



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,
Volumen 9, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

LA CONSCIENCIA COMO EFECTO EMERGENTE DE LA HÍPERPANELIDAD CONECTIVA NEUROQUÍMICA

**CONSCIOUSNESS AS AN EMERGENT EFFECT OF
NEUROCHEMICAL CONNECTIVE HYPERPANELITY**

Daniel Gamas Garduza
Investigador Independiente, México

La Consciencia como Efecto Emergente de la Híperpanelidad Conectiva Neuroquímica

Daniel Gamas Garduza¹

danielgamas639@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-9699-9118>

Investigador Independiente

México

RESUMEN

La consciencia humana constituye un fenómeno complejo cuya base neurobiológica, neuroquímica y conductual ha sido difícil de explicar de manera integral. La Teoría de la Mente Biomecánica (TMB) propone que la consciencia surge como una propiedad emergente del sistema nervioso a través de la híperpanelidad conectiva, es decir, la capacidad del sistema de generar patrones de respuesta sobre otros patrones de manera autorreferencial y sin límite funcional. La evidencia revisada, que integra hallazgos neurobiológicos, neuroquímicos, neurológicos, neuroevolutivos, conductuales y de neurodesarrollo, demuestra que la consciencia depende de la interacción compleja de datos internos y externos y de la organización de la Red Global Neuroquímica (RGN), distribuida en regiones corticales (corteza prefrontal, parietal posterior, temporal, cíngula anterior e ínsula) y subcorticales, principalmente el tálamo. Los hallazgos indican que la híperpanelidad conectiva permite la reorganización dinámica de la actividad neuronal, la generación de patrones autorreferenciales y la emergencia de propiedades cognitivas superiores, como la autorreflexión, la metacognición y la creatividad. La aplicación de los principios del mecanismo creciente, modelo ontológico desarrollado en el marco de la TMB, permite comprender cómo la estructura y conectividad del sistema nervioso facilitan la emergencia sostenida de la consciencia. En conjunto, la TMB ofrece un marco explicativo ontológico, coherente y sistémico que conecta los niveles neuronales, neurofísicos, conductuales y cognitivos, destacando la híperpanelidad conectiva como el núcleo de la experiencia consciente humana. Aunque la teoría aún carece de métricas empíricas consolidadas y requiere validación experimental, se proyecta como un programa de investigación capaz de guiar el desarrollo de nuevas herramientas de análisis de conectividad y exploración neuroquímica de la consciencia.

Palabras clave: teoría de la mente biomecánica, neurociencia, neuropsicología, teorías de la consciencia, redes corticales y subcorticales

¹ Autor principal

Correspondencia: danielgamas639@gmail.com

Consciousness as an Emergent Effect of Neurochemical Connective Hyperpanelity

ABSTRACT

Human consciousness constitutes a complex phenomenon whose neurobiological, neurochemical, and behavioral basis has been difficult to explain in an integrative manner. The Biomechanical Mind Theory (TMB) proposes that consciousness emerges as an emergent property of the nervous system through connective hyperpanelity, that is, the system's ability to generate response patterns over other patterns in an autoreferential manner and without functional limitation. The reviewed evidence, integrating neurobiological, neurochemical, neurological, neuroevolutionary, behavioral, and neurodevelopmental findings, demonstrates that consciousness depends on the complex interaction of internal and external data and on the organization of the Neurochemical Global Network (RGN), distributed across cortical regions (prefrontal, posterior parietal, temporal, anterior cingulate, and insula) and subcortical structures, primarily the thalamus. The findings indicate that connective hyperpanelity enables the dynamic reorganization of neuronal activity, the generation of autoreferential patterns, and the emergence of higher cognitive properties such as self-reflection, metacognition, and creativity. The application of the principles of the Growing Mechanism, an ontological model developed within the framework of TMB, allows for an understanding of how the structure and connectivity of the nervous system facilitate the sustained emergence of consciousness. Taken together, TMB provides an ontological, coherent, and systemic explanatory framework that connects neuronal, neurophysical, behavioral, and cognitive levels, highlighting connective hyperpanelity as the core of human conscious experience. Although the theory still lacks consolidated empirical metrics and requires experimental validation, it projects itself as a research program capable of guiding the development of new tools for connectivity analysis and neurochemical exploration of consciousness.

Keywords: biomechanical mind theory, neuroscience, neuropsychology, theories of consciousness, cortical and subcortical networks

Artículo recibido 22 julio 2025

Aceptado para publicación: 25 agosto 2025



INTRODUCCIÓN

La consciencia es un fenómeno complejo que ha intrigado desde tiempos antiguos a filósofos y científicos, por lo que se han propuesto diversas teorías y posturas al respecto para explicarla. Sin embargo, todavía no existe ningún consenso acerca de cuál es la que explica con éxito ese fenómeno (Dehaene, 2014). Una explicación científica de la consciencia es fundamental porque es un fenómeno central para entender lo que significa ser humano, afecta directamente la percepción que se tiene del mundo, las decisiones, emociones, razonamientos, identidades y vínculos sociales. Además, el estudio de este fenómeno tiene implicaciones profundas en áreas como la neurociencia, la inteligencia artificial, la psicología, la medicina, la ética y la filosofía. Una teoría sólida e integradora, empíricamente sustentable y conceptualmente clara que explique la consciencia, no solo permite abordar enfermedades mentales y trastornos neurológicos con mayor precisión, sino que también puede orientar el desarrollo de tecnologías sensibles, establecer nuevos marcos legales y éticos, y replantear problemas filosóficos clásicos como el libre albedrío, la identidad personal y la naturaleza del conocimiento (Seth, 2009).

Dado lo anterior, en este artículo se propone una nueva teoría científica que sea capaz de explicar con éxito la consciencia: La Teoría de la Mente Biomecánica (TMB). La TMB es un marco teórico que propone que la consciencia es un mecanismo creciente activo, focal, autorreferencial, panélico conectivo, hiperpanélico conectivo y especializado del sistema nervioso, emergente a partir de una red global de estructuras neuroquímicas interconectadas en redes distribuidas y recurrentes, ubicadas principalmente en regiones corticales, como la corteza prefrontal, corteza parietal posterior, corteza temporal, corteza cingulada anterior e ínsula, y en regiones subcorticales, como el tálamo. La TMB la llama “Sensación Cognoscitiva” para hacerla adaptable a la terminología de su marco teórico, y la explica, primero, considerando evidencia neurobiológica, neuroquímica, cognitiva y conductual, con una explicación y análisis de cinco propiedades neurobiológicas generales de la consciencia definidas en el marco teórico de la TMB: actividad, focalización, autorreferencialidad, panelidad conectiva e hiperpanelidad conectiva. Estas propiedades se vinculan, a partir de evidencia neurobiológica, neuroquímica y cognitiva con la Red Global Neuroquímica mencionada anteriormente.



Posteriormente, a partir de las propiedades previamente explicadas y sus vinculaciones con la Red Global Neuroquímica, se propone el mecanismo central de la consciencia, integrando las propiedades mencionadas: la hiperpanelidad conectiva, cuyo surgimiento se denomina “Efecto Híperpanel”. Para ello, se utiliza evidencia neurobiológica, neuroquímica, neurológica, neuroevolutiva, cognitiva, conductual y de neurodesarrollo, con el fin de demostrar el papel fundamental de la hiperpanelidad conectiva en la emergencia y el sostenimiento de la consciencia. La hiperpanelidad conectiva consiste en la disposición o facultad de la Red Global Neuroquímica mencionada anteriormente, para generar patrones de respuesta sobre otros patrones (normales “N” y de respuesta “R”) sin límite funcional, dentro de los límites físicos del sistema nervioso. Se dice que es “conectiva” (igual que la panelidad) porque se trata de un fenómeno neuroquímico complejo. Finalmente, se usa la evidencia empírica fisicoquímica, neuroquímica, cognitiva y neurobiológica de los puntos anteriores, para demostrar la aplicación de los once principios del modelo ontológico del mecanismo creciente al sistema nervioso y la consciencia, desarrollado en el marco teórico de la TMB, con el fin de obtener un sustento ontológico explicativo y coherente de la consciencia dentro del marco de la TMB.

Fundamentos ontológicos de la Teoría de la Mente Biomecánica

Definición de mecanismo creciente

Dentro del marco teórico de la TMB, un mecanismo creciente es un sistema físico sensitivo que tiene como propiedad recibir y procesar datos, emitir una respuesta al estímulo recibido y que puede evolucionar en términos de complejidad por cantidad, por conexión y por conectividad. Y que, a medida que se desarrolla, adquiere, por estructura, nuevas propiedades que no se encontraban en los niveles anteriores, según su nivel de evolución de complejidad, y en cada nivel de complejidad por conectividad expresa una sensación nueva.

Esta definición se basa en lo siguiente:

Definición de sistema físico: según la Teoría General de los Sistemas (TGS), un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí y con el entorno, con el fin de lograr un objetivo (Alegsa, 2023).



Un sistema físico es aquel que se compone de elementos materiales y/o energéticos organizados que ocupan un lugar en el espacio e interactúan entre sí para cumplir una función específica (CCFProsario, 2025).

Tres componentes clásicos de los sistemas según la TGS: estos tres componentes son la entrada, el proceso y la salida (Scala, 2020), donde la entrada es la recepción o interacción de los datos externos con el sistema, es decir, la interacción de los datos internos con los externos (Adobe, 2023), el procesamiento son los cambios internos en el sistema causados por los datos recibidos (Arbolea, 2010) y la salida es la respuesta final del sistema al estímulo (Jiménez, 2016).

Complejidad por cantidad: en el marco ontológico del mecanismo creciente, la complejidad por cantidad consiste en que la cantidad de datos que componen al sistema es una causa de que el sistema sea complejo; a mayor cantidad de datos integrados, mayor complejidad. Por ejemplo, un sistema A que tiene 5 datos integrados es mayor que un sistema B que tiene 3 datos integrados.

Complejidad por conexión: en el marco ontológico del mecanismo creciente, la complejidad por conexión consiste en que la cantidad de conexiones de un sistema es una causa de que el sistema sea complejo; a mayor cantidad de conexiones, mayor complejidad. Una conexión es una relación entre dos objetos, en la cual ambos se afectan mutuamente el estado, posición o configuración (Pérez Porto y Merino, 2021). Un ejemplo de este tipo de complejidad: un sistema A puede estar integrado por 3 datos, pero solo tener dos conexiones: $O - O - O$: $A(3) \rightarrow 2c$. A tiene 3 datos integrados: $A(3)$, pero tiene solo dos conexiones: $\rightarrow 2c$. En cambio, un sistema B puede estar integrado también con 3 datos y aun así tener más conexiones; en este ejemplo, formaría un triángulo: $B(3) \rightarrow 3c$. Por lo tanto, $B > A$.

Complejidad por conectividad: en el marco ontológico del mecanismo creciente, la complejidad por conectividad consiste en que la cantidad de conexiones a distinta conectividad que posee un sistema es otra causa de que el sistema sea complejo; a mayor cantidad de conexiones a distinta conectividad, mayor complejidad. La conectividad es el grado o intensidad con la que dos objetos se afectan mutuamente el estado, posición o configuración dentro de una conexión. Un ejemplo de este tipo de complejidad: si un sistema A tiene 3 datos integrados y dos conexiones a un mismo grado de conectividad, y si, por el contrario, un sistema B tiene 3 datos integrados y dos conexiones con distinta



conectividad, entonces $B > A$. Ejemplificando: $A(3) \rightarrow 2c^1$, es decir, A tiene 3 datos y 2 conexiones de nivel 1. Mientras, $B(3) \rightarrow 1c^1 + 1c^2$, es decir, B tiene 3 datos, con 1 conexión de nivel 1 y 1 conexión de nivel 2 (más fuerte). Como B tiene dos conexiones a distinta conectividad, por lo tanto, $B > A$. Cabe resaltar que en la complejidad por conectividad lo importante son las conexiones nuevas con distinta conectividad, por lo que si las conexiones se repiten no generan complejidad por conectividad.

Emergencia de Propiedades por Estructura (EPE): en el marco ontológico del mecanismo creciente, la EPE se define como la aparición de propiedades nuevas cuando los datos interactúan entre sí y en cada incremento de un grado de complejidad (entendiendo incremento de grado como cualquier nuevo dato integrado, nueva conexión formada o nueva conexión a distinta conectividad) surge una propiedad que no se encontraba en los niveles anteriores. Se dice que es “por estructura” porque estas propiedades emergen exclusivamente de la configuración relacional de los datos al integrarse, aparecen por la manera específica en que están organizados y conectados; son propiedades con relación a la estructura.

Definición de dato: en el marco ontológico del mecanismo creciente, el dato se define como todo objeto físico, sensitivo, relativo, mínimo, distinguible e interactivo. Donde un “objeto físico” es aquel que posee masa y/o energía y ocupa un lugar en el espacio. “Sensitivo” quiere decir que el objeto tiene propiedad sensitiva. “Relativo” significa que se eligió un criterio para definir a los objetos físicos como datos, por ejemplo, se puede definir por alguna razón como datos a los átomos, pero si se quiere comenzar por alguna razón con lo subatómico, se puede definir como datos a los quarks y electrones. “Mínimo” hace referencia a que el objeto es indivisible dentro del contexto definido, es decir, no se analiza en partes más pequeñas dentro del marco teórico o nivel sistémico que se esté aplicando. Esto no significa que físicamente no existan niveles inferiores o componentes más pequeños, sino que, dentro del sistema y marco de estudio, ese objeto es considerado una unidad funcional mínima. “Distinguible” quiere decir que el objeto tiene identidad de existencia espacial (IEE), que significa que cada objeto tiene una identidad única por su presencia en el espacio, es decir, por el mero hecho de existir, ocupa un lugar en el espacio y es esta existencia espacial lo que, fundamentalmente, lo hace único y distinguible de otros objetos.

Esto no significa que si el objeto cambia de una posición a otra será diferente, sino que el objeto existe en sí y está presente en el espacio. Cada uno existe, siempre es idéntico a sí mismo, tiene una



individualidad ontológica y ocupa un lugar existencial en el espacio. Si un objeto existe, entonces es idéntico a sí mismo y no puede ser otro sin dejar de ser el que es. En otras palabras, si un objeto fuera “otro” y “él mismo” al mismo tiempo, caería en contradicción, lo cual es lógicamente inadmisibile. “Una cosa no puede ser y no ser al mismo tiempo y en el mismo sentido” (Aristóteles, ca. 384–322 a. C./1994). “Interactivo” significa la capacidad de un objeto para formar conexiones con otros objetos (Alegsa, 2024).

Propiedad sensitiva: en el marco ontológico del mecanismo creciente, la sensación es un estado subjetivo del sistema o dato, donde dicho estado, en el caso de los sistemas, son las expresiones de las propiedades por estructura que posee y, por lo tanto, experimenta. Y en el caso de los datos, el estado es la expresión de las propiedades físicas que posee por el hecho de su existencia en el espacio. Los datos por su propia existencia tienen una carga subjetiva y de propiedad, por ello se dice que “expresan sus propiedades físicas por el hecho de existir”. La “expresión de propiedad por estructura” hace referencia al estado de existencia global del sistema, donde las propiedades adquiridas por causa de las relaciones entre los componentes (Emergencia de Propiedades por Estructura) se expresan o coexisten juntas (se debe a que todo el sistema está conectado), lo que produce dicho estado de existencia global. En este contexto, la experiencia subjetiva es existencia subjetiva como tal, y esta existencia puede ser tan simple o compleja posible.

Propiedad de Expresividad Sensitiva por Conectividad (ESC): en el marco ontológico del mecanismo creciente, la ESC significa que en cada nivel de complejidad por conectividad (el nivel se refiere a cada conexión nueva integrada al sistema con conectividad diferente) surge una nueva sensación. A medida que un sistema físico se vuelve más complejo (aumentando su diversidad conectiva), su experiencia también cambia, ya que la diversidad de conexiones permite la expresión de nuevas propiedades diferenciadas, que son propiedades que no se reducen o solo se relacionan con su tamaño. No emergerán nuevas sensaciones en la repetición de conexiones con la misma conectividad porque las sensaciones nuevas involucran diversidad conectiva.

Principios del mecanismo creciente

Según la definición de mecanismo creciente y sus propiedades, los mecanismos crecientes se rigen bajo los siguientes once principios generales:



Principio General del Dato (PGD): menciona que “el dato interno es todo objeto físico, sensitivo, relativo, mínimo, distinguible e interactivo que compone a los mecanismos crecientes, y el dato externo, que comparte la misma definición, es aquel que no pertenece al sistema, pero que puede interactuar con él y conformar una conexión relativamente débil.” La relación entre el dato interno y el dato externo crea una conexión relativamente débil (conexiones inestables, simples o no significativas para la identidad final del sistema), ya que no necesariamente forma parte de la estructura sostenida del sistema, pero puede provocar alteraciones o respuestas en él.

Principio General Sistémico (PGS): menciona que “todo mecanismo creciente tiene como propiedad la recepción o interacción de los datos externos con su sistema (interacción de sus datos internos con los externos), el procesamiento de datos (cambios internos en su sistema causados por los datos recibidos) y la respuesta final de su sistema al estímulo.”

Principio de Complejidad Dinámica (PCD): menciona que “todo mecanismo creciente tiene la capacidad de evolucionar en términos de complejidad por cantidad, conexión y conectividad.” Evolucionar = integración de un nuevo dato, formación de una nueva conexión o formación de una nueva conexión a distinta conectividad.

Principio de Ultraconexión (PU): menciona que “todos los datos internos del mecanismo creciente guardan una relación directa o indirecta, pero nunca están desvinculados.”

Principio de Estabilidad (PT): menciona que “las relaciones entre los datos internos del mecanismo creciente y las disposiciones de su estructura deben ser estables para que la emergencia del sistema mismo sea posible.” Si las conexiones son aleatorias o irregulares, la estructura del sistema no se mantiene en el tiempo o no emerge.

Principio de Masividad (PM): menciona que “todas las partes del mecanismo creciente actúan en conjunto y no como unidades aisladas, es decir, las partes se coordinan y actúan en conjunto y mantienen la homeostasis e identidad del sistema.”

Principio General de Emergencia (PGE): menciona que “todo mecanismo creciente tiene propiedades emergentes por estructura y en cada incremento de un grado de complejidad en su estructura (entendiendo incremento de grado como cualquier nuevo dato integrado, nueva conexión formada o



nueva conexión a distinta conectividad) surge una propiedad que no se encontraba en los niveles anteriores.”

Principio de Complejidad Final (PCF): menciona que “la complejidad por conectividad determina la complejidad final del mecanismo creciente.” Las conexiones a distintos niveles de conectividad generan propiedades diferenciadas (propiedades diversificadas que van más allá de las que surgen con relación a la integración de datos y la formación de conexiones).

Principio de Especialización (PE): menciona que “dado que la conectividad dentro de un mecanismo creciente puede variar, pueden surgir regiones con distintos niveles de especialización.” Una región especializada se define como aquella área del sistema con conexiones internas con conectividad relativamente similar, pero significativamente diferente respecto a otras regiones del sistema.

Principio de Sensación (PS): menciona que “todo mecanismo creciente y dato posee la propiedad sensitiva.”

Principio de Expresividad Sensitiva por Conectividad (PESC): menciona que “en cada nivel de complejidad por conectividad (el nivel se refiere a cada conexión nueva integrada al mecanismo creciente con conectividad diferente) surge una nueva sensación.”

Fundamentos neurobiológicos de la Teoría de la Mente Biomecánica

Actividad

En términos neurobiológicos, se refiere a un estado de alerta en el que el sistema nervioso mantiene una disposición funcional y sensitiva, permitiendo la recepción y procesamiento de estímulos tanto internos como externos (Stiles y Jernigan, 2010).

Focalización

En términos neurobiológicos, se refiere a la capacidad del sistema nervioso para dirigir de manera selectiva la atención hacia un estímulo específico, ya sea externo (como luz, sonido o daño) o interno (como pensamientos o emociones) (Zoghbi y Bear, 2012).



Autorreferencialidad

En términos neurobiológicos, se refiere a la capacidad del sistema nervioso para experimentarse a sí mismo como una entidad diferenciada dentro de su entorno. Implica la percepción interna de la propia existencia, de ser “alguien” y no simplemente “algo”, así como la sensación de identidad y continuidad en la experiencia subjetiva, en la que el sistema reconoce sus propios estados como propios y no ajenos (DeBello et al., 2014).

Panelidad conectiva

La panelidad conectiva es un término propio de la TMB y la define como la capacidad del sistema nervioso para analizar y sobreanalizar patrones y datos integrados en su sistema, donde analizar significa crear un patrón de respuesta (patrón R) sobre otro patrón almacenado o formado (patrón normal “N”) o relacionar un patrón de respuesta existente con otro patrón almacenado o formado, y sobreanalizar significa crear un patrón de respuesta sobre otro patrón de respuesta o relacionar un patrón de respuesta existente con otro patrón de respuesta. Un patrón R es una estructura de datos activa y especializada que contiene una configuración instructiva sobre cómo debe reaccionar ante un patrón determinado. Por lo contrario, un patrón N es una estructura de datos pasiva y especializada que contiene una configuración de registro sobre un estímulo con relación al sistema, sin contener necesariamente instrucciones de respuesta. Su función es pasiva, es decir, almacenar y mantener una huella o referencia reconocible que permite al sistema identificar, comparar o asociar estímulos dentro de su marco funcional.

Se dice que es “conectiva” porque se trata de un fenómeno neuroquímico complejo. La panelidad conectiva se basa o se inspira en múltiples evidencias neurocientíficas y cognitivas, como la capacidad del cerebro para generar representaciones internas (patrones neuroquímicos) y establecer relaciones jerárquicas o recursivas entre ellas; así como la diferencia entre tipos de patrones activos (ej. de la corteza prefrontal) con patrones pasivos (ej. del área visual). Este fenómeno se observa en procesos como la memoria de trabajo, la integración multisensorial y la metacognición, en los que el sistema nervioso no solo almacena información, sino que también la evalúa, reorganiza y combina para producir nuevas respuestas o interpretaciones (Gao, Xue, Odegaard, y Rahnev, 2025; Quak y Moser, 2015).



Híperpanelidad conectiva

La híperpanelidad conectiva es un término propio de la TMB y la define como la disposición o facultad de una red neuroquímica especializada del sistema nervioso para generar patrones de respuesta sobre otros patrones (normales “N” y de respuesta “R”) sin límite funcional, dentro de los límites físicos del sistema nervioso. Un sistema sin híperpanelidad conectiva tiene un límite funcional en la creación de patrones de respuesta (su estructura conectiva no es suficiente ni sofisticada para poder generar patrones R sin límite funcional), en cambio, uno con híperpanelidad conectiva tiene una capacidad no limitada funcionalmente de generar patrones de respuesta (siempre podrá seguir generando patrones R en condiciones disponibles). Por ejemplo, un humano puede reflexionar sobre sus propios pensamientos, inventar nuevas ideas continuamente, e incluso imaginar escenarios aparentemente imposibles o no existentes físicamente (tiene híperpanelidad conectiva); en contraste, un animal no humano como un perro o un gato está más limitado a generar patrones R frente a ciertos estímulos relevantes para su supervivencia (cazar, reproducirse, competición, etc.), repitiendo el típico ciclo de supervivencia (no tiene híperpanelidad conectiva o es muy primitiva).

Se dice que es “conectiva” porque se trata de un fenómeno neuroquímico complejo, es decir, se habla de una híperpanelidad que ocurre a nivel neuroquímico complejo. La híperpanelidad conectiva se basa o inspira en múltiples evidencias empíricas, entre ellas: la estructura jerárquica y recursiva de los patrones neuronales del cerebro para generar patrones de respuesta (R) sobre patrones normales (N) o sobre otros R, formando relaciones jerárquicas, es consistente con observaciones de memoria de trabajo, metacognición y aprendizaje complejo en humanos. Se fundamenta en la neuroplasticidad, la potenciación a largo plazo (LTP) y la modulación sináptica, mecanismos que permiten reforzar o inhibir conexiones y generar nuevas respuestas (Abraham y Bear, 2019). Evidencia de que el cerebro puede priorizar, modular o incluso eliminar patrones, manteniendo un umbral mínimo de actividad mientras conserva la capacidad de generar nuevos patrones (Garcés-Vieira, 2014). Por último, estudios comparativos muestran que solo los humanos (y posiblemente algunas especies con alta complejidad cortical, aunque de manera limitada y no igual que los humanos) poseen la capacidad de generar patrones R de manera continua y jerárquica, mientras que los animales no humanos están limitados a respuestas adaptativas específicas de supervivencia (Jaramillo, 2010).



Red Global Neuroquímica de la consciencia

La consciencia no se localiza en un único “centro”, sino que emerge de la interacción de múltiples regiones corticales y subcorticales integradas en una red distribuida. Estudios de neuroimagen y lesiones muestran que la corteza prefrontal, parietal posterior, temporal, cingulada anterior y la ínsula, junto con el tálamo, son esenciales para sostener estados conscientes (Koch et al., 2016; Biesbroek et al., 2023). Esta integración depende de la conectividad recurrente de largo alcance y de la modulación neuroquímica. Estas regiones componen la Red Global Neuroquímica o RGN de la consciencia.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en este artículo se basó, en primer lugar, en la explicación y análisis de cinco propiedades neurobiológicas generales de la consciencia definidas en el marco teórico de la TMB: actividad, focalización, autorreferencialidad, panelidad conectiva e hiperpanelidad conectiva. Cada propiedad se abordó considerando evidencia neurobiológica, neuroquímica, cognitiva y conductual.

En segundo lugar, estas propiedades se vincularon, a partir de evidencia neurobiológica, neuroquímica y cognitiva con una red global de estructuras neuroquímicas interconectadas en redes distribuidas y recurrentes, localizadas principalmente en regiones corticales, corteza prefrontal, corteza parietal posterior, corteza temporal, corteza cingulada anterior e ínsula, y en regiones subcorticales, como el tálamo.

Posteriormente, a partir de las propiedades previamente explicadas y sus vinculaciones con la Red Global Neuroquímica, se propuso el mecanismo central de la consciencia, integrando las propiedades mencionadas: la hiperpanelidad conectiva, cuyo surgimiento se denomina “Efecto Híperpanel”. Para ello, se utilizó evidencia neurobiológica, neuroquímica, neurológica, neuroevolutiva, cognitiva, conductual y de neurodesarrollo, con el fin de demostrar el papel fundamental de la hiperpanelidad conectiva en la emergencia y el sostenimiento de la consciencia.

Finalmente, se usó evidencia empírica fisicoquímica, neuroquímica, cognitiva y neurobiológica de los puntos anteriores, para demostrar la aplicación de los once principios del modelo ontológico del mecanismo creciente al sistema nervioso y la consciencia, desarrollado en el marco teórico de la TMB, con el fin de obtener un sustento ontológico explicativo y coherente de la consciencia dentro del marco de la TMB.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad y Red Global Neuroquímica de la consciencia

La literatura científica sugiere que la consciencia es un fenómeno dinámico dependiente de la actividad eléctrica y química del cerebro. Se ha documentado que la actividad neuronal consciente está modulada por neurotransmisores y neuromoduladores que regulan la excitabilidad y la sincronización de redes neuronales. Sustancias como glutamato, GABA, acetilcolina, dopamina y noradrenalina facilitan la comunicación entre regiones cerebrales y regulan estados de alerta y atención (Purdon et al., 2013; Poe et al., 2020). Estudios en estados de consciencia alterados, como sueño profundo y anestesia, han mostrado que la actividad neuronal en la corteza posterior se correlaciona con la percepción consciente, indicando la relevancia de áreas sensoriales específicas para la experiencia consciente (Yurchenko, 2022). De manera similar, se ha observado que la coordinación de la red global se refleja en comportamientos conscientes. Por ejemplo, la estimulación tálamica en pacientes con daño cerebral ha permitido recuperar funciones conscientes y respuestas adaptativas, evidenciando el papel de la actividad neuronal y la modulación química de la red en la consciencia (Brown y Miller, 2019; Mashour et al., 2020). Finalmente, la evidencia sugiere que la progresividad de la actividad neuronal permite que déficits parciales en la red disminuyan la riqueza fenomenológica de la consciencia sin eliminarla completamente, lo que respalda la idea de un mecanismo emergente y distribuido (pero conectado) que sustenta la experiencia consciente.

Focalización y Red Global Neuroquímica de la consciencia

La focalización de la atención se inicia con el procesamiento “feedforward” de la información sensorial en áreas primarias y secundarias, donde se codifican características como forma, color y movimiento, y se transmiten hacia regiones parietales y prefrontales para un análisis jerárquico más profundo, según lo reportado por Dehaene (2013).

La detección de estímulos salientes involucra la activación de la red ventral frontoparietal y de la red de saliencia, incluyendo la ínsula anterior y la corteza cingulada anterior, que funcionan como detectores capaces de redirigir la atención y activar la red dorsal para implementar un control “top-down” (Corbetta y Shulman, 2002; Seeley et al., 2007).



Además, se ha observado que el tálamo, particularmente el pulvinar, actúa como “hub” coordinador, sincronizando la actividad entre áreas corticales y aumentando la coherencia funcional entre regiones visuales y frontoparietales en función de la atención dirigida (Saalmann, Pinsk, Wang, Li y Kastner, 2012). Finalmente, la evidencia indica que la información focalizada se mantiene mediante bucles recurrentes entre la corteza prefrontal, parietal y tálamo, generando actividad persistente en la memoria de trabajo, lo que asegura que la información permanezca disponible para el reporte consciente y la toma de decisiones (Amico et al., 2016; Bastos et al., 2015). La focalización implica que no toda la información se hace consciente espontáneamente, sino que depende de los procesos atencionales que seleccionan ciertos estímulos, internos o externos, para ser integrados en la experiencia consciente.

Autorreferencialidad y Red Global Neuroquímica de la consciencia

Las investigaciones indican que la autorreferencialidad involucra principalmente regiones como la corteza prefrontal medial (mPFC), el precuneus/corteza cingulada posterior (PCC), la unión temporoparietal (TPJ), la ínsula y el hipocampo medial/temporal. Estas áreas establecen proyecciones hacia nodos frontoparietales, incluyendo la corteza prefrontal dorsolateral (dlPFC), el surco intraparietal (IPS) y los campos frontales oculares (FEF), lo que permite que señales sobre estados internos y memoria autobiográfica alcancen los “hubs” frontoparietales responsables del acceso global (Craig, 2009).

Asimismo, los núcleos talámicos, como el pulvinar, facilitan la sincronización y el enrutamiento de estas señales hacia los nodos apropiados, coordinando la integración de la información autorreferencial. La evidencia clínica sugiere que alteraciones en la conectividad entre la red neuronal por defecto (DMN) y los nodos frontoparietales o talámicos, o bien en la modulación neuroquímica, se asocian con trastornos de la experiencia del “yo”, incluyendo despersonalización, ciertas formas de esquizofrenia y amnesia autobiográfica (Qin y Northoff, 2011).

A nivel neuroquímico, se ha observado que la dopamina y la serotonina modulan los procesos de evaluación de relevancia y atribución de significado personal, contribuyendo a reforzar la sensación de unidad del “yo” frente al entorno (Carhart-Harris y Friston, 2019). La autorreferencia no solo implica una estructura emergente compleja y consciente, sino que también supone la capacidad del



sistema nervioso de generar representaciones de sí mismo, permitiendo que la experiencia consciente se oriente hacia el propio sujeto y sus procesos internos.

Panelidad conectiva y Red Global Neuroquímica de la consciencia

La implementación de la panelidad conectiva en el cerebro se ha observado a través de múltiples mecanismos y tipos de patrones N y R. Los patrones N funcionan como huellas pasivas responsables del almacenamiento de información, e incluyen, entre algunos de los principales, “engrams” consolidados, representaciones distribuidas en redes sensoriales y asociativas, estados subumbrales de excitabilidad sináptica, microcircuitos latentes y formas transitorias de plasticidad a corto plazo. Aunque los patrones N se localizan en diversas áreas cerebrales, anatomía y evidencia de neuroimagen sugieren que los patrones N se localizan predominantemente en regiones temporales mediales, tálamo, nodos de la default mode network (DMN) y áreas sensoriales primarias y secundarias, donde permanecen en un estado disponible para ser activados según la demanda cognitiva (Whitfield-Gabrieli y Ford, 2012; Hebscher y Gilboa, 2016). Los patrones N abarcan tanto estructuras latentes resultantes de la experiencia como configuraciones innatas que se establecen antes del nacimiento, sirviendo en conjunto como base para la panelidad conectiva y, en última instancia, para la emergencia de la consciencia.

Los patrones R se manifiestan, entre algunas de las muchas formas, como ensamblajes neuronales activos, bucles recurrentes que actúan como estructuras instructivas, capaces de generar respuestas o sobreanalizar información almacenada, estados oscilatorios coordinados (gamma, beta, alfa) y dinámicas metastables que permiten la acción, el sobreanálisis y la metacognición. La actividad asociada a los patrones R se concentra en núcleos frontoparietales, corteza cingulada y tálamo, presentando actividad sostenida y sincronizada en función de la demanda de procesamiento (Josselyn, Köhler, y Frankland, 2015; Eichenbaum, 2017).

Finalmente, a nivel clínico y computacional, disfunciones en cualquier nivel (debilidad en el almacenamiento N), ruptura de la sincronía que impide la conversión $N \rightarrow R$, déficit neuromodulatorio que reduce el “gain”, o desajuste tálamo-cortical) producen fallos característicos: incapacidad para generar respuestas coherentes, perseveración (R que no se actualiza), o experiencias fragmentadas del *self* (Guo, Inagaki y Svoboda, 2017).



Híperpanelidad conectiva y Red Global Neuroquímica de la consciencia

Considerando la panelidad conectiva, la híperpanelidad conectiva se articula sobre la arquitectura anatómica y funcional de la Red Global Neuroquímica de la consciencia. Mecanicísticamente, la capacidad “sin límite funcional” de generar patrones R depende de la densidad y la multitud de proyecciones recurrentes frontoparietales y tálamo-corticales que soportan actividad persistente y reverberante, incluyendo los procesos patronales y relacionales dentro de cada región. Estas proyecciones facilitan que una representación pasiva se active en múltiples ensamblajes secuenciales y paralelos, posibilitando operaciones iterativas de comparación y transformación. La híperpanelidad conectiva se refleja en fenómenos como la memoria de trabajo y el razonamiento de segundo orden, donde no solo se mantiene un contenido, sino que se lo manipula iterativamente (Baddeley, 2012).

Los patrones R se observan en múltiples mecanismos, como la actividad persistente y ensamblajes sincronizados en redes fronto-parietales, corteza cingulada y núcleos talámicos; se sustentan por bucles recurrentes multi-área que permiten mantener y manipular información (Hart y Huk, 2020). Estas configuraciones incluyen dinámicas metastables y estados oscilatorios coordinados (gamma para paso rápido/feedforward; alfa–beta para feedback/estabilización) que permiten la comunicación por coherencia entre regiones (Fries, 2015). La densidad y topología de proyecciones recurrentes, ensamblajes R paralelos/secuenciales, la sincronía oscilatoria y alineación de ventanas de excitabilidad entre regiones, la neuromodulación y mantenimiento de “gain” y plasticidad para que las iteraciones $R \rightarrow R$ no colapsen, son claves para mantener la híperpanelidad conectiva. La híperpanelidad conectiva depende de la actividad sostenida de las relaciones R, tanto sobre otras relaciones R como sobre los patrones N, tanto dentro de regiones específicas como entre distintas regiones cerebrales.



Este proceso requiere la modulación constante y el mantenimiento energético del sistema, lo que posibilita un “sin límite funcional” en la generación de nuevos patrones R a partir de las interacciones con patrones N y con otros R, asegurando así la dinámica continua de procesamiento y reorganización de la información.

Híperpanelidad conectiva: mecanismo central de la consciencia

Los sistemas neuromoduladores regulan excitabilidad, ganancia sináptica y balance E/I, y por tanto controlan cuándo y cómo una red puede entrar en modos de actividad recurrente e integradora. Esto explica por qué la consciencia depende del estado (vigilia, atención) y cómo la híperpanelidad podría activarse o silenciarse (Wong et al., 2021). Estudios muestran que el acceso consciente depende de interacciones recurrentes (retroalimentación) entre áreas corticales (p. ej. fronto-parietales) que permiten mantener y amplificar representaciones débiles hasta que lleguen a control/uso consciente. Esto casa directamente con la idea de generación continua y “sin límite funcional” de patrones R mediante “loops” recurrentes (Auksztulewicz y Friston, 2012).

En pacientes en estado vegetativo persistente, se ha observado que la conectividad de la sustancia blanca está comprometida. Un estudio realizado por Wu et al. (2016) utilizó imágenes por tensor de difusión (DTI) para identificar déficits en la sustancia blanca que subyacen a la pérdida del nivel de consciencia. Los resultados mostraron que los pacientes con trastornos de la consciencia (DoC) presentaban una disminución en la anisotropía fraccional (FA) y un aumento en las difusividades en áreas extensas de la sustancia blanca. Estos parámetros de DTI se correlacionaron significativamente con el nivel de consciencia evaluado por la Escala de Recuperación del Coma Revisada (CRS-R) y la Escala de Coma de Glasgow (GCS), y también predijeron los resultados de recuperación a los tres meses postescaneo. Estos hallazgos sugieren que la conectividad de la sustancia blanca es crucial para la consciencia y que su alteración puede comprometer la capacidad del cerebro para generar patrones de respuesta flexibles y adaptativos.

La plasticidad sináptica es fundamental para la adaptación y el aprendizaje en el cerebro. Mecanismos como la potenciación a largo plazo (LTP) y la depresión a largo plazo (LTD) permiten la modificación de conexiones sinápticas en respuesta a la actividad neuronal, facilitando la formación de nuevas representaciones mentales y la capacidad de generar patrones de respuesta sobre otros patrones (Bliss



y Collingridge, 1993). La capacidad humana para la abstracción, la metacognición y la creación simbólica es una manifestación de la hiperpanelidad conectiva. Estas capacidades están asociadas con una red neuronal global que incluye la corteza prefrontal, el lóbulo parietal y el sistema límbico, entre otras regiones. La interacción entre estas áreas, modulada por neurotransmisores, permite la generación de procesos mentales complejos y autorreferenciales (Dehaene et al., 2006).

Aunque otros mamíferos presentan desarrollo cortical y sistemas neuromoduladores funcionales, el desarrollo prolongado y altamente integrado de la corteza prefrontal humana es exclusivo, lo que permite la creación de redes jerárquicas distribuidas que sustentan la consciencia autorreflexiva (Rakic, 2009). Incluso el tálamo tiene más núcleos especializados, con subdivisiones complejas que procesan información sensorial, motora y asociativa. Animales como cuervos, loros y primates muestran capacidades cognitivas avanzadas, pero su desarrollo neurodesarrollativo no genera una red global capaz de sostener hiperpanelidad persistente y simbólica.

Durante el neurodesarrollo humano, la Red Global Neuroquímica se va consolidando progresivamente. Desde el periodo prenatal, la migración neuronal, la formación de sinapsis y la mielinización crean los cimientos estructurales que luego permitirán la conectividad funcional distribuida necesaria para la hiperpanelidad (Tau y Peterson, 2010). La corteza prefrontal y el tálamo, nodos clave de la red, experimentan un desarrollo prolongado que se extiende hasta la tercera década de vida, permitiendo la maduración de funciones ejecutivas complejas, metacognición y autorreflexión (Casey, Tottenham y Fossella, 2002).

La hiperpanelidad conectiva se manifiesta no solo en la estructura y la química del cerebro, sino también en comportamientos complejos y adaptativos que son exclusivos de los seres humanos. Su característica principal es la capacidad de generar patrones de respuesta sobre otros patrones de manera autorreferencial y sin límite funcional, lo que permite la innovación constante, la planeación y voluntad, la resolución creativa de problemas y la autorregulación de la conducta. Estas cualidades representan aspectos distintivos de la cognición humana y están estrechamente vinculadas con la consciencia.

La evidencia conductual se correlaciona con hallazgos neurodesarrollativos y neuroquímicos. La maduración de la corteza prefrontal y tálamo, la sincronización gamma entre regiones corticales y la



modulación por neurotransmisores permiten que la conducta humana sea dinámica, reorganizativa y autorreferencial, atributos centrales de la hiperpanelidad conectiva. Conductas complejas como la resolución de problemas, la creatividad y la planificación abstracta son manifestaciones externas de esta capacidad interna, distribuida a lo largo de la Red Global Neuroquímica (Luria, 1973).

Aplicación de los once principios del modelo ontológico del mecanismo creciente al sistema nervioso y la consciencia

Los principios del mecanismo creciente se aplicaron al sistema nervioso y la consciencia de manera fundamental y sencilla. Según estos principios, el sistema nervioso está constituido por tres tipos de partículas elementales: quarks arriba y abajo, y electrones, que se consideran datos internos de acuerdo con el Principio General del Dato (PGD). Estas partículas son objetos físicos que poseen materia y energía, ocupan un lugar en el espacio y, además, son sensitivos, es decir, tienen experiencia subjetiva porque tienen existencia física y existencia subjetiva (considerando la propiedad sensitiva). Son relativos, pues se eligió un criterio específico para definirlos como datos: son las partículas elementales que componen los átomos y moléculas del sistema nervioso. Son mínimos dentro del marco teórico definido, indivisibles en este nivel de análisis, y distinguibles, ya que cada uno posee una identidad única determinada por su existencia en el espacio y sistema y cumplimiento de una función dentro del sistema, lo que se denomina identidad de existencia espacial (IEE). También son interactivos, porque pueden formar conexiones con otros objetos. Por otro lado, los datos externos son partículas o grupos de partículas que se encuentran fuera del sistema nervioso, como fotones, bosones W y Z, quarks y electrones externos, así como átomos y moléculas de distintos niveles de complejidad, que pueden influir en el sistema nervioso. La interacción entre los datos internos y externos permite la reorganización del sistema y la emergencia de nuevas propiedades a partir de conexiones relativas, constituyendo la base para procesos complejos del sistema nervioso y la consciencia.

Según el Principio General Sistémico (PGS), el SN interactúa constantemente con datos externos a través de sus datos internos: las partículas elementales, células y circuitos neuronales procesan información sensorial, química y eléctrica, generando respuestas adaptativas y conductuales frente a estímulos del ambiente. Esta interacción constante permite que el SN no sea un sistema estático, sino un sistema dinámico y autorreferencial.



De acuerdo con el Principio de Complejidad Dinámica (PCD), el SN evoluciona incrementando su complejidad mediante la integración de nuevas conexiones sinápticas, la formación de circuitos neuronales y la reorganización de redes existentes. Este proceso de evolución continua permite que nuevas funciones cognitivas, como la planificación, el aprendizaje y la memoria, emerjan progresivamente a medida que se agregan datos y conexiones. Esto se observa, incluso, desde la formación de los átomos y moléculas orgánicas hasta la formación de estructuras macromoleculares celulares y redes neuroquímicas.

El Principio de Ultraconexión (PU) se refleja en la interdependencia de todos los elementos del SN: las neuronas, redes y regiones corticales y subcorticales están conectadas directa o indirectamente, asegurando que ninguna parte opere de manera aislada. Esta ultraconexión es la base de la integración funcional que sustenta la consciencia y los procesos complejos.

El Principio de Estabilidad (PT) asegura que las relaciones entre los datos internos (neuronas, sinapsis, circuitos) y la estructura del SN se mantengan consistentes en el tiempo. Solo con esta estabilidad es posible que emerjan propiedades superiores como la consciencia, la memoria de largo plazo y la autorregulación emocional; si las conexiones fueran aleatorias o inconsistentes, estas funciones no podrían sostenerse.

El Principio de Masividad (PM) se observa en la coordinación de millones de neuronas que actúan conjuntamente, no como unidades aisladas, para mantener la homeostasis y la identidad funcional del SN. Cada acción, desde reflejos simples hasta procesos metacognitivos complejos, depende de la actividad coordinada de múltiples regiones y circuitos.

Según el Principio General de Emergencia (PGE), cada incremento en la complejidad del SN, ya sea por la incorporación de nuevas sinapsis, la reorganización de circuitos o la integración de redes previamente desconectadas, da lugar a propiedades emergentes. Esto explica cómo funciones cognitivas avanzadas, como el pensamiento simbólico, la creatividad y la introspección, surgen a partir de la actividad combinada de millones de neuronas y circuitos interconectados, incluyendo moléculas y estructuras neuroquímicas como neurotransmisores, citoesqueleto, proteínas neuronales y iones.

El Principio de Complejidad Final (PCF) señala que la complejidad del SN no depende solo de la cantidad de neuronas, sino de la diversidad de sus conexiones y de la organización jerárquica de sus



redes. Conectividades a distintos niveles generan propiedades diferenciadas, como la diferenciación entre funciones sensoriales, motoras y cognitivas superiores.

El Principio de Especialización (PE) se manifiesta en la existencia de regiones altamente especializadas dentro del SN. Por ejemplo, la corteza prefrontal humana integra información multimodal y facilita funciones ejecutivas, mientras que el cerebelo coordina patrones motoras complejas y el hipocampo se especializa en consolidación de memoria. Cada región mantiene conectividad relativamente homogénea internamente, pero con diferencias significativas respecto a otras regiones, lo que permite la diversidad funcional dentro del SN.

Principio de Sensación (PS) y el Principio de Expresividad Sensitiva por Conectividad (PESC) reflejan que cada neurona, circuito y red del SN posee propiedades sensitivas (poseen propiedad sensitiva por ser datos del mecanismo creciente) que permiten la percepción, experiencia y procesamiento de información. A medida que la conectividad se incrementa y se reorganiza, surgen nuevas sensaciones y capacidades, desde percepciones básicas hasta experiencias complejas y autorreferenciales, constituyendo la base de la consciencia humana. Estos principios implican la subjetividad interna del sistema y la aparición progresiva de la consciencia por la proximidad a un estado de hiperpanelidad plena. Además, deja en claro el por qué la consciencia surge a nivel neuroquímico complejo, pues se debe a la complejidad por conectividad, y aunque se simule o imite la hiperpanelidad, no podría haber consciencia porque se requiere de una complejidad por conectividad específica. Una proteína no adquiere su estructura funcional simplemente porque sus átomos estén presentes; requiere que sus aminoácidos se conecten y plieguen de manera específica, formando enlaces covalentes, puentes de hidrógeno y otras interacciones no covalentes en posiciones precisas. Solo cuando se logra esta conectividad determinada la proteína puede desplegar su función biológica. De manera análoga, la consciencia exige que la conectividad neuronal real se establezca en niveles específicos de jerarquía y diversidad: no basta con replicar el patrón de actividad en una simulación o que una estructura simule los procesos. Así como la proteína pierde su función si su plegamiento o enlaces son incorrectos, la experiencia consciente solo emerge cuando la complejidad por conectividad real del cerebro alcanza un umbral específico. Por tal razón, se habla de una hiperpanelidad “conectiva”, porque se habla de una hiperpanelidad real, que surge en un determinado nivel de diversidad conectiva. Por ello, muchos



animales pueden tener funciones similares a los del humano, pero no tienen consciencia. Así como se requiere siempre un número específico de elementos para formar un determinado sistema, siempre se requerirá la diversidad conectiva específica o similar para que surja una determinada sensación.

La consciencia se “siente” de tal manera porque la estructura neuroquímica, especializada y compleja por conectividad de la red global neuroquímica, que es una estructura hiperpanélica, le permite tener una disposición activa y sin límite funcional sobre la creación de patrones R sobre otros patrones N y R, y esto ocurre de manera real, es una expresión subjetiva global y compleja estructural real; el sistema así lo experimenta; la hiperpanelidad hace que el sistema esté siempre dispuesto funcionalmente a generar patrones R sobre otros patrones N y R, y no ignora la información futura, por lo que siempre se mantiene en un estado de disposición creativa y analítica frente a los datos, tanto internos como externos. La estructura hiperpanélica son todas esas conexiones y relaciones entre patrones R y otros patrones N y R. La consciencia es ya un producto emergente complejo y sensitivo por su estructura hiperpanélica, permitiendo tener esa experiencia del “yo” unificado. El sistema experimenta esa consciencia unificada, como si fuera una sola sustancia, porque la expresión subjetiva de sus propiedades por estructura es global. Si el sistema es hiperpanélico, entonces toda esa estructura está conectada y se expresa en conjunto, por ello, la experiencia consciente se siente como un “yo” y una sola sustancia. Esta estructura hiperpanélica puede dirigir su atención, tomar decisiones complejas y formar una identidad.

Limitaciones

La TMB no ofrece una métrica precisa que permita cuantificar la complejidad conectiva requerida para la emergencia de la consciencia. Es necesario el desarrollo de nuevas métricas de complejidad por conectividad, que combinen herramientas diversas, como teoría de grafos, modelos jerárquicos de redes y medidas de integración de información que sean aplicables empíricamente.

Estas métricas podrían establecer umbrales cuantitativos más cercanos a lo que la TMB propone de forma conceptual. Igualmente, todavía se necesitan más estudios para saber el nivel o porcentaje de participación de las distintas regiones del cerebro que sostienen la hiperpanelidad y consciencia. Así mismo, será crucial impulsar programas experimentales y comprobaciones empíricas que pongan a prueba los principios y mecanismos propuestos en la teoría.



CONCLUSIONES

En conclusión, la Teoría de la Mente Biomecánica (TMB) proporciona un marco integral para entender la consciencia humana como un fenómeno emergente del sistema nervioso. La evidencia neurobiológica, neuroquímica, neurológica, neuroevolutiva, cognitiva, conductual y de neurodesarrollo demuestra que la consciencia surge de la interacción compleja y distribuida de las redes neuronales y de la red neuroquímica global, que incluye regiones corticales, corteza prefrontal, parietal posterior, temporal, cíngula anterior e ínsula, y subcorticales, como el tálamo.

Dentro de esta organización, la hiperpanelidad conectiva se identifica como el mecanismo central de la consciencia, permitiendo la generación de patrones de respuesta autorreferenciales, la reorganización continua de la actividad neuronal, la generación de patrones de respuesta sobre otros patrones sin límite funcional y la emergencia de propiedades complejas. Esto explica capacidades humanas exclusivas, como la autorreflexión, la planificación simbólica, la creatividad y la metacognición.

La aplicación de los once principios del mecanismo creciente al sistema nervioso y la consciencia permite comprender cómo la organización jerárquica y distribuida del SN sustenta la emergencia de la consciencia. En conjunto, estos datos respaldan que la consciencia humana es una propiedad emergente de la hiperpanelidad conectiva, resultado de la interacción compleja entre datos internos y externos, la conectividad dinámica y la integración de múltiples niveles de procesamiento neuronal y sensitivo.

La TMB enfrenta varios retos en su desarrollo. El principal es la cuantificación de la conectividad, ya que aún no existen herramientas capaces de representar con precisión los múltiples niveles de organización (químico, bioeléctrico, molecular) que la teoría considera.



Aunque la neurociencia ha avanzado en el estudio de sinapsis y redes funcionales, persisten limitaciones técnicas y metodológicas. La identificación de los patrones R, junto con fenómenos como la panelidad conectiva y la hiperpanelidad conectiva y otras propiedades y postulados, abre nuevas posibilidades, pero carece todavía de líneas de investigación consolidadas. Por ello, será crucial impulsar programas experimentales y comprobaciones empíricas que pongan a prueba los principios y mecanismos propuestos en la teoría.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, W. C., & Bear, M. F. (2019). *Is plasticity of synapses the mechanism of long-term memory?* Nature Reviews Neuroscience, 20(4), 227–238. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0048-4>
- Adobe. (2023). *Learn how to use the input-process-output (IPO) model.* <https://business.adobe.com/uk/blog/basics/learn-about-the-input-output-model>
- Alegsa, L. (2024). *Significado de “interacción”.* Definición-de. <https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/interaccion.php>
- Alegsa. (2023). *Definición de sistema.* Diccionario Tecnología. <https://www.alegsa.com.ar/Dic/sistema.php>
- Amico, E., et al. (2016). *Mapping the functional connectome traits of levels of consciousness.* Scientific Reports, 6, 30331. <https://doi.org/10.1038/srep30331>
- Arboleya. (2010). *Informática = Entrada-Proceso-Salida.* Velneo. <https://acortar.link/7Ckz0m>
- Aristóteles. (ca. 384–322 a. C./1994). *Metafísica* (3, 1005b19-20). Gredos. (Trabajo original publicado en el siglo IV a. C.).
- Auksztulewicz, R., & Friston, K. J. (2012). *Recurrent neural processing and somatosensory perception.* Journal of Neuroscience, 32(22), 7661–7668. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0102-12.2012>
- Baddeley, A. (2012). *Working memory: Theories, models, and controversies.* Annual Review of Psychology, 63(1), 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Bastos, A. M., Vezoli, J., Bosman, C. A., Schoffelen, J. M., Oostenveld, R., Dowdall, J. R., ... Fries, P. (2015). *Visual areas exert feedforward and feedback influences through distinct frequency channels.* Neuron, 85(2), 390–401. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.12.018>



- Biesbroek, J. M., Weaver, N. A., Borggrewe, M., Scholtens, L. H., Kuijf, H. J., Xu, T., Vos de Wael, R., Margulies, D. S., Jefferies, E., Bernhardt, B. C., Geurts, J. J. G., van der Flier, W. M., Barkhof, F., van Boxtel, M. P. J., Biessels, G. J., & Trachtenberg, A. J. (2023). *A review of the role of the thalamus in cognition*. *Brain Communications*, 5(6), fcad263.
<https://doi.org/10.1093/braincomms/fcad263>
- Bliss, T. V. P., & Collingridge, G. L. (1993). *A synaptic model of memory: Long-term potentiation in the hippocampus*. *Nature*, 361(6407), 31–39. <https://doi.org/10.1038/361031a0>
- Brown, E. N., & Miller, K. J. (2019). *Thalamic modulation of consciousness: Evidence from stimulation studies*. *Current Opinion in Neurobiology*, 55, 57–63.
<https://doi.org/10.1016/j.conb.2019.01.002>
- Carhart-Harris, R. L., & Friston, K. J. (2019). *REBUS and the anarchic brain: Toward a unified model of the brain action of psychedelics*. *Pharmacological Reviews*, 71(3), 316–344.
<https://doi.org/10.1124/pr.118.017160>
- Casey, B. J., Tottenham, N., & Fossella, J. (2002). *Clinical, imaging, lesion, and genetic approaches toward a model of cognitive control*. *Developmental Psychobiology*, 40(3), 237–254.
<https://doi.org/10.1002/dev.10034>
- CCFProsario. (2025). *Sistemas físicos y químicos: ¿Qué son y cómo funcionan?*
<https://ccfprosario.com.ar/que-es-un-sistema-fisico-y-quimico/>
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). *Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain*. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3), 201–215. <https://doi.org/10.1038/nrn755>
- Craig, A. D. (2009). *How do you feel—now? The anterior insula and human awareness*. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(1), 59–70. <https://doi.org/10.1038/nrn2555>
- DeBello, W. M., McBride, T. J., Kelly, L., et al. (2014). *Input clustering and the microscale structure of local circuits*. *Frontiers in Neural Circuits*, 8, 112.
<https://doi.org/10.3389/fncir.2014.00112>
- Dehaene, S. (2013). *Consciousness and the brain: Deciphering how the brain codes our thoughts*. *Current Opinion in Neurobiology*, 25, 76–85. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2013.01.007>



- Dehaene, S. (2014). *Consciousness and the brain: Deciphering how the brain codes our thoughts*. Viking.
- Dehaene, S., Changeux, J. P., Naccache, L., Sackur, J., & Sergent, C. (2006). *Conscious, preconscious, and subliminal processing: A testable taxonomy*. Trends in Cognitive Sciences, 10(5), 204–211. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.03.007>
- Eichenbaum, H. (2017). *Memory: Organization and control*. Annual Review of Psychology, 68, 19–45. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044131>
- Fries, P. (2015). *Rhythms for cognition: Communication through coherence*. Neuron, 88(1), 220–235. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.09.034>
- Gao, Y., Xue, K., Odegaard, B., & Rahnev, D. (2025). *Automatic multisensory integration follows subjective confidence rather than objective performance*. Communications Psychology, 3, 38. <https://doi.org/10.1038/s44271-025-00221-w>
- Garcés-Vieira, M. V. (2014). *Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos*. CES Medicina, 28(1), 10-17. <https://doi.org/10.21615/cesmedicina.v28i1.10>
- Guo, Z. V., Inagaki, H. K., & Svoboda, K. (2017). *Maintenance of persistent activity in a frontal–parietal network*. Nature, 545(7653), 181–186. <https://doi.org/10.1038/nature22327>
- Hart, E. & Huk, A. C. (2020). *Recurrent circuit dynamics underlie persistent activity in the macaque frontoparietal network*. eLife, 9, e52460. <https://doi.org/10.7554/eLife.52460>
- Hebscher, M., & Gilboa, A. (2016). *A boost of confidence: The role of the ventromedial prefrontal cortex in memory, decision-making, and schemas*. Neuropsychologia, 90, 46–58. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.05.003>
- Jaramillo, C. C. (2010). *Diferencias cognitivas entre animales y humanos*. Poiesis, 1(1), 1-10. <https://revistas.ucatolicaluisamigo.edu.co/index.php/poiesis/article/view/127/114>
- Jiménez. (2016). *Enfoque de procesos-Interacciones, salidas y entradas-PDCA #2*. Pymesycalidad20. <https://acortar.link/6cBObf>
- Josselyn, S. A., Köhler, S., & Frankland, P. W. (2015). *Finding the engram*. Nature Reviews Neuroscience, 16(9), 521–534. <https://doi.org/10.1038/nrn4000>



- Koch, C., Massimini, M., Boly, M., & Tononi, G. (2016). *Neural correlates of consciousness: Progress and problems*. *Nature Reviews Neuroscience*, 17(5), 307–321.
<https://doi.org/10.1038/nrn.2016.22>
- Luria, A. R. (1973). *The working brain: An introduction to neuropsychology*. Basic Books.
- Mashour, G. A., Roelfsema, P., Changeux, J. P., & Dehaene, S. (2020). *Conscious processing and the global neuronal workspace hypothesis*. *Neuron*, 105(5), 776–798.
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2020.01.026>
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2021). *Conexión – Qué es, en la informática, en la geometría y en el lenguaje coloquial*. Definicion.de. <https://definicion.de/conexion/>
- Poe, G. R., Nitz, D. A., McNaughton, B. L., & Barnes, C. A. (2020). *Experience-dependent phase-reversal of hippocampal theta and gamma oscillations*. *Journal of Neuroscience*, 40(2), 246–257. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1362-19.2020>
- Purdon, P. L., Pierce, E. T., Mukamel, E. A., Prerau, M. J., Walsh, J. L., Wong, K. F. K., Salazar-Gomez, A. F., Harrell, P. G., Sampson, A. L., Cimenser, A., Ching, S., Kopell, N. J., Tavares-Stoeckel, C., Habeeb, K., Merhar, R., Brown, E. N. (2013). *Electroencephalogram signatures of loss and recovery of consciousness from propofol*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(12), E1142–E1151. <https://doi.org/10.1073/pnas.1221180110>
- Qin, P., & Northoff, G. (2011). *How is our self related to midline regions and the default-mode network?* *NeuroImage*, 57(3), 1221–1233. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.05.028>
- Quak, M., & Moser, E. I. (2015). *A multisensory perspective of working memory*. *Frontiers in Psychology*, 6, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00001>
- Rakic, P. (2009). *Evolution of the neocortex: A perspective from developmental biology*. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(10), 724–735. <https://doi.org/10.1038/nrn2719>
- Saalmann, Y. B., Pinsk, M. A., Wang, L., Li, X., & Kastner, S. (2012). *The pulvinar regulates information transmission between cortical areas based on attention demands*. *Science*, 337(6095), 753–756. <https://doi.org/10.1126/science.1223082>
- Scala. (2020). *Modelos y esquemas productivos*. <https://repositorio.scalahed.com/>



- Seeley, W. W., Menon, V., Schatzberg, A. F., Keller, J., Glover, G. H., Kenna, H., ... Greicius, M. D. (2007). *Dissociable intrinsic connectivity networks for salience processing and executive control*. *Journal of Neuroscience*, 27(9), 2349–2356.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5587-06.2007>
- Seth, A. K. (2009). *Explanatory correlates of consciousness*. *Trends in Cognitive Sciences*.
- Stiles, J., & Jernigan, T. L. (2010). *The basics of brain development*. *Neuropsychology Review*, 20(4), 327–348. <https://doi.org/10.1007/s11065-010-9148-4>
- Tau, G. Z., & Peterson, B. S. (2010). *Normal development of brain circuits*. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 147–168. <https://doi.org/10.1038/npp.2009.115>
- Whitfield-Gabrieli, S., & Ford, J. M. (2012). *Default mode network activity and connectivity in psychopathology*. *Annual Review of Clinical Psychology*, 8, 49–76.
<https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032511-143049>
- Wong, K. L. L., Nair, A., & Augustine, G. J. (2021). *Changing the cortical conductor's tempo: Neuromodulation of the claustrum*. *Frontiers in Neural Circuits*, 15, 658228.
<https://doi.org/10.3389/fncir.2021.658228>
- Wu, X., Zhang, J., Cui, Z., Tang, W., Shao, C., Hu, J., Zhu, J., Zhou, L., Zhao, Y., Lu, L., Chen, G., Northoff, G., Gong, G., Mao, Y., & He, Y. (2016). *White matter deficits underlie the loss of consciousness level and predict recovery outcome in disorders of consciousness*. *NeuroImage: Clinical*, 11, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2016.11.001>
- Yurchenko, L. (2022). *Neural correlates of visual consciousness: Evidence from neuroimaging*. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 845632. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.845632>
- Zoghbi, H. Y., & Bear, M. F. (2012). *Synaptic dysfunction in neurodevelopmental disorders associated with autism and intellectual disabilities*. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 4(3), a009886. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a009886>

