simbólica o subsimbólica), es decir, en la topología de la luz ambiental hay invariaciones que especifican directamente propiedades del medio ambiente. Varela declara que esta idea, que define el programa de investigación de Gibson, no es compatible con su enfoque enactivo. Las invariaciones en la luz ambiental, para Gibson, no dependen de la actividad del animal, ya que las invariaciones en la disposición óptica ambiental a través del tiempo no se construyen o deducen, sino que están ahí para ser descubiertas. Varela añade que, mientras Gibson sostiene que el medio ambiente es independiente, él y sus coautores sostienen que éste es enactuado (alumbrado o hecho surgir, cabe añadir) por historias de acoplamiento. En conclusión, el antirrealismo de Varela le lleva a decir que el programa de Gibson pasa por alto no sólo la unidad estructural (autonomía) del animal sino también la codeterminación del animal y el ambiente en lo que tanto ha insistido.

El antirrealismo se advierte de nuevo cuando Varela y sus colegas, en el libro de 1991, contraponen su teoría de la evolución por deriva natural (*natural drift*) a la evolución por adaptación. De inicio, para Varela la evolución como deriva natural es la contrapartida biológica de la cognición como acción incorporizada (*embodied*), con lo que queda clara la importan-

cia que otorga a este punto de vista, que debería ser tan central en biología, como la enacción debería serlo en las ciencias cognitivas. Para Varela, la síntesis neodarwinista toma la idea de adaptación como su noción básica, al igual que las ciencias cognitivas tradicionalmente toman la idea de representación como su noción fundamental. La adaptación es un proceso unido a la reproducción y a la supervivencia; las presiones selectivas actúan sobre la variedad genética de una población, produciendo cambios en el tiempo de acuerdo con una optimización del potencial de aptitud (*fitness*). Sin embargo, añade Varela, hay una serie de problemas para la síntesis neodarwinista. Entre ellos está el problema de la pleiotropía o interdependencia de los genes, con lo que no es posible tratar un organismo como un conjunto de rasgos (*traits*) apoyados en genes separados, o la idea de los “equilibrios puntuados” (con drásticas discontinuidades) que liquida el gradualismo evolutivo, o bien el fenómeno de la “stasis” o permanencia de ciertos grupos con pocos cambios a pesar de que el medio ambiente haya cambiado drásticamente. En conclusión, para Varela, Thompson y Rosch, explicar una regularidad biológica observada como una correspondencia óptima con dimensiones ya dadas del ambiente aparece cada vez menos sostenible sobre fundamentos lógicos o empíricos.

En estas circunstancias la cuestión central, añade Varela, es si los procesos evolutivos pueden entenderse mediante la idea representacionista de que entre ambiente y organismo hay correspondencia, proporcionada por las constricciones de supervivencia y reproducción, esto es, si el representacionismo en las ciencias cognitivas es el homólogo exacto del adaptaciónismo en la teoría evolutiva. La solución propuesta por Varela y sus colegas es la evolución por deriva natural, que se articula en cuatro puntos básicos: 1) la unidad de evolución (en cualquier nivel) es una red capaz de un rico repertorio de configuraciones autorganizadoras; 2) mediante acoplamiento estructural con un medio, estas configuraciones generan selección, un proceso (en marcha) de satisfacción que desencadena (pero no específica) cambio en forma de trayectorias viables; 3) la trayectoria o modo de cambio de la unidad de selección es el resultado entretejido (no óptimo) de múltiples niveles de subredes de repertorios autorganizadores seleccionados, y 4) la oposición (tradicional) entre factores causales internos y externos es remplazada por una relación co-implicativa, ya que organismo y medio se especifican mutuamente. Este último punto es el que más me interesa para destacar el antirrealismo de Varela. Como él mismo declara, el punto crucial es que no se retiene la noción de un ambiente independiente y de antemano dado, sino que se le abandona en favor de los denominados factores intrínsecos. En suma, podemos añadir, el neodarwinismo explica la evolución como consecuencia de la transformación de ciertos rasgos fenotípicos (producidos por cambios genéticos) que resultan adecuados a cambios en el medio natural, con lo que un

cambio interno (genético) permite un ajuste externo. Ahora bien, como Varela no acepta, al ser antirrealista, un mundo externo independiente, sus ataques al neodarwinismo son coherentes.

En mi trabajo "La realidad desde la mente", recogido en mi libro *La importancia del conocimiento*, he distinguido entre realidad y mundos percibidos. De manera natural creemos que existe una realidad independiente de nuestra mente. Si además creemos que la conocemos tal como es, entonces no sólo somos realistas sino, asimismo, realistas ingenuos. Pero también resulta natural darnos cuenta de que una misma realidad no es conocida por todos del mismo modo; por ejemplo, si Ronaldo es derribado dentro del área por Puyol, muchos madridistas verán ciertamente un penalty mientras que muchos barcelonistas verán con seguridad que Ronaldo se ha dejado caer. Como cada uno de nosotros puede conocer una misma realidad de diversos modos, no tiene sentido decir que la conocemos tal como es realmente, salvo que uno de nosotros posea el conocimiento real y los demás un conocimiento erróneo sin que sepamos quién es el afortunado. En consecuencia, parece obligado distinguir entre la realidad (que es independiente de nuestras mentes) y diversos mundos percibidos, con diferencias no sólo entre los individuos humanos sino también entre humanos y otras especies animales. En todo caso, no debe exagerarse la diferencia entre el mundo percibido por una mente humana y el mundo percibido por otra mente humana distinta, hasta el punto de llegar a negar un conocimiento objetivo, sino debe considerarse que el hecho biológico de que los humanos poseemos básicamente un mismo sistema de representación y una misma competencia lingüística garantizan la posibilidad de un conocimiento objetivo. En otros términos, aunque los mundos percibidos son diversos, cabe hablar con sentido de una realidad compartida a través de unos mismos resortes perceptivos.

Pues bien, Varela y sus colegas rechazan expresamente esta razonable posición en su libro de 1991. En efecto, dicen que la insistencia en la codeterminación o especificación mutua entre organismo y ambiente no debe confundirse con el punto de vista común de que organismos perceptivos diferentes tienen diferentes perspectivas del mundo, ya que este punto de vista sigue considerando el mundo como pre-dado, permitiendo simplemente que este mundo pre-dado pueda ser visto desde una variedad de perspectivas. En cambio, añade Varela, el organismo y el ambiente están envueltos mutuamente de múltiples maneras, y lo que constituye el mundo de un organismo dado es enactuado (alumbrado) por la historia de acoplamiento estructural de ese organismo. En el libro de 1988, Varela nos dice que conocedor y conocido, sujeto y objeto, se determinan uno al otro y surgen simultáneamente, y también dice que no nos llamemos a engaño creyendo que el conocimiento opera mediante la representación de una aparente exterioridad.

Finalmente, haré algunas observaciones críticas a la tesis de la incorporación (*embodiment*), que aparece en el libro de 1991, donde se identifica cognición con enacción, tal como hemos visto, pero también cognición con acción incorporizada. Para Varela y sus coautores, esta acción, en cuanto incorporizada, quiere decir dos cosas: 1) que la cognición depende de los tipos de experiencia que provienen de tener un cuerpo con varias capacidades sensorio-motoras, y 2) que estas capacidades sensorio-motoras están ellas mismas incrustadas (*embedded*) en un contexto más abarcador, biológico, psicológico y cultural. A su vez, la acción incorporizada, en cuanto acción, quiere decir que los procesos sensoriales y motores, percepción y acción, son fundamentalmente inseparables en la cognición vivida, e incluso han evolucionado juntas. Todo esto resulta muy aceptable y de hecho no es negado (que yo sepa) por ningún científico cognitivo tradicional (clásico o conexionista), con lo que no se comprende cómo pueda ser empleado para sostener un nuevo enfoque en las ciencias cognitivas. Por ello, esta postura de “añadir el cuerpo” presente en Varela, Thompson y Rosch, o más recientemente en Lakoff y Johnson, en su libro *Philosophy in the Flesh* (1999), resulta una maniobra intelectual un tanto retórica, o dicho de otro modo, ningún científico cognitivo ha defendido un estudio del conocimiento real y completo de un animal sin considerar su tipo de cuerpo.

En general, los científicos cognitivos defienden la postura funcionalista, que implica la tesis de varios niveles de descripción hasta llegar a los diversos soportes de conocimiento, cuerpos o mecanismos electrónicos. En mi trabajo “Base empírica y teoría funcionalista en las ciencias cognitivas”, recogido en mi libro *La importancia del conocimiento*, he puesto de relieve que la hipótesis del sistema de símbolos físico, o (lo que es lo mismo) la tesis del sistema de procesamiento de información, constituye el supuesto básico común de las ciencias cognitivas, aplicable por igual a la psicología cognitiva y a la inteligencia artificial. A su vez, el funcionalismo constituye una hipótesis filosófica acerca de la naturaleza de los procesos mentales que está aneja de manera natural a la hipótesis del sistema de símbolos físico, permitiendo consolidar la cohesión de las diversas ciencias cognitivas, ya unificadas por la hipótesis empírica del sistema de símbolos. De acuerdo con esta hipótesis empírica, un sistema de símbolos físico (con su memoria, operadores, control, y unidades de entrada y salida) tiene los medios necesarios y suficientes para la acción inteligente general. Por otra parte, de acuerdo con la hipótesis filosófica del funcionalismo, los procesos mentales no son conducta externa públicamente observable, sino que son funciones mediadoras entre entradas sensoriales y salidas motoras, que se producen en el interior del sistema y desempeñan una función o papel causal. Esto supone que los procesos mentales, en principio, pueden ser caracterizados o descritos según la función que desempeñen, con inde-

pendencia del soporte físico del sistema. Es decir, si se trata, por ejemplo, de demostrar un teorema, lo relevante es el conjunto de operaciones y los datos de que disponemos, y es en principio indiferente que la demostración sea ejecutada en un computador o en un cerebro humano.

Esta tesis funcionalista prescinde de los soportes físicos al describir, en términos generales, los procesos mentales, pero —y esto es muy importante— *ni niega la existencia de tales soportes (cuerpos o mecanismos electrónicos) ni dice que los procesos mentales concretos sean sus descripciones abstractas*. Siguiendo las ideas clásicas de David Marr (1945-1980), establecidas en su libro *Vision* (1982), además del nivel de la tarea o función de un proceso mental, y del nivel de sus representaciones y computación, tenemos el nivel de su soporte físico o implementación. Llegados a la base empírica, las ciencias cognitivas se nos muestran en su rica diversidad.

## NOTAS

- 1 Esta frase (“no computation without representation”), podemos completar, aparece justificada en el libro de Zenon Pylyshyn *Computation and Cognition* (1984), p. 62.
- 2 Cabe añadir que este carácter secuencial del procesamiento clásico se denomina “procesamiento von Neumann” en atención al célebre informático John von Neumann (1903-1957), quien estableció sus principios.
- 3 El término “enaction” ha sido creado por Varela sobre el verbo “enact”, que significa tanto promulgar una ley como representar un papel escénico. En *The Embodied Mind* la enacción es asociada con el verbo “bring forth”, que significa dar a luz o alumbrar. Por ello creo que puede traducirse por “alumbramiento”.
- 4 John von Neumann, podemos añadir, introdujo la noción de “autómata celular”, que definió como un “espacio” computacional constituido por muchas células discretas, cada célula puede estar en uno o varios estados y cambia o permanece en su estado según reglas determinadas (típicamente locales). En suma, un autómata celular es un diseño matemático simulable por ordenador.
- 5 Para la aclaración de estos conceptos, Varela nos remite a su libro *Principles of Biological Autonomy*, que se remonta a 1979.

## REFERENCIAS

- Brooks, Rodney A. (2002), *Flesh and Machines: How Robots Will Change Us*, New York: Pantheon Books.
- Gibson, James Jerome (1986), *The Ecological Approach to Visual Perception*, Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates (Publicado originalmente en 1979.).
- Lakoff, George y Johnson, Mark (1999), *Philosophy in the Flesh. The Embodied Mind and its Challenge to Western Thought*, New York: Basic Books.
- Marr, David (1982), *Vision. A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*, NY: Freeman.
- Martínez-Freire, Pascual F. (2005), *La importancia del conocimiento. Filosofía y ciencias cognitivas*, Málaga: Universidad de Málaga.
- Martínez-Freire, Pascual F. (2005), "Being inside: Putting representation, body and world together again", P. F. Martínez-Freire (ed.), *Cognición y representación*, Suplemento num. 10 de *Contrastes. Revista Internacional de Filosofía*, pp. 39-50.
- Maturana, Humberto R. y Varela, Francisco J. (1973), *De máquinas y seres vivos*, Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Maturana, Humberto R. y Varela, Francisco J. (1980), *Autopoiesis and Cognition. The Realization of the Living*, Reidel, Dordrecht.
- Minsky, Marvin (1985), *The Society of Mind*, NY: Simon and Schuster.
- Pylyshyn, Zenon W. (1984), *Computation and Cognition. Toward a Foundation for Cognitive Science*, Cambridge (MA): The MIT Press.
- Varela, Francisco J. (1979), *Principles of Biological Autonomy*, NY: Elsevier North Holland.
- Varela, Francisco J. (1984), "Living ways of sense-making: A middle path for neuroscience", Paisley Livingstone (ed.), *Order and Disorder: Proceedings of the Stanford International Symposium*, Stanford: Anma Libri, pp. 208-224.
- Varela, Francisco J., "Structural coupling and the origin of meaning in a simple cellular automata", E. Secarz, F. Celada, N. A. Mitchinson y T. Tada (eds.), *The Semiotics of Cellular Communication in the Immune System*, New York: Springer, 1988, pp. 151-161.
- Varela, Francisco J. (1988), *Connaître: Les sciences cognitives*, Paris: Du Seuil. Versión castellana: *Conocer. Las ciencias cognitivas: Tendencias y perspectivas. Cartografía de las ideas actuales* (trad. Carlos Gardini), Gedisa, Barcelona, 1990.
- Varela, Francisco J., Thompson, Evan, Rosch, Eleanor (1991), *The Embodied Mind. Cognitive Science and Human Experience*, Cambridge (MA): MIT Press. Versión castellana: *De cuerpo presente. Las ciencias cognitivas y la experiencia humana* (trad. Carlos Gardini), Gedisa, Barcelona, 1992.