

En: Razeto P. & Ramos R. (2013) Autopoiesis un concepto vivo. Colección ciencias estructurales. Universitas Nueva civilización, Santiago: 95-118

La auto-producción de la subjetividad: autopoiesis y cognición de alto nivel

The self-production of subjectivity: autopoiesis and high level cognition

Ximena González-Grandón

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

Abstract.

The concept of autopoiesis is conceived as the beginning of a rich tradition of thought, where one of its branches is in cognitive sciences. It is considered that thinking in terms of living, autonomy and interaction could give some light for perspectives that take into account the living subject and her experience when interacting with the world. One of these perspectives is enaction that is increasingly becoming a strong alternative to classic computationalism, it explains cognition pointing to a central role of bodily activity and interaction in the emergence of meaningful experiences, and uses philosophical and experimental tools as an epistemological framework. In this paper, it is argued that (1) the autopoietic tradition, despite some known problems, it could form a coherent platform for the growth of the enactive paradigm; and this latter is showed as a sustainable development for (2) explaining the nervous system's autonomy and (3) the high level cognition processes as memory, abstraction or imagination.

Key words: autopoietic tradition, enaction, high level cognition, autonomy, human nervous system.

Resumen:

El concepto de autopoiesis se sugiere como el inicio de una vasta tradición de pensamiento que tiene una de sus ramas en las ciencias cognitivas. Se considera que el pensar en términos vivos, autónomos e interactuantes da luz a perspectivas que toman en cuenta al sujeto vivo y a su experiencia sobre el mundo cuando está interactuando con él. Una de esas perspectivas es la enacción, que se está colocando como una alternativa robusta al computacionalismo clásico, que explica a la cognición como procesos corporizados que dotan de significado el entorno con el que interactúa y que utiliza herramientas filosóficas y experimentales en su marco explicativo. En este artículo, se defiende (1) que la tradición autopoietica, a pesar de algunos problemas, puede servir como una plataforma coherente para el surgimiento del paradigma enactivo; y que éste último se muestra como un desarrollo viable para (2) poder explicar la autonomía del sistema nervioso y (3) los procesos cognitivos de alto nivel como la memoria, la abstracción y la imaginación.

Palabras clave: Tradición autopoietica, enacción, cognición de alto-nivel, autonomía, sistema nervioso humano

Preliminares

La búsqueda para explicar la materialidad de la mente ha sido recurrente en la historia de las ideas y de la ciencia. En tiempos actuales, la naturalización de la epistemología y el arribo de herramientas como la neuroimagen o de conceptualizaciones teóricas como la autonomía biológica, han renovado el interés en los procesos mentales y en su ocurrencia. La metáfora computacionalista de herencia dualista, ha ido perdiendo hegemonía, y la perspectiva que se sitúa desde el agente y que explica la mente como emergencia de procesos auto-organizativos, se muestra como cada vez más plausible. Esta perspectiva, proviene de una tradición científica y filosófica que surge cuando Maturana y Varela proponen explicar la vida a partir de la autopoiesis, y a la cognición desde sistemas autónomos que dotan de significado su entorno. Es así, como la autopoiesis se sugiere como el inicio de una vasta tradición de pensamiento que tiene una de sus ramas en las ciencias cognitivas. En ese sentido, el pensar en términos vivos, autónomos e interactuantes da luz a perspectivas que toman en cuenta al sujeto y a su experiencia sobre el mundo cuando está viviendo e interactuando con él.

Este artículo hace una contribución específica al entendimiento de esta plataforma autopoietica, que se considera ontológica y epistémica, y como promotora del surgimiento del paradigma enactivista y por tanto, de la posibilidad de formulación de marcos explicativos que naturalizan la autonomía y la individualidad humana, y que consideran al sistema mente/sistema nervioso como vivo y cambiante.

Más que enfocarnos en algunas propuestas del paradigma enactivista, como las que proponen que el concepto de autopoiesis puede servir como un vínculo explicatorio entre los dominios de la corporización fenomenológica y biológica de un agente humano vivo (Varela y Weber, 2002; Thompson, 2007). O sobre los que consideran que por la manera en la que el concepto ha sido primariamente descrito es inadecuado para jugar un rol en las ciencias cognitivas enactivas (DiPaolo, 2005; Froese y Stewart, 2012). Se plantea a la autopoiesis, como parte de una tradición de

pensamiento, que es necesaria para darle vida al sistema nervioso y, sobre su base teórica, poder crear explicaciones más reales en cuanto a cómo es que un agente humano lleva a cabo su cognición de alto nivel: memoria, imaginación, autoconciencia o planeación motora.

Por todo ello, a pesar de que la autopoiesis es planteada para explicar un nivel celular, el concepto ha encontrado nuevas aplicaciones en un diverso rango de marcos explicativos. Esto puede deberse a que el término ha sido sustrato de diversas hermenéuticas y resignificaciones a causa, entre otras cosas, de la historicidad propia de un término recién acuñado (1973). Pero también, a que es un resultado natural de la construcción teórica que se ha desarrollado sobre su base empírica. Ya que su uso se volvió característico de una perspectiva interaccionista que toma en cuenta de manera ontológica, la constante interacción entre el organismo vivo y su entorno. Y además, su conceptualización ha tenido una evolución natural tanto en sus bases teóricas como en las evidencias experimentales que la han acompañado desde su origen, cuestión que la robustece. Con este propósito, se considera una herramienta explicativa útil no únicamente para el nivel molecular para el que fue inicialmente descrito, sino como una plataforma para epistemologías que buscan mayores niveles de organización.

Particularmente en este artículo, el énfasis está puesto en el nivel del sistema nervioso humano como parte del correlato material de los procesos mentales, que son considerados desarrollos autorganizativos en lo referido a la actividad cognitiva de los agentes humanos vivos. Al respecto, se va a contrastar con el marco explicativo de las ciencias cognitivas tradicionales, la postura computacional de una mente como procesadora de símbolos, y se va a defender la aproximación enactiva que surge de partir de la tradición autopoietica y de sus unidades explicativas.

En este sentido, lo que se busca son principalmente tres objetivos. En primer lugar, analizar algunas características de la teorización autopoietica y algunos de sus problemas. En segundo lugar, plantear la noción de autonomía biológica y su relación con el sistema nervioso humano. Por último se opta por una perspectiva enactivista y experimental en cuanto a la emergencia de los procesos mentales, cuya base biológica es explicada a través de la autonomía. Para hacer todo esto se recurre a algunas las

investigaciones realizadas por Maturana y Varela (1973, 1987). Y a nuevos desarrollos del paradigma enactivo que permiten abordar los problemas de la cognición de alto nivel y prever nuevas investigaciones en cuanto a la experiencia subjetiva del agente humano vivo. (Varela, 1992, 2001; DiPaolo, 2005, 2011, Krueger, 2011, Hurley, 2008).

1) El surgimiento de un concepto empírico-teórico: autopoiesis

Se debe comenzar planteando que a diferencia de muchos conceptos teóricos, autopoiesis no es un término metafórico, sino que en su sentido más literal se define como creación propia o auto-producción.

Cuando Maturana y Varela (MyV) acuñan el término en la década de los 70's, compartían la misma insatisfacción con dos visiones dominantes: desde las ciencias biológicas la que entendía a lo vivo desde la genética-molecular, y desde las ciencias cognitivas, la que entendía los procesos mentales y de subjetivación como formas de procesamiento de información. Motivaciones que probablemente incitaron la formulación de la forma mínima de autonomía que pudiera ser consistente con los presupuestos teóricos de ese contexto científico, la biología celular moderna. Y obviamente, como cualquier otro concepto revolucionario, se sostiene sobre un contexto histórico particular, donde diversidad de ideas flotaban en el aire. Como los estudios cibernéticos y los artefactos, los conexionistas y el perceptrón, la teoría de sistemas respecto a la auto-organización, la consideración de las diversas fenomenologías en el mundo animal, la caracterización de posibilidades de acción desde el sujeto dependientes de constreñimientos biológicos y ecológicos. Diversas formas de intuiciones con un cierto parecido de familia en cuanto a los taxones buscados, que co-existían sin coincidir en su espacio-tiempo. (Ashley, Heinz, von Foerster, Rosenblatt, McCulloch, Wiener, incluso podemos incluir a la semiótica fenomenológica de von Uexküll y a la psicología cognitiva de JJ Gibson).

Su noción de autopoiesis es una forma de organización básica de lo vivo, que se puede plantear como el orden de sucesos que deben coexistir para que la vida exista y no la falta de vida. Es así, como el sistema autopoiético se plantea como aquel que continuamente produce los elementos que lo particularizan y lo identifican como

unidad identitaria, y es recursivo al plantear una distinción ontológica entre los procesos de producción, regeneración y una unidad concreta que se distingue del entorno en el que existe, pero depende de él y está constituido por él. Se puede decir que las acciones del sistema autopoietico consisten en establecer los procesos dinámicos para lograr una existencia precaria.

No obstante, a causa de los constantes procesos hermenéuticos que ha sufrido el término, consideramos pertinente mencionar la definición resumida de autopoiesis que da Varela en 1992:

Un sistema autopoietico está organizado (definido como unidad) como una red de procesos de síntesis y destrucción (producción o metabolismo) de diversos elementos, de tal manera que éstos:

- (i) continuamente regeneran y realizan la red que los produce, y
- (ii) constituyen el sistema como una unidad distinguible en el dominio en que existen (Varela, 1992)

Esta definición ha sido un tanto problemática, por una parte se han considerado ciertas ambigüedades y se ha desconfiado de las alusiones respecto a la recursividad, por lo que incluso se ha planteado como una definición tautológica (Scheper and Scheper, 1996; Munch 1992). Por otra parte, un problema que ha sido muy debatido es la necesidad de recursividad para que un sistema autopoietico exista, o en términos más especializados, se tiene que apelar a una causalidad recíproca o circular (*downward causation*). Ésto es, un acoplamiento entre el nivel de componentes locales y el todo global a través de los requerimientos constitutivos de la unidad, el cual está separado del entorno pero interactúa constantemente con él. Lo que puede dar lugar a dos interpretaciones: (i) al existir un todo que interactúa al nivel de sus partes, se están colocando en el mismo dominio dos clases de entidades que pertenecen a dominios de descripción distintos y, por tanto se cae en un error categorial. Y (2) que la existencia de los componentes es dependiente de la dinámica interna del sistema como un todo, por tanto al existir una dependencia mutua entre los componentes y la red de procesos de producción, no existe un error categorial (Varela, 1974; Bich y Arnellos, 2012).

Nosotros nos decantamos por la segunda interpretación, que resulta cercana a la

epistemología viva que caracteriza esta investigación. Una instancia de esto ocurre en una célula viva, el astrocito del sistema nervioso, en cuyos procesos vitales sucede una reciprocidad causal de las reglas locales de interacción- como las interacciones químicas en la síntesis de proteínas de membrana- y las propiedades globales de la unidad agencial -como su funcionamiento al permitir la entrada o salida de aniones o cationes a través de la membrana - que recursivamente afecta en la producción de las condiciones locales, como a la producción de la misma membrana. Esta forma de causalidad circular subraya la relación recíproca entre la célula viva y su entorno, que se separa de él, pero que depende de su interacción constante para su auto-conservación.

De acuerdo con esto, se debe enfatizar que no se está planteando que lo global y lo local pertenezcan a un mismo dominio, o que el entorno y la unidad viva se encuentran en igualdad de condiciones. De alguna manera, la unidad viva tiene un mayor peso que el entorno. Esto último, es la dimensión complementaria de esta lógica básica de la vida, que resulta central para continuar el argumento. La interacción entre unidades autopoieticas autónomas y su entorno físico-químico, se muestra como una aparente paradoja de la identidad autónoma: el sistema autopoietico debe diferenciarse de su entorno, mientras mantiene al mismo tiempo un engarzamiento con él. Sin embargo aunque es una interacción dialógica, no es completamente equilibrada, la balanza se encuentra ligeramente inclinada del lado de lo vivo ya que activamente se acopla con el ambiente. Y ahí surge otra noción muy controversial en las investigaciones de Maturana y Varela (1987), la consideración de la cognición como ese excedente de significado, que puede estar presente incluso en sistemas celulares, y que específicamente se refiere a que la actividad sobre el medio viene con una perspectiva. E incluso se considera a las amebas en su accionar global, cuando se acoplan al entorno y se mueven a través de él con una marcada diferencia si está presente una mayor concentración de sacarosa que de cloruro de sodio, y esa actividad mínima ya se plantea como una forma de significación (o cognición).

Es así como esta tradición autopoietica da cuenta de la organización mínima que da lugar a formas de autonomía de lo vivo. No obstante mi propósito no es hacer una genealogía del término, ni plantear los debates que han surgido en torno a su

interpretación, sino plantear que esta lógica de lo vivo sirve como fundamento desde el cual poder considerar niveles de organización más complejos, como sería el caso del sistema nervioso de los agentes humanos vivos. Por todo ello, puede ser una unidad explicativa esencial para comprender los procesos en los que emergen la motricidad, las ideas o los recuerdos. Sólo cuando existe una identidad básica con su tipo de organización, se posibilita que sus ramificaciones puedan considerarse provenientes de ella, como variaciones familiares de una clase común de unidades vivas (Varela, 1992), que otra vez recuerda al parecido de familia que plantea el segundo Wittgenstein.

2) Sistema nervioso humano como ejemplo de sistema autónomo.

Como se ha mencionado, la autopoyesis ha sido explícitamente formulada para los sistemas vivos básicos como la célula. Ahora, es claramente una posibilidad sobre esta base, que la tradición autopoyética acerca de la individualidad biológica resulte proclive para entender procesos que van más allá de la vida de un unicelular a la de un organismo multicelular que incluya a los vertebrados humanos. No sin antes realizar la aclaración respecto a su naturaleza: un organismo multicelular, no es en sí mismo una unidad autopoyética ni de primero ni de segundo orden, ya que su organización global no sigue los mismos principios de auto-construcción (Weber y Varela, 2002). Sin embargo, para los fines operacionales de este texto se considera que un organismo multicelular puede ser mejor entendido si algunas de las variables que se toman en cuenta a nivel celular, como la vida, la agencia, la causalidad circular y la interacción con el entorno, pueden dar pie para nuevas aproximaciones y desarrollos sobre el sistema nervioso humano. Él cual tiene una naturaleza autónoma y significa sus entorno al interactuar con él, a través de la configuración de su identidad nerviosa. Por lo que no se está planteando una extrapolación sino formas de extensión teórica a la vida de organismos multicelulares con base en la tradición autopoyética. (Weber y Varela, 2002).

Esta consideración ha sido muy debatida, si es o no posible hablar del sistema nervioso del agente humano con su sistema nervioso y el resto de los sistemas que lo mantienen vivo y definido como unidad, como un sistema autónomo con

características autopoieticas o no. Nosotros recalcamos que el análisis del sistema nervioso puede partir de la base autopoietica y comprenderse desde esa unidad explicativa, pero no viceversa: el sistema nervioso no es como tal un sistema autopoietico.

No obstante no me voy a detener en los debates al respecto, ya que ha sido desarrollada en otros sitios (si el lector está interesado puede ver: Maturana and Varela 1984; Varela 1979, 1991, Bich y Arnellos, 2012; Froese y Stewart, 2011).

2.1 *Autonomía.*

La autonomía y la autopoiesis no son sinónimos, en cuanto al análisis de organismos multicelulares, esta segunda noción resulta de gran relevancia. Para empezar, tiene un mayor alcance y subsume las propiedades de los sistemas autopoieticos. Varela, Maturana y Uribe (1974:188) la definen como “la fenomenología característica que resulta de la organización autopoietica: la realización de la organización autopoietica como el producto de su operación” e ilustran al sistema inmune como una instancia de sistema autónomo al considerarlo autónomo dentro del funcionamiento autónomo del organismo. A diferencia del sistema autopoietico, no tiene una frontera clara como una membrana, pero en su operación si existe una demarcación, ya que el sistema funciona autónomamente en relación con el ambiente (Varela, 1978).

Se puede decir que la autopoiesis surge como respuesta al genocentrismo, en cambio la autonomía a la cosificación extrema y tomar en cuenta la agencia subjetiva: la identidad del sistema a través de sus funcionamiento interno y auto-regulación (Varela, 1978). Por tanto, la autonomía se vincula directamente con la construcción de identidad a través de la cognición.

Varela (1991, 1992, 1999, 2001, 2003) en su fecundo intento por elaborar una marco explicativo general de la autonomía en diferentes niveles de organización, que no se limitará al nivel autopoietico, optó por plantear una forma de circularidad desde un cierre operacional en los sistemas autónomos, como en el sistema nervioso de los

agentes con intencionalidad¹. Dejando el cierre organizacional para los sistemas autopoieticos.

Ahora bien, el concepto de cierre se torna en una manera en la que podemos distinguir entre los procesos autopoieticos unicelulares y los procesos autónomos de un multicelular. El cierre organizacional, que fue aludido en el apartado anterior, es la forma de causalidad que posibilita la auto-producción del sistema autopoietico, es decir la circularidad implicada en su auto-organización. En cambio, el cierre operacional, que tiene sus primeras conceptualizaciones en el análisis de Maturana (1980) acerca del sistema nervioso, se plantea como una funcionalidad cerrada en la que todas las acciones propiciadas por los componentes tienen un efecto en el interior del sistema, siendo esa su única forma de recursividad. Es posible, que algunos de los debates que se han propiciado en cuanto a los alcances de la autopoiesis como unidad explicativa, derivan de una interpretación errónea entre una u otra forma de cierre (una instancia de esto acontece en el debate reciente entre Froese and Stewart (2010) Maturana (2011), Bich y Arnellos, 2012).

Es así, que las acciones del sistema autopoietico quedan caracterizadas en términos de cierres organizacionales, mientras que entre los sistemas autónomos, los acoplamientos no se generan únicamente desde el exterior sino que son generados de acuerdo a una dinámica interna.

2.2 Excedente de significación, dotando de sentido el mundo particular.

Lo que hace un organismo vivo que está compuesto por sistemas autónomos, como sistema nervioso o sistema inmunológico, es enfrentarse constantemente a imprevistos en sus interacciones con el entorno, en ocasiones puede anticipar ciertos patrones cotidianos, pero también se tiene que adaptar a repentinas perturbaciones que son inesperadas. Sus acoplamientos resultan en encuentros que son significativos desde su identidad particular, a partir de la perspectiva intrínseca que poseen. La cual está dada por todas esas características que se comparten filogenéticamente y por todas aquellas que se aprenden en la co-construcción con el entorno durante la ontogenia. Cada

¹ “A domain K has closure if all operations defined in it remain within the same domain. The operation of a system has therefore closure, if the results of its action remain within the system” (Bourgine & Varela, 1992, p. xii).

encuentro implica una postura de interacción, el cuerpo adquiere conductas diversas dependiendo las posibilidades del entorno. Por ejemplo una colonia de microbiota como los Bacteroides va a preferir co-habitar con las células del intestino que con las del estómago, por sus propias necesidades de preservación. Dicho de otra manera, los organismos vivos tienen una perspectiva intrínseca que se va co-determinando con los constreñimientos que brinda el medio, pero que las aprehenden a través de sus dinámicas internas. Hay interacciones que son más significativas que otras, como en el caso del conjunto de células de la retina que no son activadas si el estímulo luminoso esta por debajo de los 400 nm.

Las identidades se van constituyendo áctivamente y dotan de significado al actuar sobre el medio. No el significado referencial con cabida en las falacias homunculares, sino que lo significativo para un organismo, está dado en forma distribuida y seguramente en temporalidad distinta, pero convergentes para continuar la vida. Respirar, moverse, alimentarse, reproducirse, obtener la temperatura necesaria. Muchos procesos que implican multiplicada de interacciones con el entorno, que son en sí mismas significativas y coherentes, no es necesario un observador externo que apriete los botones de encendido desde un mundo pre-existente, o un procesador central que imperativamente y a través de símbolos controle una region particular y entonces se responda con movimiento. El significado se construye en la interacción, no esta dado previamente, el organismo, incluso una protozoario cualquiera, distingue entre lo que es relevante y lo que no lo es, como cuando siguen un gradiente en contra y no a favor, el sistema continuamente proporciona una perspectiva desde su individualidad.

En cuanto a esto, desarrollos actuales han dado mayor énfasis a la idea de continua adaptación por los cambios continuos que enfrenta el agente vivo, sistemas autónomos que se adaptan constantemente a las necesidades de su entorno. (Maturana, 2011; Di Paolo, 2005).

Ahora bien, la vida se trata de mantener las condiciones para estar fuera del equilibrio termodinámico, en pos de lo que las identidades vivas se organizan y mantienen. Frase que puede sonar un tanto teleológica, sin embargo si se remite a una

conceptualización de la teleología intrínseca y se piensa en el sentido propuesto por Hans Jonas² (1973/1991) o por Varela (1979), no debe ser alarmante. De alguna manera para seguir vivo hay que mantener la identidad en la constante colisión con el entorno, y existen discontinuidades y umbrales de viabilidad, y el sistema de adapta y sigue constituyendo su identidad, o muere y deja de ser una entidad viva. Una sorprendente instancia de modificación y adaptabilidad ocurre cuando el conjunto de células del epitelio esofágico que se adaptan a las condiciones ácidas de su medio por continuos vómitos gástricos y sufren una metaplasia transformando su forma celular. Regresando al argumento, el significado no está en el mundo y el agente lo captura pasivamente, sino que activamente la célula o el organismo aumenta o disminuye la concentración de un catión en su interior porque es relevante para su existencia como célula. El significado es lo que falta y lo que emerge de la interacción con el mundo, ese excedente de significación para poder actuar con el mundo conocido y desconocido lo lleva a cabo el sistema cognitivo del organismo en una continua búsqueda de coherencia (Varela, 1992). El sistema cognitivo, incluso el de una esponja, dota de significado su mundo fenoménico a partir de la actividad en interacción con sus particularidades biológicas y sus constreñimientos ambientales. Recalcando que no es lo mismo el mundo y al agente, sí están co-determinados pero no son equiparables, el agente tiene una perspectiva y un excedente de significación que el entorno no tiene.

2.3 Sistema nervioso en la cognición y motricidad

Si pensamos en algunas líneas teóricas que se han derivado de la tradición autopoietica o de la enacción, muchos investigadores entre ellos Sheets-Johstone (2011) o Gabenne (2010), enfatizan la primacía del movimiento en la emergencia de la cognición. En los organismos multicelulares que tienen sistema nervioso el movimiento corporal es parte constitutiva de su vida y su experiencia. Deviene de un desarrollo del sistema nervioso que une músculos o glándulas (efectores) con las

² Hans Jonas propuso regresar a una perspectiva centrada desde el organismo vivo, visto con sus propiedades autónomas y con una perspectiva interior, proponiendo una cierta idea de teleología intrínseca como una característica fundamental de la vida, que está entrecruzada con el establecimiento de una identidad que es el proceso de la vida. (Jonas, 1973/1991; Weber y Varela, 2002)

superficies sensoriales (órganos sensitivos como las terminaciones nerviosas del dolor o de la cóclea). Varela (1991, 1992) resalta el hecho de que el sistema nervioso acopla los movimientos a partir del influjo de diversas modulaciones sensoriales, de una manera circular y continua. Lo que resulta en correlaciones de sensación-acción (o sensoriomotoras) que surgen y se modulan a través de un conjunto de neuronas³ que se entrelazan en una red interneuronal, acompañadas de células gliales y todo el nicho nervioso (eritrocitos, matriz extracelular).

Entonces, en la perspectiva teórica enactiva, el agente humano se integra como una unidad móvil, como un agente autónomo sensoriomotor (Thompson, 2007). Por tanto, en todos los animales, el sistema nervioso establece y mantiene estos ciclos sensoriomotores, a través de ellos es que emerge la co-determinación entre lo que siente el organismo del entorno que depende directamente de la forma en la que se mueve, y como se mueve que depende directamente en como siente. Cada animal se relaciona con su entorno que es significado sobre sus propios términos sensoriomotores como función de su historia de acoplamiento y adaptación. (Thompson, 2007; Varela, 1992).

A manera de síntesis, las coherencias sensoriomotoras (o también percepto-motoras), que exógenamente son el comportamiento observable y cuantificable, en su correlato biológico se trata de una red de neuronas, interneuronas, células gliales en una gran agrupación particular que acontece en un tiempo dado. La circularidad es evidente cuando se piensa que ambos lados, superficies sensoriales y motoras, son tanto la fuente como el resultado de la actividad⁴ nerviosa de interacción.

3) Cognición de alto nivel y la tradición autopoyética, y sus problemas

3.1 La auto-producción de subjetividad.

³ Igualmente, las neuronas son únicas entre las células por su especialización en la transmisión de impulsos electroquímicos a través de sus ramificaciones axonales y dendríticas que permiten múltiples contactos y que se extienden a largas distancias constituyendo el medio esencial para estas correlaciones sensoriomotoras intra organizmicas.

⁴ En los seres humanos alrededor de 10^{11} interneuronas interconectan alrededor de 10^6 neuronas motoras en relación a 10^7 neuronas sensoriales distribuidas por todo el cuerpo en superficies receptoras. Esta es una proporción de 10:100.000:1 de interneuronas mediando el acoplamiento entre superficies sensoriales y motoras (Varela, 1992).

Pensar en la subjetividad y en la cognición de alto nivel, nos coloca en el ámbito de agentes multicelulares que tienen cultura. En este último apartado, el sujeto de estudio es el agente humano vivo con sus espectros visuales y sus rangos auditivos particulares, así como un lenguaje y hábitos consensuados. O sea, el agente biológico y cultural.

Por otro lado, se debe comenzar aclarando que esta nomenclatura proviene de clasificaciones de la neurobiología, la neurofisiología y la anatomía, donde el sistema nervioso se considera dividido en dos partes: el SNC que se compone de (1) el encéfalo y la medula espinal, y (2) del sistema nervioso periférico que son los nervios que se conectan con la musculatura y las vísceras del cuerpo, que son axones con sus cubiertas gliales diseminados por todo el cuerpo; y que son parte del ciclo continuo y dinámico de la sensoriomotricidad. Si la división es panculturalmente considerada ontológica o no, es una discusión que no tiene cabida en este texto, sin embargo vale la pena mencionar que para nosotros se cifra únicamente dentro de una distinción metodológica con cierta capacidad heurística proveniente de otras epistemologías. Igualmente, desde las tradiciones explicativas que se defienden, se enfatiza una ontología interaccionista explicada por una forma de causalidad circular y formas de emergencia.

Al mismo tiempo, se aclara que la denominación cognición de alto nivel se refiere a los procesos tales como la imaginación, la abstracción, la empatía, los pensamientos contraintuitivos, los recuerdos, las anticipaciones, la auto-conciencia y todo aquello que se metió en la caja negra. Mientras que la cognición de bajo nivel es la sensación y la percepción. A pesar de que es una división que en las ciencias cognitivas se hereda del modularismo fodoriano (Fodor, 1983), ha sido apropiada como una categoría útil.

Ahora bien, no se está planteando una visión todopoderosa del sistema nervioso, como un rector del resto de sistemas, pero es indudable que su actividad en sinergia con el resto de sistemas, es lo que hace la vida y la experiencia del agente humano posibles. Además, es una parte fundamental de los procesos circulares de la experiencia, ya que la evidencia indica que sí es en los nichos nerviosos donde ocurre la materialidad de la realización de abstracciones e imaginaciones. En otras palabras,

no se plantea que ahora la nueva caracterización del homúnculo o del procesador central es el sistema nervioso, sino que su especialización, adaptación, ontogenia y su filogenia marcan una identidad y *uniqueness* en cuanto a los procesos de organización de los que co-participa.

No obstante, pensar en el sistema nervioso como el correlato de la mente y la subjetividad, aunque no es una nueva idea no había sido analizado tan acuciosamente como en los últimos 70 años. Con el objetivo de desarrollar una explicación más robusta acerca de la cognición, durante el siglo pasado distintas aproximaciones que siguieron una cierta secuencia histórica, propusieron conceptualizaciones heurísticas al respecto. La primera de ellas, el computacionalismo o cognitivismo clásico, surge partir de los 50's con representantes como Newel y Simon, Fodor o Pylyshyn, donde los estados mentales se describen como representaciones simbólicas a través del procesamiento de bits de información, y su base ontológica es, genuinamente, la herencia de un dualismo metafísico. En los 70's el conexionismo se toma la hegemonía e investigadores como McClelland o Rumelhart, proponen el sustrato cognitivo en forma de redes neuronales con cierta capacidad de aprendizaje y de procesos emergentes. En los 80's, comienza a ser evidente que no es suficiente apelar a estructuras lógicas como unidades explicativas de la cognición, y que el cuerpo, la realización biológica y la interacción con el entorno resultan imprescindibles como unidades explicativas. Por lo que nacen núcleos teóricos como la cognición corporizada (Lakoff, 1980), extendida (Clark, 1997) enculturada (Menary, 2012) o enactiva (Varela et al, 1991; Stewart et al, 2011). En contraste con el computacionalismo y conexionismo, entre otras cosas, este último se enfoca sobre el sujeto y su actividad, y el dualismo mente-cuerpo se considera superado.

Particularmente, desde una tradición enactiva, la subjetividad se considera aquella singularidad del comportamiento humano, que engloba fenómenos como la capacidad de estar percatado, de poder reflexionar sobre la vigilia, de generar juicios valorativos, éticos y estéticos, de comunicación con la otredad y de creación de cultura. La mente se explica de esta manera un sistema que mediante el acceso a la memoria de las experiencias y la capacidad de interpretarlas y seleccionarlas de una manera continua permite la emergencia de la identidad humana en tanto que sujetos sociales..

A grandes rasgos, sobre la base de una aproximación enactiva a las ciencias cognitivas, lo que en este texto se denomina mente es cualquier fenómeno relacionado con la cognición corporizada y con la experiencia de un agente humano vivo. Estas ideas, además del sostén teórico, aportan una amplia cantidad de evidencia experimental donde no se puede tener nada que se asemeje a una mente sin que esté completamente inscrita corporalmente, y situada en el mundo. El agente humano no es un ser pasivo con cualidades homunculares para entender el mundo, que manipula símbolos siguiendo determinadas reglas. Es en la interacción constante con el mundo que surge la mente corporizada, a través de la manipulación sensoriomotriz. No se está apelando a un constructivismo devastador en cuanto a los presupuestos ontológicos de la realidad humana, si no a un realismo mínimo o pragmático en el cual la epistemología es constructivista, el objeto que está en el mundo surge como fruto de la interacción activa, por lo tanto, el mundo pertinente y el agente están co-emergiendo, co-constituyéndose.

Además, es una mente que está en el sistema nervioso, y en orquestación con todo el resto de sistemas que hacen la vida posible: los músculos, con los huesos, con los vasos sanguíneos, con el estómago, con el sistema inmunitario, con el endócrino y así sucesivamente. Si se parte desde la perspectiva teórica que proviene de esa tradición de la filosofía de la mente según la cual la mente es algo que ocurre dentro del cráneo, esto puede parecer contraintuitivo. Sin embargo, según la aproximación enactiva sobre la que nos basamos, es la experiencia corporal del agente con su entorno lo que da sentido a sus procesos endógenos mentales. Probablemente, una mente solitaria dentro de un cráneo tendría actividades neurales completamente incoherentes (Varela, 1992).

3.2 Enacción

Una motivación central para la aplicación de las teorías enactivas en la explicación de la cognición de alto nivel, es el fallo de las teorías computacionales y representacionales para reconocer la contribución de la agencia humana en la experiencia. Además, la explicación del mecanismo por el cual los procesos computacionales pueden generar experiencias conscientes o inconscientes, después de

medio siglo de investigación con tareas voluntarias en condiciones controladas, sigue siendo muy opaca (Gangopadhyay y Kiverstein, 2009).

Las teorías enactivas de la experiencia, en contraste, toman en cuenta la importancia de entender la experiencia en la manera en que se despliega en un agente corporizado y situado en un contexto particular. Los agentes humanos no tienen el interés de acceder al mundo a través de fotografías o representaciones sintácticas de él, sino que directamente participan en la generación de significado por su acción, como dice Varela et al: enactúan un mundo (1991).

Dicho de otra manera, la cognición está enactivamente corporizada. La “Enacción” es una noción heurística propuesta por Varela, Thompson y Rosh en 1991, para enfatizar que la cognición es algo que se produce por el acto de moverse y manipular de un modo activo: como el principio fundacional de lo que es la mente (Varela, 2000). Esto implica una profunda co-determinación entre lo que parece estar afuera (exógeno) y lo que parece estar adentro (endógeno). Entonces, la causalidad circular se manifiesta en las interacciones recíprocas entre los elementos locales y la identidad global emergente, es decir, una mente que se inscribe en la naturaleza endógena o en el diálogo recíproco.

Ahora bien, cómo se mencionó en apartados anteriores, es en la constante interacción con un entorno espacio-temporal particular que los acoplamientos son inherentemente significativos para el agente. Y ésta es una propiedad definitoria del sistema cognitivo corporizado y enactivo: la creación continua y la apreciación del significado, o sintetizando el dotar de sentido o crear significado del mundo (sense-making). (Varela, 1992; DiPaolo, 2005)

Los argumentos centrales de esta perspectiva comparten un compromiso con las siguientes afirmaciones:

- Por un lado, existe un acoplamiento en curso del agente cognitivo, que está mediado por actividades sensoriomotoras. La percepción y la acción son procesos interdependientes. La imaginación emerge de los procesos sensoriomotores y también de una globalidad que no puede reducirse a esos procesos sensoriomotores, (que tienen procesos *dinovo*). El acoplamiento en curso está mediado por actividades sensoriomotoras, ideomotoras

(imaginación sobre las contingencias sensoriomotoras) y procesos emergentes que no se reducen a lo local.

- Por otro, los vehículos de la experiencia están distribuidos a través del sistema nervioso, el cuerpo y el mundo (Gangopadhyay and Kiverstein, 2009, Hurley, 2008). El agente tiene actividades autónomas. Su identidad está basada sobre configuraciones endógenas y emergentes (patrones de auto-organización) de actividad nerviosa. (Varela y Depraz, 2003)

Como puede verse, se puede plantear que la actividad endógena del agente es la que configura el mundo significativo a través de los procesos de subjetivación, abstracción o imaginación, y esta modulada por el acoplamiento sensoriomotor, pero no está determinada por él y además tiene sus dinámicas emergentes propias.

Asimismo, desde la perspectiva enactivista los actos mentales están caracterizados por la participación concurrente de muchas y distribuidas regiones del cerebro y del sistema nervioso periférico con su corporización sensoriomotora. Por ejemplo si pensamos en la experiencia de un sujeto escuchando una pieza musical familiar, no solo hay una activación de la percepción auditiva, sino que la postura del sujeto, la tonalidad emocional, las expectativas que se genera para anticipar la pieza, la atención, las evocaciones, el plan motoro-muscular para seguir el pulso o el ritmo, se tornan en componentes necesarios para la experiencia global del sujeto. Incluso si utilizamos las herramientas de la neuroimagen que suele solo mapear al cerebro, se verán muchas regiones distribuidas en la topografía encefálica que permanecen activas mientras el sujeto hace la simple actividad de escuchar una melodía familiar (Zatorre et al., 2007; Halpern, et al 1999).

Entonces, el sistema nervioso relaciona su propia actividad que está acoplada con el mantenimiento y la regulación del organismo. En términos materialistas, esta actividad endógena auto-organizada está en interacción constante por la extensa interconectividad. Diversos niveles de actividad en curso que constantemente hacen emerger patrones dinámicos que no pueden reducirse a sus raíces locales, y que además pueden existir en ausencia de activaciones sensoriales. Los procesos endógenos continúan su curso aún si el sujeto es expuesto a una deprivación sensorial,

lo que no implica que estos procesos endógenos no tengan su origen en las coherencias sensoriomotoras. Los procesos cognitivos de alto nivel están constreñidos por las diversas modalidades sensoriales, la retroalimentación de cada una y las coherencias de percepción-acción que acontecen en la interacción con el mundo, pero también están sujetas a emergencia de procesos globales que no pueden reducirse al constreñimiento perceptomotor.

Esto se revela durante la experiencia humana de la ventana del presente, “el presente vivido”, que en realidad implica una simultaneidad de actividades que van más allá de la percepción actual del estímulo. La imaginación dando continuidad, la memoria las experiencias previas, la categorización de los items del entorno y de lo propio, la motricidad y su anticipación, que están acompañando de manera simultánea, a la experiencia presente. En esta enfoque, el constante flujo de activación sensorial y las consecuencias motoras están incorporadas dentro del marco de dinámica endógena. Ya que al percibir eventos que se despliegan en el tiempo, es necesario que las partes de la escena que fueron percibidas, sigan presentes cuando la siguiente escena llega y exista la posibilidad de anticiparla.

Entonces, las expectativas, anticipaciones, experiencias previas en forma de recuerdos o las asociaciones de ideas, son marcos que constituyen el bucle de interacción con el entorno para poder actuar coherentemente con él. Un horizonte de integración que niega una linealidad causal. La impresión cotidiana de linearidad viene de la cognición de alto nivel que traen consigo el sentido de pasado, de presente y de futuro (Husserl y Brentano plantean el modelo tripartita de la experiencia temporal⁵).

Existe evidencia psicofísica y neurocientífica que ejemplifica algunas de estas ideas. Como es el caso de lo que se ha denominado la “compleción de la percepción” (*“filling-in”*), que sucede al escuchar una pieza musical como completa cuando partes de ella no están incluidas (*missing fundamental illusion*), o mirar figuras como completas aunque no estén terminadas o estén fuera del campo visual. Fenómeno que incluso ha llevado a debates cómo el de la “gran ilusión de la percepción”. También,

⁵ Esto fue elegantemente descrito por Brentano y después por Husserl en su modelo tripartita de la conciencia del tiempo interno, donde elabora sobre tales principios como retenciones (recoleciones de tales puntos del presente que ya han pasado, y que no han cesado de existir en la memoria), impresiones primarias (la ventana del presente) y protensiones (anticipaciones y expectativas), lo que significa que siempre hay imágenes de la experiencia pasada y de las expectativas futuras influenciando lo que se percibe y piensa en cualquier momento (Husserl, 1991).

hay diferentes investigaciones en referencia a la “ceguera de cambios” (“*change blindness*”) como el fallo para percibir incluso grandes cambios en una escena percibida, o la “ceguera por falta de atención” que es el fallo para percibir eventos fuera del foco atencional (Noë, 2004; Hurley, 2008).

3.3 Integración a gran escala y sincronía

Pero, ¿cómo acontece esa integración en los sistemas nerviosos? ¿cómo se auto-regula ese bucle de percepciones, comportamientos motores y funciones cognitivas de alto nivel?

A pesar de que la neurociencia cognitiva y la neuropsicología conocen de modo experimental la función particular de varias áreas involucradas en tareas cognitivas específicas, cuestión que promueve la generación de *dictums* tales como que la región orbitofrontal está involucrada en el procesamiento de la toma de decisiones o que la información auditiva se procesa en la corteza primaria auditiva. Estas taxonomías ontológicas acarrearán una noción implícita del *top-down* (vías del cerebro/mente al cuerpo) separadas del *bottom-up* (vías del cuerpo al cerebro/mente), por tanto, perpetúan un funcionalismo reductivo. Sin embargo, en estos campos del conocimiento se sabe mucho menos acerca de las regiones y de los circuitos que funcionan como un ensamble armónico. En cambio, desde la aproximación enactiva, hay desarrollos experimentales que evidencian dos principios generales que trabajan en el sistema nervioso para explicar la integración: reciprocidad y sincronía (Varela, 1995; et al, 2001).

La reciprocidad del sistema nervioso es un desarrollo contrario a la idea clásica basada en el procesamiento de información, donde los procesos cognitivos son explicados en un flujo causal lineal: de el estímulo sensorial, al procesamiento interno en la caja negra y finalizando con la respuesta motora o el comportamiento cuantificable. Más bien, las regiones denominadas de bajo nivel y de alto nivel están interconectadas de una manera recíproca, asimismo la división *bottom-up/top-down* solo se considera en términos metodológicos, ya que todo el sistema nervioso está completamente acoplado en términos ontológicos .

Podemos plantear una instancia de esta división cuando un agente humano está

escuchando un sonido ruidoso: primero la dirección *bottom-up*: el estímulo auditivo entra a través del oído, se encuentra con el nervio auditivo y entra al cerebro. Segundo, la dirección *top-down*, el estímulo es interpretado en la corteza primaria auditiva (caja negra) y la información baja y el resultado motor es que el sujeto tapa sus oídos y se mueve de la fuente ruidosa.

Desde esta perspectiva, el flujo de información sensorial provoca la respuesta motora, lo causa, pero no se co-constituye con la acción motora, ni con el entorno. Un problema a este enfoque es que no parece ser que la generación de los procesos cognitivos suceda en un módulo separado y aislado, si no más bien en reciprocidad con los flujos normales de los circuitos nerviosos. De esto se sigue, que no es una posibilidad genuina encontrar una explicación naturalizada y encapsulada en una región cerebral. Más bien, la reciprocidad proviene necesariamente de un patrón dinámico que funciona integrando el ambiente exógeno cuando interactúa con la actividad del cuerpo y el sistema nervioso. Por tanto, estamos defendiendo que lo endógeno (las dimensiones de la anticipación, por ejemplo) surge en la reciprocidad con el resto de elementos del sistema nervioso.

La segunda noción, la sincronía, se refiere a la evidencia experimental de que los procesos por los cuales sucede la reciprocidad es a través de una forma de sintonización transitoria de actividad neural en el sistema nervioso (Varela, 1995, 2001); fenómeno que también ha sido explicado como “flujo espinotalámico” por Llinás (2001) o el “enjambre de la conciencia” por Díaz (2007).

Esta conceptualización provee una base para la unificación de la experiencia durante cualquier acto mental, más que pensar en algún tipo de yuxtaposición de módulos funcionalmente distintos. La hipótesis básica que queremos probar en este apartado, es que los procesos de la subjetividad o de cualquier acto cognitivo corporizado existen en conjuntos nerviosos específicos (neuronas, células gliales, eritrocitos, matriz extracelular) que son parte del sistema nervioso que subyace su emergencia y ejecución. Es así cómo la emergencia de los procesos cognitivos de alto nivel requiere la coordinación, sincronización y reciprocidad de muchas diferentes regiones para que se posibiliten las diferentes vinculaciones con el ambiente: sensibilidad, percepción,

motricidad, motivación, emocionalidad, pensamiento, al constituir contenidos significativos para la acción y la multiplicidad de acciones.

Estos conceptos propuestos por Varela alrededor de parte del trabajo experimental que realizó (2001), se plantearon como una integración a gran escala de múltiples concurrentes procesos, donde los fenómenos cognitivos corporizados trabajan sobre su base. Dentro de esta noción, los mecanismos de retroalimentación son parte del bucle experiencial, los patrones de la cognición de alto nivel (pensamientos) al aparato motor, que emergen en una causalidad circular (el *top-down*). Entonces, la clave para explicar como la experiencia corporal emerge cuando el agente dota de sentido sus interacciones con el entorno y seguir siendo la base para los procesos de la subjetividad, es esta continuidad ontológica, la coordinación interactiva entre diferentes contingencias sensoriomotoras, la actividad endógena y el entorno. Es así como en la aproximación enactiva se perfila por superar una explicación de causalidad lineal por una circular.

Hurley (1998, 2008), con la misma intuición, propone el “modelo de los circuitos compartidos” una conceptualización muy similar que describe la continuidad entre la percepción, la acción y la cognición. En su modelo (2008) propone como los denominados procesos cognitivos de alto nivel, como la imitación y el pensamiento contrafactual se originan en los procesos sensoriomotores. En lugar de una división ontológica de la cognición en personal/subpersonal, Hurley recomienda lo que ella denomina la “interdependencia de los dos niveles”. Qué es una explicación sobre la relación entre percepción, imaginación, abstracción y acción. Donde los contenidos de la percepción y la cognición son funciones de las relaciones entre los estímulos sensoriales y las respuestas motoras dentro de un sistema dinámico de retroalimentación (que incluye a la memoria, la continuidad y las anticipaciones). Por todo ello, la acción motora afecta el estímulo sensorial y viceversa, así como lo sensoriomotor a los procesos cognitivos de la subjetividad.

Aunque estos desarrollos enactivos en cuanto a la cognición de alto nivel se encuentran en un estado primario, la tradición que siguen y las innovaciones que han planteado, dan nuevos visos para entender la experiencia subjetiva del agente

humano.

Apuntes finales.

Con respecto a las explicaciones clásicas en cuanto a la cognición humana, la tradición autopoietica provee una plataforma teórica para poder realizar un análisis exhaustivo de las raíces biológicas del conocimiento, la intencionalidad y la subjetividad. Al hacer ésto, se han señalado los límites de las nociones de representación interna, computación, cognición=cerebro y objetividad, y se muestran nuevos términos a seguir desarrollando: emergencia, retroalimentación, cognición de alto nivel o cierre operacional en el sistema nervioso.

La fenomenología del agente humano es a la que tenemos acceso, por tanto es imprescindible encontrar las herramientas epistémicas y metodológicas para poder explicarla. Ahí es donde el desarrollo de la aproximación viva y autónoma de la enacción parece resultar un camino coherente y consecuente con su propia tradición, la autopoietica, y con los desarrollos actuales en cuanto a tecnología, la biología, la cibernética de segundo orden y la dinámica cerebral.

Solo mencionar que hay muchos debates que seguirán, como si el cierre es operacional u organizacional en los sistemas autónomos, o si se podrá construir una explicación robusta respecto a la causalidad circular. Sin embargo, en este texto planteamos la importancia de corroborar tradiciones de pensamiento, como la teoría de la autonomía biológica y de la autopoiesis como aproximaciones en la que se naturaliza la epistemología y se crean metodologías interdisciplinarias que son muy necesarias para el estudio de la subjetividad. Una tradición que crea iconofílicos e iconoclastas, y que va construyendo conocimiento fiable e incluso predictivo.

Referencias.

- Bich, L; Arnellos, A. (2012) Autopoiesis, Autonomy, and Organizational Biology: Critical Remarks on 'Life After Ashby'. *Cybernetics and Human Knowing* 19 (4): 75-103
- Díaz, JL (2007) *La conciencia viviente*. México DF: Fondo de Cultura Económica
- Di Paolo, E. A. (2009). Extended life. *Topoi*, 28 (1), 9-21.
- Di Paolo, E. A., Rohde, M., & De Jaegher, H. (2010). Horizons for the enactive mind: Values, social interaction, and play. In J. Stewart, O. Gapenne & E. A. Di Paolo (Eds.), *Enaction: Toward a New*

Paradigm for Cognitive

Science (pp. 33-87). Cambridge, MA: The MIT Press.

Froese, T. (2011). From second-order cybernetics to enactive cognitive science: Varela's turn from epistemology to phenomenology. *Systems Research and Behavioral Science*, 28, 631-645.

Froese, T., & Stewart, J. (2010). Life after Ashby: Ultrastability and the autopoietic foundations of biological individuality. *Cybernetics & Human Knowing*, 17 (4), 83-106.

Gabenne, O (2010) Kinesthesia and the construction of perceptual objects. In Stewart J; Gapenne O; Di Paolo EA (eds.) *Enaction: Towards a New Paradigm for Cognitive Science*. The MIT Press: Cambridge, MA. pp. 183-218

Jonas, H. (2001)[1973]. *The Phenomenon of Life: Toward a Philosophical Biology*. Evanston, IL: Northwestern University Press.

Krueger, J (2011) Doing things with music. *Phenomenology and Cognitive Sciences* 10 (1): 1-22

Halpern , AR; Zatorre , RJ (1999).When that tune runs through your head: A PET investigation of auditory imagery for familiar melodies. *Cerebral Cortex* 9 , 697-704

Hurley S (2001) Perception and action: alternative views. *Synthese* 129:3-40

Hurley S (2008) The shared circuits model: how control, mirroring and simulation can enable imitation and mindreading. *Behavioral and Brain Sciences* 31:1-58

Husserl, E (1991) On the phenomenology of the consciousness of internal time 1893-1917. In Bernet, R (ed) *Edmund Husserl. Collected works*. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

Llinás, R (2001) *I of the Vortex: From Neurons to Self*. Cambridge, MA: MIT Press.

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

Maturana, H. R. (2011). Ultrastability ... autopoiesis? Reflective response to Tom Froese and John Stewart. *Cybernetics & Human Knowing*, 18 (1-2), 143-152.

Maturana H. & Varela F. (1987). *The tree of knowledge*. Boston: Shambhala.

Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1980). *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*. Dordrecht, Holland: Kluwer Academic.

Maturana, H. (1980). Biology of cognition. In H. Maturana & F. J. Varela, *Autopoiesis and cognition: The realization of the living* (pp. 1-58). Dordrecht: Reidel Publishing.

Maturana H. & Varela F. J. (1973) *De Máquinas y Seres Vivos: Una teoría sobre la organización biológica*. Santiago: Editorial Universitaria.

Munch R (1992) Autopoiesis by definition. *Cardozo Law Review* 13:1463-1471

Noë, A (2004) *Action in perception*. Cambridge: MIT Press.

Scheper WJ; Scheper GC (1996) Autopsies on autopoiesis. *Behavioral Sciences* 41:1-12

Sheets-Johnstone, M (2011). *The primacy of movement*. Amsterdam: John Benjamins Publish

Thompson, E. (2007). *Mind in Life: Biology, phenomenology, and the sciences of mind*. Cambridge, MA: The Belknap Press

Varela, FJ y Depraz, N (2003) Imagining: Embodiment, Phenomenology, and Transformation. In. B. A. Wallace (ed). *Buddhism and Science: Breaking New Ground*. New York: Columbia University Press.

Varela, FJ; Lachaux, JP; Eugenio Rodriguez, E; Martinerie, J (2001) The brainweb:

phase synchronization and large-scale integration. *Nature Reviews Neuroscience* 2: 229-239

Varela FJ (1995) Resonant cell assemblies: A new approach to cognitive functions and neuronal synchrony. *Biological Research* 28:81–95.

Varela, Francisco J. (1992) Autopoiesis and a Biology of intentionality. McMullin, B. and Murphy, N. (eds.) *Autopoiesis & Perception*. pp.1–14. Proceedings of a workshop held in Dublin City University, August 25th & 26th 1992. School of Electronic Engineering Technical Report, Dublin, 1994

Varela, F. J., Thompson, E., Rosch, E. (1991). *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Varela F. J., Maturana H. R. & Uribe R. (1974) Autopoiesis: The organization of living systems, its characterization and a model. *BioSystems* 5: 187–196.

Varela F. J. (1979) *Principles of biological autonomy*. Elsevier North Holland, New York.

Varela F. J. (1986) Experimental epistemology: Background and future. *Revue Internationale De Systemique* 1(2): 209–223.

Weber, A; Varela, F (2002) Life after Kant: Natural purposes and the autopoietic foundations of biological individuality. *Phenomenology and the Cognitive Sciences* 1: 97–125.

Zatorre, RJ; Chen, JL; Penhume, VB (2007) When the brain plays music: Auditorymotor interactions in music perception and production. *Nature Reviews Neuroscience* 8, 547 – 58.