

ISSN: 0798-1171 / e-ISSN: 2477-9598

Dep. Legal ppi 201502ZU4649

Esta publicación científica en formato digital
es continuidad de la revista impresa

Depósito legal pp 197402ZU34 / ISSN 0798-1171



REVISTA DE FILOSOFÍA

Universidad del Zulia
Facultad de Humanidades y Educación
Centro de Estudios Filosóficos
"Adolfo García Díaz"
Maracaibo - Venezuela

Nº 112
2025 - 2
Abril - Junio

Revista de Filosofía
Vol. 42, N°112, 2025-2, (Abr-Jun) pp. 8-34
Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela
ISSN: 0798-1171 / e-ISSN: 2477-9598

**La Personalidad Neuronal:
Del conexionismo a la Neuropsicología Computacional y
Representacional de la Mente (NpCRM)**

*Neuronal Personality:
From Connectionism to Computational and Representational
Neuropsychology of the Mind (NpCRM)*

Charles Ysaacc da Silva Rodrigues
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3545-610X>
Universidad de Guanajuato – México
charles.rodrigues@campus.ul.pt

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16509770>

Resumen:

Este artículo investiga cómo la genética y el aprendizaje contribuyen a la formación de rasgos de personalidad y su representación mental, integrando tanto perspectivas filosóficas como neuropsicológicas en su estudio. La primera premisa sostiene que en cada sinapsis eléctrica se activa el material genético del individuo (ADN), influyendo en el fenotipo personal; y la segunda premisa destaca el papel de la sinapsis química en el aprendizaje adquirido, enfatizando cómo los cambios morfológicos neuronales y la consolidación hipocampal contribuyen a la formación de representaciones mentales y rasgos de personalidad. Así, se busca argumentar que los rasgos de personalidad, proporcionan representaciones mentales que ajustan el comportamiento a través de la unidad neuropsicológica de la personalidad, una matriz que de manera inquebrantable nos recuerda a cada acción quienes somos y por qué nos comportamos de una determinada manera. La conclusión incide en la idea de que así como la epigenética incide en la interacción entre herencia y entorno sin modificar el ADN, los rasgos de la personalidad se forjan a partir de la interacción continua entre predisposiciones genéticas y experiencias ambientales, modificando y adaptándose en función de la representación mental.

Palabras clave: Genética, aprendizaje, personalidad, mente, neuropsicología, conexionismo.

Recibido 01-10-2024 – Aceptado 15-02-2025

Abstract:

This article investigates how genetics and learning contribute to the formation of personality traits and their mental representation, integrating both philosophical and neuropsychological perspectives in its study. The first premise holds that the individual's

*Esta obra se publica bajo licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional
(CC BY-NC-SA 4.0)*

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

genetic material (DNA) is activated at each electrical synapse, influencing the personal phenotype; and the second premise highlights the crucial role of chemical synapses in acquired learning, emphasizing how neuronal morphological changes and hippocampal consolidation contribute to the formation of mental representations and personality traits. The study seeks to argue that personality traits provide mental representations that adjust behavior through the neuropsychological unit of personality, a matrix that unwaveringly reminds us with every action who we are and why we behave in a certain way. The conclusion emphasizes the idea that just as epigenetics affects the interaction between inheritance and environment without modifying DNA, personality traits are forged from the continuous interaction between genetic predispositions and environmental experiences, modifying and adapting based on mental representation.

Keywords: Genetics, learning, personality, mind, neuropsychology, connectionism.

1. Introducción

El conexionismo se presenta como un movimiento de la ciencia cognitiva que busca explicar las habilidades intelectuales y comportamentales del individuo a través de modelos abstractos del sistema nervioso, y cuyo propósito es desafiar la concepción tradicional de que la mente es un sistema simbólico separado del cerebro enfatizando la relación entre los procesos mentales y la actividad neuronal. Esta idea se reforzó cuando, en 1943, Warren McCulloch, psiquiatra y neuroanatomista, y Walter Pitts, lógico y matemático, publicaron un modelo de neuronas artificiales inspirado en la máquina de Turing. En este modelo se argumentaba que todas las funciones computables por la máquina podrían ser realizadas por redes neuronales, las cuales también serían capaces de llevar a cabo acciones del cálculo proposicional para realizar tareas simples (McCulloch & Pitts, 1943; Rivièrè, 1991).

El modelo neuronal de McCulloch-Pitts se refiere a redes de puertas lógicas conectadas entre sí para transmitir señales que están sustentadas por la variabilidad eléctrica entre el potencial de acción y el potencial de reposo de las neuronas. Su operatividad depende de unidades de entrada, representadas por las dendritas, que reciben la información del entorno para procesarla; de unidades ocultas, que actúan como variables reguladoras de la actividad cerebral y se potencian a través de cálculos y umbrales respectivos, es decir, lo que corresponde a la acción del soma celular en el proceso sináptico, excitatorio o inhibitorio; y de unidades de salida, que inciden en los terminales del axón, con o sin ramificación, donde se presentan los resultados del procesamiento de la información (McCulloch & Pitts, 1943).

La teorización matemática de las redes neuronales se basa en circuitos que operan de manera infinita y aleatoria, evitando formas circulares o cerradas, en este contexto, la actividad de una neurona en una sinapsis individual se ajusta al principio de “todo o nada”, puesto que la excitación de una sola fibra nerviosa no puede desencadenar un impulso continuo (Pitts, 1942); por lo tanto, si las neuronas están en constante excitación, se requiere un número fijo de sinapsis para que se produzca la transmisión continua y aleatoria. Aparte, la teoría refuerza las siguientes ideas: que el único retraso significativo dentro del sistema nervioso es el sináptico, definido como el intervalo entre la llegada del impulso a una

neurona y la propagación de su propio impulso; que la sinapsis inhibitoria impide la excitación de la neurona en un momento dado; y que la estructura de la red neuronal permanece inalterada con el tiempo (McCulloch & Pitts, 1943; Pitts, 1943).

En resumidas cuentas, los autores consideraron que para cada idea y cada sensación tiene que existir una actividad específica al interior de una red neuronal, siendo que cuando tal red sea indefinida los hechos también lo serán, y justifican la afirmación con ejemplos que inciden en el cambio mental, como sean las parestesias, las alucinaciones, los delirios e inclusive, los estados confusionales; dichos cambios, también refuerzan la idea neurológica de que existen redes necesarias o simplemente suficientes para las actividades concretas, y así aclaran la relación entre la estructura y la función perturbada. Cuanto a la psicología, el análisis puede realizarse desde las unidades psicológicas finales, pensando que esta unidad no puede ser menor que la actividad de una sola neurona, por lo tanto, si la relación es proporcional, entonces los eventos psíquicos tendrían que presentar un carácter comportamental, o sea, una determinada tendencia del comportamiento (McCulloch & Pitts, 1943).

El conexionismo clásico continuó fortaleciendo sus teorías sobre la mente, pero se dividió en dos grandes facciones: los conexionistas implementacionistas, que tal como los clásicos, abogaban por la utilización de redes neuronales artificiales para modelar procesos simbólicos y computacionales con base en las teorías cognitivas tradicionales; y los conexionistas eliminativos, que argumentaban que los modelos basados en redes neuronales reales ofrecían una comprensión más precisa y directa de los procesos mentales, promocionando el enfoque neurocientífico. Sin embargo, fueron los materialistas eliminativistas, teóricamente posicionados entre fisicalistas y analíticos, pero influenciados por el conexionismo eliminativo, quienes lograron reavivar el interés científico en la interrelación: neurociencia y mente; tanto como propusieron que los conceptos tradicionales de la psicología fueran sustituidos por explicaciones fundamentadas en la acción neurológica (Smolensky, 1988).

Resulta pertinente señalar que los materialistas eliminativistas, al contrario de los conexionistas clásicos y los cognitivistas, no aportaron a las teorías existentes, más bien prefirieron crear nuevos modelos que desestimaron las aportaciones de los trabajos multidisciplinarios y de la psicología tradicional, aparte mantuvieron el debate abierto sobre si el pensamiento es *quien* produce en la mente la impresión de un cerebro pensante, capaz de inferir o suponer acciones casuales, entender el comportamiento, empatizar y procesar emociones; o si, por el contrario, la mente no necesita del pensamiento para existir, puesto que hace uso de la *psique* y de todas sus herramientas de acción, como los sentidos y la intuición (Churchland, 1989).

Con todo, en el presente artículo defenderemos que, desde la Neuropsicología, es posible identificar un patrón determinado de acciones conductuales que influyen en la computación y representación de la mente; esta argumentación filosófica de la Neuropsicología Computacional y Representacional de la Mente (NpCRM), parte del modelo neuronal de McCulloch-Pitts y se beneficia de la acción conjunta entre el objetivo de la neuropsicología, que busca describir la conducta humana desde el funcionamiento del

Sistema Nervioso Central (SNC), y el de la neurociencia, que procura entender cómo se organiza, comunica y funciona el mismo SNC.

Así, la NpCRM se fundamenta en el siguiente argumento filosófico:

Premisa (1): Se sostiene que, en cada acción eléctrica de la sinapsis, se activan componentes genéticos que influyen en la adecuación de la conducta al medio; este proceso depende de una interrelación no dicotómica entre los rasgos de personalidad y las representaciones mentales, mediada por el temperamento.

Premisa (2): Se sostiene que, en cada acción química de la sinapsis, se activan las protuberancias y espinas dendríticas de las neuronas, producto de cambios morfológicos reforzados por la consolidación cognitiva; estos cambios influyen en la interacción no dicotómica entre los rasgos de personalidad y las representaciones mentales, mediada por el carácter.

Conclusión: De acuerdo con las premisas anteriores, se propone que en cada transmisión sináptica se genera una relación entre lo genéticamente heredado (temperamento) y los aprendizajes consolidados (carácter), formando lo que denominamos de unidad neuropsicológica de la personalidad. Esta unidad está encargada de ajustar y definir la conducta, mediante la gestión de información almacenada de un modo coherente y beneficiosa para quien la lleva a cabo sin dejar de recordarle quién es y por qué se comporta de esa manera.

Ahora bien, para sistematizar los procesos de acción del material heredado y el aprendizaje adquirido como una influencia auténtica en la representación mental, mediante la actividad y la plasticidad neuronal y la formación de los rasgos de personalidad, emplearemos el método inductivo. Este enfoque metodológico partirá de los argumentos descritos por McCulloch y Pitts (1943), desarrollándose a través de una revisión bibliográfica que respetará tanto la secuencia histórica como el progreso científico de los avances en la neuropsicología.

El trabajo se dividirá en tres secciones, la primera abordará las características de la transmisión sináptica eléctrica, enfocándose en cómo el proceso de polarización y despolarización de las neuronas activa el ADN mitocondrial y nuclear, lo que a su vez provee al individuo de temperamento, es decir, de material heredado de los progenitores; la segunda sección incidirá en las especificidades de la transmisión sináptica química, centrándose en la aparición de protuberancias y proliferación de espinas en la membrana celular como resultado del aprendizaje adquirido a lo largo del tiempo y su respectiva consolidación cognitiva, lo cual proporciona al individuo su carácter; y la tercera atenderá a la unidad neuropsicológica de la personalidad, que resulta de la interacción entre el material heredado y el aprendizaje adquirido, produciendo representaciones mentales que influyen en la expresión de los rasgos de la personalidad como una acción adaptativa que define el comportamiento humano ante cada situación, ya sea vivida o por vivir.

2. Sinapsis eléctrica

Antes de nada, es importante aclarar que la sinapsis, por definición, es el punto de unión donde las células nerviosas comparten la transmisión de impulsos; cuando esta unión

ocurre entre dos neuronas, una presináptica y otra postsináptica, es porque se ejercieron dos acciones simultáneas, pero independientes: acción eléctrica y acción química. Esta simultaneidad se debe a que tanto la transmisión de señales como el proceso de excitación-secreción en el SNC suceden en fracciones temporales de milisegundos [(ms) = 0,001 segundo] y se presentan en al menos tres formas: la amplitud, que se refiere a los múltiples potenciales postsinápticos necesarios para que la neurona alcance el umbral que le permita continuar la transmisión; el tiempo de los potenciales de acción, que pueden durar hasta 15 ms; y el retardo sináptico, que se considera como el tiempo que tarda la transmisión de la señal en la neurona activada y que puede variar entre 0.3 y 0.5 ms (Eccles, 1965; McCulloch & Pitts, 1943).

La comunicación neuronal se inicia mediante un impulso nervioso, mismo que cumple con la función *física o mecánica* del proceso sináptico; y para que esto ocurra, las neuronas deben estar conectadas por canales proteicos a través de los cuales se transmiten iones de una neurona a otra, permitiendo el cambio del potencial de reposo o polarización al potencial de acción o despolarización (Duque-Parra, et. al., 1997). Se considera en reposo cuando la célula nerviosa tiene un mayor potencial eléctrico negativo al interior de la membrana (más iones de potasio: K⁺), que al exterior (más iones de sodio: Na⁺); y se dice que está polarizada cuando su potencial de membrana se sitúa entre -70 y -90 mV (Eccles, 1965). El potencial de acción se desencadena una vez que la membrana celular reduce su potencia hasta un valor aproximado de -55 mV, generando una entrada rápida de iones Na⁺ al interior de la célula, despolarizándola y permitiendo que alcance una carga positiva interna de entre +40 y +50 mV (Changeux, 1985).

En el modelo de la neurona artificial de McCulloch-Pitts, el impulso nervioso fue sustituido por un sistema de numeración en base dos, donde el reposo y la acción de las células se codifican mediante la constancia binaria de: "0" para la polarización y "1" para la despolarización. El modo en que las células se comunican es la principal diferencia entre las neuronas artificiales y las biológicas, dado que, en términos de complejidad operativa, ambas son notablemente similares, permitiendo el flujo de información y el procesamiento simultáneo de grandes cantidades de datos; estas similitudes se deben ante todo a que McCulloch y Pitts (1943) basaron su modelo en el conocimiento neurofisiológico de la época.

En este sentido, parece pertinente mencionar también las similitudes entre la neurona de McCulloch-Pitts (1943) y la máquina de Turing (1950), puesto que ambos modelos están basados en criterios matemáticos y neurofisiológicos, fundamentados en la computación, e intentan replicar la acción iónica mediante un lenguaje binario. Inclusive, nos permitimos proponer una analogía explicativa del proceso tomando como referencia la máquina de Turing: los datos se computan a partir de una cinta infinita de lectura y escritura (redes neuronales), dividida en celdas (células nerviosas), las cuales pueden contener un símbolo (actividad excitatoria) o estar vacías (actividad inhibitoria), y a través de un cabezal (producción de sinapsis), la cinta puede trasladarse en diversas direcciones (recorrido del potencial de acción), o inclusive, no desplazarse (retardo sináptico parcial o la propia imposibilidad de completar un número fijo de sinapsis para ejercer la transmisión).

Dicha analogía está fundamentada en el artículo original de McCulloch y Pitts, *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, donde los autores establecen, aunque de manera general, la influencia de la máquina de Turing en el funcionamiento de su neurona artificial:

Se puede demostrar fácilmente: primero, que cualquier red, si se le proporciona una cinta de lectura y escritura, un cabezal con conexión aferente, y una adecuada conexión eferente para realizar las operaciones motoras necesarias –desplazar o no desplazar la cinta–, puede computar los mismos números que una máquina de Turing; segundo, que cada uno de esos números puede ser computado por dicha red; y que esa red cuando circular puede computar, sin cinta y sin cabezal, aun cuando se sabe que algunos de los números podrán ser computados por la máquina, pero otros no –celda vacía o sin desplazamiento (McCulloch & Pitts, 1943, p. 113; Traducido y ajustado por el autor).¹

Con todo, lo más importante es entender que este fenómeno binario de la acción eléctrica en la neurona artificial no es suficiente para crear un lenguaje de la mente o de la computación orgánica; por lo tanto, ese proceso necesita asegurar ciertas características de las neuronas biológicas, como la intensidad y la frecuencia eléctrica de la carga y descarga de sus potenciales que dependen de la simultaneidad de los procesos de tiempo, amplitud y retardo sináptico, lo que McCulloch y Pitts, en ese entonces, denominaron de potencial discreto. Este tipo de potencial se asocia con la manipulación de la permeabilidad en la membrana celular y se corrobora desde la psicofarmacología actual, en particular, cuando un medicamento manipula la acción de las células y controla el flujo bioquímico, sea a través del primero o del segundo mensajero (Duque-Parra, et al., 1997; Furshpan & Potter, 1959; Silva, 2017).

En aquel entonces, se sabía poco sobre las sustancias y elementos químicos que participaban en la sinapsis, recordemos que la neurona McCulloch-Pitts fue descrita entre el hallazgo del primer neurotransmisor en 1921, la acetilcolina (ACh) también conocida como la molécula de la memoria, y el segundo neurotransmisor en 1946, la noradrenalina (DCI), actualmente denominado de norepinefrina, siendo que ambas sustancias fueron aisladas por los biólogos alemanes Otto Loewi y Ulf von Euler, respectivamente (Brunello et al., 2002; Sanabria-Castro, Alvarado-Echeverría, & Monge-Bonilla, 2017). Cabe mencionar también, que la neurona biológica, referente natural de la neurona artificial, tenía menos de una década de haber sido identificada, descrita y presentada a la comunidad científica por Santiago Ramón y Cajal y Camillo Golgi (Bock, 2013).

Como resultado de este desconocimiento, es posible que los estudios en neurología se hayan centrado casi exclusivamente en los potenciales eléctricos de la sinapsis; tal es el caso, por ejemplo, de los trabajos realizados por Pitts (1942, 1943), previos a su colaboración con

¹ It is easily shown: first, that every net, if furnished with a tape, scanners connected to afferents, and suitable efferent to perform the necessary motor-operations, can compute only such numbers as can a Turing machine; second, that each of the latter numbers can be computed by such a net; and that nets with circles can be computed by such a net; and that nets with circles can compute, without scanners and a tape, some of the numbers the machine can, but no others, and not all of them.

McCulloch, que tenían como objetivo entender si la acción neuronal era estática o dinámica, es decir, si la sinapsis se producía en un solo sentido o si las neuronas permitían potenciales en más de una dirección. Sus indagaciones partieron de la estimulación en una sinapsis en estado estacionario, describiendo el fenómeno como la suma de varias contribuciones y dejando así, la idea de que las redes neuronales serían dinámicas:

En primer lugar, por supuesto, está la estimulación externa aplicada. En segundo lugar, debemos considerar la contribución de las cadenas que conducen la estimulación. Esto puede calcularse de la siguiente manera: ciertas cadenas, cuando están en actividad completa, entregan una excitación en el punto donde se inicia la sinapsis. Otras cadenas, que no están en actividad completa, entregan una excitación diferente. Y finalmente, el resto de las cadenas contribuyen con una cantidad adicional de excitación (Pitts, 1943, p. 172; Traducido y ajustado por el autor).²

La confirmación de dicho cuestionamiento formulado por Walter Pitts, llevaría más de una década a conocerse, siendo que ante todo, fue necesario que Ernest Ruska y Max Knoll (1930-1933) desarrollaran el primer microscopio electrónico [de transmisión – MET]³, para que entonces, Edwin J. Furshpan y David D. Potter, en 1959, publicaran un artículo histórico: *Transmission at the giant motor synapses of the crayfish*. Sería en este artículo que se demostraría la forma en que se lleva a cabo el acoplamiento eléctrico entre neuronas durante la sinapsis, además confirmaría que la corriente positiva del potencial fluye idealmente en una dirección, a saber, que independiente al tipo de interacción neuronal, el flujo de la acción eléctrica puede ser más o menos unidireccional (Furshpan & Potter, 1959).

Lo anterior se deduce a partir de la rectificación en las uniones eléctricas, dado que los mecanismos responsables de esta corrección están formados por conexinas y subunidades que facilitan el acoplamiento comunicante de tipo *gap* entre dos células. En teoría, se esperaría que cuando las uniones *gap* se forman entre células del mismo tipo, y las proteínas que constituyen estas conexiones son subunidades moleculares idénticas a las conexinas adecuadas, la corriente se mantiene de manera simétrica en ambas neuronas. Sin embargo, las sinapsis eléctricas en el sistema nervioso rara vez ocurren entre neuronas del mismo tipo; y esto es esencialmente lo que Furshpan y Potter reportaron en su estudio sobre las propiedades de la unión rectificadora: independientemente del tipo de comunicación, rectificación o forma de acoplamiento, el estímulo sigue la orientación unidireccional de la carga positiva (Duque-Parra et al., 1997; Eccles, 1965; Furshpan & Potter, 1959).

En la actualidad, con un entendimiento más profundo sobre la operatividad cerebral y el papel de la acción eléctrica de la sinapsis en la representación mental, sabemos que, aun cuando la teoría fisiológica propuesta por McCulloch y Pitts (1943) para la creación de la

² First, of course, we have the external stimulation σ_i applied at s_i . Second, there is the contribution of the chains leading to s_i : this may be computed as follows. Certain of these chains, say $c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{iH}$, will be in complete activity and will consequently deliver an excitation $A_{ia} Y_{[ia]} + \mu_{ia}$, where $S_{[ia]}$ is the synapse where c'_{ia} commences. Another group of chains, say c_{iH+1}, \dots, c_{ik} , which are not in complete activity, will generally deliver an excitation $A_{ib} A_{ib} + \mu_{ib}$; and the remainder, c_{ik+1}, \dots, c_{iL} , will contribute an amount $A_{ic} Y_{ic} + \mu_{ic}^2$.

³ El microscopio electrónico de transmisión (MET) es un tipo de microscopio electrónico utilizado para obtener imágenes de alta resolución de muestras a nivel subcelular. A diferencia de los microscopios ópticos, que utilizan luz visible para visualizar las muestras, el MET utiliza un haz de electrones que atraviesa la muestra.

primera neurona artificial sigue siendo válida en cuanto a su acción y disponibilidad, los avances científicos presentan nuevos desafíos en relación con los efectos de dicha acción eléctrica; por ejemplo, hoy podemos afirmar que la actividad eléctrica de la sinapsis depende de la activación de las mitocondrias dentro de las neuronas y que, al excitarse, estas activan el ADN mitocondrial, heredado exclusivamente de la progenitora, y responsable de las funciones biológicas de los órganos en el cuerpo (Duque-Parra et al., 1997).

Otro aspecto relevante es que el potencial discreto de la neurona, y su influencia en la permeabilidad de la membrana celular, parece ser crucial para la liberación del ADN nuclear (Furshpan & Potter, 1959; Silva, 2017; McCulloch & Pitts, 1943). Este tipo de ADN, se encuentra localizado igualmente al interior del soma neuronal, y está constituido por pequeñas unidades de información descritas como genes, que contienen la herencia genética de los progenitores tal y como sean los rasgos físicos (sobre el aspecto): sexo, altura, color de ojos; y otros elementos de la forma de ser del individuo (sobre la psique): reactividad emocional, nivel de actividad y hasta el cómo se construyen los grupos de amistad; estas características definen el genotipo del sujeto, siendo que sus manifestaciones anatómicas, fisiológicas y conductuales, se conocen como fenotipo; y aunque las mutaciones genéticas no son exclusivas de la acción eléctrica, pueden influir en su actividad y en sus procesos neuronales (Castillo-Salazar & Campozano-Castillo, 2020; Rosales-Reynoso et. al., 2016).

Por lo tanto, si en cada impulso eléctrico de una sinapsis se activa el ADN mitocondrial y nuclear, y estos son responsables de la regulación proteica de las células, necesarias para el origen de la vida, la supervivencia, la reproducción, la caracterización física y, sobre todo, la determinación psicológica de la persona, y si además estas características experimentan cambios y mejoras a lo largo de todas las etapas del desarrollo, permitiendo la adaptación a diversos entornos mediante un aprendizaje continuo, entonces se puede inferir que a cada acción eléctrica de la sinapsis se manifiesta una información genética que influye en toda representación mental y, por ende, en la conducta de una persona, a partir de su temperamento.

Esta idea se basa en numerosos experimentos realizados durante la década de los 80 con gemelos idénticos o monocigóticos, los cuales demostraron que, aunque el entorno y los aprendizajes individuales pueden inducir cambios conductuales significativos, las similitudes en el temperamento sugieren la preservación de ciertas características genéticas (Plomin et al., 2013). Estos hallazgos se confirmaron tanto en gemelos separados a temprana edad, que vivieron experiencias de vida diferentes, como en aquellos que crecieron juntos y compartieron influencias familiares, sociales, económicas y culturales (Bouchard et al., 1990; Segal, 2012).

Resulta evidente que el material genéticamente heredado constituye un legado biológico significativo, dado que está anclado a cada sinapsis neuronal y actúa como una constante en los procesos eléctricos del cerebro. Si consideramos que un movimiento aparentemente simple, como mover un dedo de la mano, implica la activación de complejas redes neuronales en la corteza motora primaria, el tracto corticoespinal y la placa neuromuscular, y que durante este proceso se estima la estimulación de entre mil y diez mil

neuronas, entonces la representación mental de mover un dedo podría reflejar un mensaje genético tan determinante en la conducta como lo es el número total de sinapsis necesarias para ejecutar la acción (Plomin et al., 2013; Segal, 2012).

No obstante, es crucial destacar que la herencia genética de una persona está influenciada por la acumulación de información de las generaciones anteriores, lo que impone predisposiciones o tendencias en cada representación mental o acción conductual a través del temperamento. En este contexto, podríamos considerar que para cada sinapsis eléctrica se genera un dato destinado a la representación mental de la acción; sin embargo, esta situación podría suponer la saturación del sistema de procesamiento de información e incluso provocar errores en su análisis. Por lo tanto, proponemos una hipótesis de tipo computacional para evitar la redundancia en el procesamiento de datos. Esta hipótesis sugiere la existencia de una matriz similar a la memoria RAM de una computadora, que almacena y mantiene disponible en todo momento la información genética relevante para cada acción que se ejecuta; así como al despertar recordamos inmediatamente nuestro nombre, edad y lugar de residencia, esta matriz permitiría acceder a información genética pertinente de manera eficiente siempre que sea necesario.

3. La sinapsis química

El cerebro humano es la más compleja de las máquinas de computación y necesita energía para mantener sus relés en el rango operativo de voltaje. Funciona con pilas, cada relé tiene en propia batería. Se cargan mediante una serie de reacciones químicas que comienzan con azúcar y oxígeno y terminan con dióxido de carbono y agua (McCulloch, 1949, p. 492; Traducido y ajustado por el autor).⁴

Esta idea de McCulloch (1949) busca reforzar la importancia del factor químico de cara a cualquier acción biológica cerebral, incluso en la parte eléctrica de la transmisión sináptica, dado que la producción de energía al interior del soma depende más de la reacción molecular que de cualquier otro fenómeno físico o energético. Por ello, este apartado estará dedicado a la transcendencia de la acción química, y no solo por la importancia del neurotransmisor en la representación de ideas, objetos o acciones en la mente humana, sino también por la importancia del proceso de aprendizaje celular (cambio morfológico) y claro está, por el desarrollo y fortalecimiento de las nuevas conexiones simpáticas en relación a la plasticidad cerebral y a la consolidación de memorias.

En cuanto al primer aspecto, que se refiere al cambio morfológico neuronal debemos referir que tal ejercicio se lleva a cabo mediante conexiones bidireccionales en los circuitos o redes neuronales clásicas del aprendizaje, como son la corteza e hipocampo; corteza y amígdala; y amígdala e hipocampo. Asimismo, existen otras áreas que no estando dedicadas exclusivamente al aprendizaje también generan adquisiciones de conocimiento, es el caso del sistema de recompensa, que actúa entre el encéfalo, área tegmental ventral, estriado y

⁴ Computing machines, including brains, belong to the latter specialty. Man's brain is much the most complicated of computing machines and it requires power to keep its relays in the operating range of voltage. It is battery-operated, each relay having its own battery. These are charged by a series of chemical reactions beginning with sugar and oxygen and ending with carbon dioxide and water.

núcleo accumbens, y produce lo que llamamos de “aprendizajes aberrantes”. La expresión se aplica a toda enseñanza que se desarrolla como siendo una conducta de riesgo para el propio individuo o para los demás, por ejemplo, la adicción.

Cabe mencionar también la región neurológica del miedo, que incluye el núcleo medial de la amígdala, el núcleo dorsolateral del hipocampo, la corteza prefrontal y la ínsula; siendo que esta región produce representaciones mentales de vergüenza, desconfianza, inseguridad, desesperación, terror y tristeza, y se asocia directamente con tres grandes formas de miedo: físico, social y metafísico (LeDoux, 2012; Phelps & LeDoux, 2005). Y por fin, el circuito del odio, cuya actividad depende de la corteza frontal medial, la corteza premotora bilateral, la corteza cingulada anterior, la ínsula, la amígdala y el núcleo del putamen, y que provoca manifestaciones mentales y conductas de ira, desprecio, hostilidad, rencor, agresividad y violencia (Averill, 1982; Gazzaniga Ivry & Mangun, 2018). Harris & Williams, 2018).

El sistema de recompensa servirá como caso para argumentar la relevancia del sentido de la transmisión del mensajero químico en el aprendizaje neuronal (Pitts, 1942, 1943). A primera vista, podríamos suponer que existen dos vías separadas: una para la recompensa y otra para el castigo; sin embargo, esto no es así, dado que la misma vía se encarga de diferenciar entre ambos procesos, modulando tanto el flujo como la intensidad de la información que se transmite. Esto se confirma por el tipo y cantidad de neurotransmisores liberados, por ejemplo, cuando existe una mayor liberación de dopamina en el sistema de recompensa, es probable que el individuo manifieste conductas eufóricas y desinhibidas; por el contrario, una liberación reducida de dopamina tiende a estar asociada con comportamientos de aislamiento y tristeza (Berridge & Kringelbach, 2015; Schultz, 2015).

En tal caso, podemos observar que el flujo y la intensidad del neurotransmisor en una región específica definen la función cerebral de ese conjunto de neuronas, influyen en el comportamiento del sujeto y, además, son responsables del proceso de aprendizaje adquirido. En cuanto a la función de la red neuronal y la conducta del individuo, la hipótesis de Pitts (1943), mencionada en el apartado anterior y validada por Furshpan & Potter (1959), resultó ser fundamental; el supuesto establecía que la neurotransmisión sigue el impulso eléctrico positivo, independientemente de la forma de acoplamiento, y aunque ya se sabía que la amplitud era responsable por la repetición de la sinapsis para asegurar el umbral de transmisión en un cierto sentido, lo que se desconocía es que esta repetición, en el caso de retroalimentación sináptica, es necesaria para el cambio morfológico permanente en una determinada neurona, y que se establece como la consecuencia de un proceso básico de la neuroplasticidad (Citri & Malenka, 2008; Feldman, 2012; Kappel et al., 2015; Turrigiano, 2012).

La retroalimentación neuronal favorece la acción de los genes al interior de la célula nerviosa, haciendo con que estos se expresen mediante la síntesis de nuevas proteínas y del empleo de mecanismos intracelulares para movilizar las moléculas receptoras hacia la membrana nuclear (Holtmaat & Svoboda, 2009; Kandel, 2001). Las proteínas recién sintetizadas, junto con las anteriormente presentes en la célula, generan protuberancias o

espinas dendríticas adicionales a lo largo del axón, las cuales simbolizan unidades de procesamiento psicológico. Dichas unidades, después de consolidadas, reflejan lo aprendido y actúan como umbrales de experiencia que facilitan la respuesta a nuevas situaciones mediante comportamientos adaptativos (Martin, Grimwood & Morris, 2000).

Para cada reacción neuronal existe una correspondencia que reivindica una preposición simple. Esto, a su vez, implica alguna otra proposición simple o la disyunción de la conjunción, con o sin negación, de proposiciones similares, según la configuración de las sinapsis y el umbral de la neurona en cuestión. Aparecieron dos dificultades. La primera se refiere a la facilitación y extinción, en las que la actividad antecedente altera temporalmente la capacidad de respuesta a la estimulación subsecuente de una misma parte de la red. La segunda se refiere al aprendizaje, en el cual actividades concurrentes en algún momento anterior han alterado la red de manera permanente, de modo que un estímulo que antes habría sido insuficiente ahora es adecuado (McCulloch & Pitts, 1943, p. 101; Traducido y ajustado por el autor).⁵

Estas unidades de procesamiento psicológico son las mismas que McCulloch y Pitts (1943) describieron inicialmente, señalando que la acción no puede ser menor que la actividad de una sola neurona, y esto es debido a que cada cambio morfológico genera una unidad psicológica distinta, la cual se produce en una neurona específica y puede distribuirse a lo largo de una o varias redes neuronales. Para recuperar un aprendizaje completo, es necesaria una unificación de estas unidades en una imagen mental, o sea, consolidarlas, y esto es lo que permite que cada unidad sea codificada y almacenada de manera coherente, asegurando que la recuperación del aprendizaje completo se logre en una sola acción (Dudai, 2004; Frankland & Bontempi, 2005). De otro modo, si recordamos el ejemplo de que mover un dedo puede generar entre mil y diez mil sinapsis, y si este acto representara un aprendizaje que creara un número similar de unidades psicológicas, solo sería posible integrarlas a través de la consolidación (Eichenbaum, 2004; Mayford, Siegelbaum & Kandel, 2012).

No hace falta ir más lejos: sin consolidación, sería imposible recordar una experiencia pasada a partir de un solo estímulo sensorial, como un olor o una sensación; sería necesario recrear todo el escenario sensorial original para evocar ese recuerdo. La consolidación de los aprendizajes ocurre en el hipocampo y, aunque depende de la interacción con otras estructuras cerebrales, este es quien facilita la estabilización de los recuerdos, su relación con otras acciones, y garantiza que el aprendizaje sea apropiado de manera coherente a lo largo del desarrollo humano (Dudai, 2004; Eichenbaum, 2004; Mayford, Siegelbaum & Kandel, 2012).

⁵ To each reaction of any neuron there is a corresponding assertion of a simple proposition. This, in turn, implies either some other simple proposition or the disjunction of the conjunction, with or without negation, of similar propositions, according to the configuration of the synapses upon and the threshold of the neuron in question. Two difficulties appeared. The first concerns facilitation and extinction, in which antecedent activity temporarily alters responsiveness to subsequent stimulation of one and the same part of the net. The second concerns learning, in which activities concurrent at some previous time have altered the net permanently, so that a stimulus which would previously have been inadequate is now adequate.

Conforme comenta Churchland (1994) la cantidad del neurotransmisor que fluye en la membrana nuclear tanto de la neurona presináptica como postsináptica; bien como la síntesis de la sustancia al interior de la célula; el número de receptores disponibles en la transmisión; y los cambios químicos que se ejercen al interior de la célula receptora durante la sinapsis química puede, ciertamente, influenciar una serie de aspectos relacionados con el funcionamiento y la acción del sistema nervioso (Churchland, 1989; Churchland & Sejnowski, 1992). A pesar de que todo lo anterior es correcto, parece necesario destacar que tan importante es el mensajero que circula en una neurona presináptica como el número de transportadores disponibles en la neurona postsináptica; este dato se legitima a partir de la psicofarmacología, sino veamos el ejemplo de los recaptadores selectivos de la serotonina, de la dopamina y de la noradrenalina, para el combate al trastorno depresivo.

La cantidad de recaptadores disponibles para un neurotransmisor y una mayor permeabilidad de la membrana neuronal postsináptica permiten un aumento en el flujo de mensajeros entrantes, y por ende, incrementa la posibilidad de captación de la sustancia transmitida, facilitando que la información se establezca o se refuerce en las regiones cerebrales correspondientes según su funcionalidad; esta acción se conoce como plasticidad, y más allá de lo neurológico, es un fenómeno que enriquece la representación de las unidades psicológicas por medio del desarrollo cognitivo (McCulloch & Pitts, 1943, 1942). Inclusive, Pitts (1943), publicó dos artículos sobre el aprendizaje natural y condicionado, en los que consideró que la transmisión sináptica es tan responsable de la conducta aprendida por la experiencia del sujeto como de la conducta condicionada por recompensas positivas o negativas.

(...) tratemos todos los casos de aprendizaje y condicionamiento en los que estímulos independientes o relacionados, con tendencias originales dadas a producir tipos especificados de respuesta, se distribuyen a lo largo del tiempo en intensidades específicas de una manera arbitraria, continua o no (Pitts, 1943, p.2; Traducido y ajustado por el autor).⁶

Ahora parece crucial retomar el tema de la plasticidad neuronal o sináptica, que William James describió en 1890 como la capacidad que el ser humano tiene para modificar su comportamiento; una propiedad neurológica que permite la continua configuración y reconfiguración de las redes neuronales en el cerebro, puesto que las neuronas, como entidades adaptativas que son, pueden ocasionar modificaciones en su arquitectura dendrítica, mediante cambios morfológicos permanentes que a su vez, representan el aprendizaje adquirido (Holtmaat & Svoboda, 2009; Martin, Grimwood & Morris, 2000; Kandel, 2001). Por lo tanto, la plasticidad es un proceso esencial y necesario para el aprendizaje y la adaptabilidad conductual, aunque su acción depende de la etapa de vida en la que se encuentre el individuo.

⁶ (...) we shall deal with all cases of learning and conditioning in which independent or related stimuli, with given original tendencies to produce specified types of response, are distributed over time in specified intensities in an arbitrary way, continuous or otherwise.

Cabe destacar que la plasticidad comienza con el desarrollo ontogénico durante la niñez y puede extenderse hasta los 18 o 22 años, dependiendo de la teoría que se considere (Pascual-Leone, Amedi, Fregni & Merabet, 2005). Durante este periodo, las sinapsis son responsables de organizar y enlazar las áreas anatómicas del cerebro, estableciendo regiones como los hemisferios, lóbulos, redes neuronales específicas e incluso sistemas biológicos complejos como el sistema límbico (Kolb & Gibb, 2011). Estas estructuras se nutren del aprendizaje generado por la acción química de las sinapsis, de los cambios morfológicos y de la consolidación de la unidad psicológica, sin embargo, cada vez que el hipocampo estabiliza un nuevo dato en una red de aprendizaje, se favorece el mejoramiento de la funcionalidad o del conocimiento, basándose en la acumulación de características diferenciadoras del dato original (Huttenlocher & Dabholkar, 1997; Lebel & Beaulieu, 2011).

El aprendizaje adquirido depende en gran medida del proceso de neurogénesis, mediante el cual se reemplazan las neuronas envejecidas o inactivas por nuevas unidades nerviosas, un proceso natural y esencial para la funcionalidad e integridad de las redes neuronales (Kuhn, Dickinson-Anson & Gage, 1996). La neurogénesis depende de dos actividades mitóticas distintas, la primera se conoce como teoría de la senescencia celular o límite de Hayflick, un fenómeno descrito en los años 60 por Leonard Hayflick, quien postuló que las células madre tienen la capacidad de duplicarse a través de un ciclo celular, en el que la célula se divide en dos, generando una réplica genéticamente idéntica⁷; importa referir que este proceso se repite hasta que los telómeros se desgastan por completo, impidiendo que la célula continúe replicándose, y por lo tanto, se entiende que la renovación de dichas células ocurre a diferentes ritmos, y dependiendo de su tipo y función (Eriksson et al., 1998; Hayflick, 1965; Kandel, 2001).

La segunda actividad mitótica sucede tras la duplicación de las células madre, momento en el cual las nuevas células tienen un periodo limitado para proliferar⁸, es decir, transformarse en neuronas y migrar hacia las redes neuronales con mayor activación, lo que contribuye a optimizar y perfeccionar la actividad funcional de dichas redes (Pascual-Leone, Amedi, Fregni & Merabet, 2005). La migración celular es más intensa durante la ontogenia infantil, disminuyendo conforme avanza el desarrollo y la edad; y a medida que esto sucede, las células progenitoras neuronales reducen su migración y comienzan a transformarse en otros tipos de células, como sean gliales⁹ u oligodendrocitos¹⁰, mismas que en vez de mejorar la actividad neuronal a través de la migración, aseguran un ambiente químico adecuado en el cerebro e incrementan la producción de mielina, facilitando la eficiencia de las transmisiones sinápticas (Kolb & Gibb, 2011; Lebel & Beaulieu, 2011).

⁷ Las nuevas células nerviosas no almacenan ni replican información como lo hacen las neuronas en el contexto de aprendizaje, sino que continúan el proceso biológico en las redes donde se integran asegurando eso sí, el aprendizaje de las demás neuronas.

⁸ Este período es de aproximadamente 12 horas.

⁹ Son un tipo de células no neuronales del sistema nervioso que proporcionan soporte, protección y nutrición a las neuronas. Estas células son fundamentales para el funcionamiento eficiente del sistema nervioso y desempeñan otros roles igualmente importantes, tales como la mielinización, la homeostasis, la modulación sináptica, la reparación y regeneración, y la interacción con las neuronas.

¹⁰ Son células que forman la capa de mielina que envuelve y protege los tejidos nerviosos del cerebro y la médula espinal.

Importa señalar que las células madre se localizan, sobre todo, en la zona subgranular del giro dentado del hipocampo, aproximadamente dos semanas antes de su duplicación, y se estima que generan alrededor de decenas de miles de nuevas unidades nerviosas anualmente, lo cual representa casi el 6% del total de la densidad celular del cerebro (Eisch & Petrik, 2012; Kempermann & Gage, 1999). En este proceso, diversos neurotransmisores, como el glutamato y las monoaminas (serotonina, noradrenalina y dopamina) cumplen un papel crucial, aparte de la influencia genética en diferentes regiones y niveles de la regulación, proliferación y diferenciación celular en áreas neurogénicas, aseguran también el desarrollo adecuado de las nuevas células (Altman & Das, 1965; Gould et al., 1999).

Cuando la neurogénesis disminuye su actividad, especialmente en etapas avanzadas del desarrollo, como el envejecimiento, la estructura cerebral recurre a la reserva cognitiva, una capacidad multifactorial que facilita la preservación y mejora de ciertas habilidades del conocimiento. Esto se debe a que las personas mayores experimentan una reducción en su capacidad de aprendizaje debido a la decadencia celular y a los cambios encefálicos propios de la edad o de alguna enfermedad; sin embargo, esta disminución se compensa, en cierta medida, por la experiencia acumulada, lo que les permite manejar estrategias más asertivas sin necesidad de un aprendizaje formal adicional (Hayflick, 1965; Kandel, 2001; Stern, 2009; Valenzuela & Sachdev, 2006).

Para entender mejor el concepto de reserva cognitiva, es útil considerar la analogía propuesta por McCulloch (1949), en la que compara el aprendizaje con imágenes mentales secuenciales que surgen como respuesta a una situación. Estas imágenes se representan en la mente, para facilitar la capacidad de adaptación y optimizando de la eficacia cognitiva. En la analogía original, McCulloch describe este proceso de la siguiente manera:

Podemos utilizar estas perforaciones para recordar, o podemos recorrer la pila de fotografías en el orden en que fueron tomadas y archivadas. Pero, como ocurre con las fotografías que hay que revelar, esta memoria no está disponible inmediatamente después de ser tomada, sino que debe pasar por los procesos de recuerdo y reconocimiento (McCulloch, 1949, p. 494; Traducido y ajustado por el autor).¹¹

Esta afirmación también permite aludir a la semejanza computacional entre la sinapsis (McCulloch, 1949) y la máquina de Turing (1950), pensando en la computación de los aprendizajes, no obstante, una analogía nos ayudará a entender mejor esta idea:

Imaginemos una feria con puestos de “suerte y azar”, donde los premios están distribuidos por vitrinas y se asignan mediante un sistema computacional, o sea, por números que están conectados a argollas a través de hilos, y al jalar varias argollas, suben los números correspondientes al premio que recibirá la persona. De manera similar, en la estructura cerebral, los aprendizajes están segmentados y distribuidos por diferentes

¹¹ We may use these punches for recall, or we may ripple through the stack of shots in the order they were taken and filed. But, as with photographs that have to be developed, this memory is not available immediately after it is shot, but must go through the processes of recall and recognition.

neuronas o redes neuronales (vitricas), y la recuperaci3n del todo de una acci3n, o sea, de la una imagen mental espec3fica, se realiza al activar determinadas unidades psicol3gicas (argollas), anteriormente consolidadas a los cambios morfol3gicos a trav3s del hipocampo (hilos). Estas unidades psicol3gicas trabajan en armon3a para recrear la representaci3n mental de la informaci3n original, de manera an3loga a c3mo el sistema de argollas indica el premio a recibir.

Ahora bien, si la retroalimentaci3n sin3ptica de una sustancia qu3mica puede crear cambios morfol3gicos en las neuronas, permitiendo al cerebro apropiarse de los aprendizajes m3s significativos para el individuo por medio de la consolidaci3n de unidades psicol3gicas; y si la neurog3nesis contribuye a mejorar la actividad funcional de una neurona o red neuronal, asegurando un ambiente qu3mico m3s adecuado para la transmisi3n sin3ptica, entonces se infiere que los aprendizajes adquiridos mediante la interacci3n social act3an como referente mental para el comportamiento. Incluso cuando estos procesos disminuyen su intensidad de acci3n, dichos aprendizajes, acomodados en la reserva cognitiva, continuar3n siendo la mejor opci3n para ajustar y adaptar las conductas del individuo.

4. Unidad neuropsicol3gica de la personalidad

La personalidad es un fen3meno de la psique que la neuropsicolog3a explica mediante patrones de actividad cerebral, los cuales otorgan sentido y coherencia a los aprendizajes adquiridos y a las predisposiciones gen3ticas, por medio de las representaciones mentales que, a su vez, influyen de manera decisiva en la forma en que una persona piensa y act3a. Sobre este tema, parece importante destacar que los primeros estudios fueron realizados por psic3logos muy influyentes en la 3poca, como Kurt Lewin, Gordon Allport, Raymond Cattell, Carl Rogers y Abraham Maslow, quienes definieron la personalidad como un constructo unificado y relativamente estable; no obstante, tambi3n reconocieron que ciertos cambios pueden ocurrir a lo largo del tiempo en consecuencia de eventos significativos, como casarse, establecer relaciones de compromiso, tener hijos, perder a un ser querido, desarrollar una carrera, enfrentar la jubilaci3n o, incluso, en el proceso de envejecimiento (Maslow, 1970; Lewin, 1935; Rogers, 1961).

La b3squeda de fundamentos que respaldaran la teor3a de una personalidad unificada fue una constante entre la mayor3a de estos psic3logos, excepto por Gordon Allport y Raymond Cattell quienes orientaron sus investigaciones hacia un enfoque donde la unificaci3n proporcion3 paso a la identificaci3n de aspectos espec3ficos de la conducta, que m3s tarde ser3an denominados como rasgos de la personalidad. Allport desarroll3 una de las primeras taxonom3as de los rasgos, mientras que Cattell cre3 dos de las pruebas de medici3n de personalidad m3s aplicadas en Europa: el 16 PF (actual 16 PF 5), publicado en 1949, y el CAQ, publicado en 1957. En ese entonces, en el continente americano tambi3n se aplicaban pruebas de rasgos, entre las cuales la m3s popular sigue siendo el MMPI de Starke Hathaway y John C. McKinley, publicado en 1943, cuya finalidad esencial es medir tanto la personalidad como los trastornos mentales (Hathaway & McKinley, 1943).

Una de las primeras teorías modernas sobre los rasgos de la personalidad fue desarrollada en la década de 1940 por Katharine Cook Briggs y su hija Isabel Briggs Myers; el enfoque quedó conocido como: *Myers-Briggs Type Indicator* (MBTI), fue formalmente publicado en 1943 y se consolidó en las décadas de 1960 y 1970 a través de la publicación de manuales y materiales educativos lo que popularizaron su uso (Myers & Myers, 1995). Una década después, en 1980, Paul Costa y Robert McCrae desarrollaron el modelo de los Cinco Grandes Factores (Big Five Factor, nominación original en inglés), que fue publicado y ampliamente aceptado en 1985. Este modelo se basó en estudios empíricos, principalmente análisis factoriales, que identificaron cinco dimensiones de la personalidad con una cierta estabilidad, convirtiéndolo en una herramienta bastante utilizada en la práctica clínica, puesto que dichos factores subyacen a las descripciones más comunes de la personalidad (Costa & McCrae, 1992; McCrae & Costa, 1997, 2008).

Importa mencionar que la American Psychiatric Association siguió de cerca el desarrollo de estas teorías sobre la personalidad, incorporándolas en las distintas ediciones del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM). En el DSM-I (1952) y el DSM-II (1968), los trastornos de la personalidad se describieron de manera general y sin un enfoque específico. Con el DSM-III (1980) y el DSM-III-R (1987), se introdujo una clasificación más detallada con criterios diagnósticos, aunque bajo un enfoque categórico que se consolidó en el DSM-IV (1994) y en su versión revisada, el DSM-IV-TR (2000); y no fue hasta la publicación del DSM-5 (2013) cuando se incorporó el modelo del Big Five Factor como la teoría preferente para la clasificación de los trastornos de personalidad, reconociendo la necesidad de un enfoque dimensional; sin embargo, esta última edición también incluyó el Modelo Alternativo para los Trastornos de la Personalidad (AMPD), que integra tanto el enfoque categórico como uno dimensional más moderno (Costa & McCrae, 1992; McCrae & Costa, 1997, 2008).

Una vez que la personalidad es un fenómeno de estudio en psicología, resulta preferible abordar sus aspectos neurológicos, conductuales y de representación mental desde la neuropsicología, dado que esta disciplina comparte con la psicología clínica un interés común en la relación entre estructura cerebral y comportamiento. La neuropsicología tiene sus raíces en los estudios de Paul Broca y Carl Wernicke, realizados en la segunda mitad del siglo XIX, donde relacionaron áreas específicas del cerebro con la articulación y comprensión del lenguaje, respectivamente (Broca, 1861; Wernicke, 1874). Además, la neuropsicología se fortaleció con las aportaciones de varios investigadores de la reflexología rusa, como fue Vladimir Bekhterev, quien propuso la teoría de los reflejos asociados; Iván Pávlov, con el condicionamiento clásico; y Alexander Luria, quien describió cómo el cerebro mediatiza los procesos psicológicos complejos; aunque con el tiempo, la neuropsicología evolucionó hacia un enfoque que integró elementos de la psicología cultural-histórica (Bekhterev, 1907; Luria, 1973; Pávlov, 1927).

Lev Vygotsky, fundador de la psicología cultural-histórica, centró sus estudios en dos áreas fundamentales de la psicología: el pensamiento y el lenguaje; y aunque no se dedicó exclusivamente al estudio de la personalidad, sus análisis contribuyeron significativamente a este campo. Entre los muchos ejemplos encontrados, se destaca la relación entre el habla

privada o interna con la autorregulación, que sugiere que el individuo realiza procesos de metacognición y reflexión sobre su propia conducta; la mediación simbólica por medio del lenguaje que revela la valía de las herramientas culturales para la configuración del pensamiento y la personalidad individual; y su concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), que se refiere al potencial de mejora que la persona puede alcanzar con la orientación adecuada, demostrando cómo la interacción cultural supone un papel primordial en la formación y evolución de la personalidad (Vygotsky, 1978, 1987, 2012).

Tras el temprano fallecimiento de Vygotsky a los 37 años, fue Luria, su seguidor y colaborador, quien se encargó de dar continuidad a su legado, pero ahora bajo un enfoque integral de la neuropsicología. Antes que nada, postuló que las funciones mentales son el resultado de la actividad integrada de diferentes áreas del cerebro, basándose en un sistema jerárquico y funcional donde distintas regiones colaboran para sustentar la cognición y el comportamiento, o sea, identificó tres grandes sistemas funcionales en el cerebro: el sistema de regulación y control de la actividad mental, el sistema de recepción y procesamiento de la información, y el sistema de planificación y ejecución de actividades (Luria, 1966). Posteriormente, enfatizó la importancia del lenguaje para la regulación del pensamiento y la conducta, pero desde la comunicación verbal externa y realizando una serie de estudios de casos clínicos donde observó que las lesiones en ciertas áreas del cerebro podían llevar a cambios en la conducta y en la personalidad (Luria, 1973, 1980).

Inclusive, más tarde, se publicó una serie de estudios realizados por Vygotsky y Luria en una obra titulada: *Estudos sobre História do Comportamento: O Macaco, o Primitivo e a Criança*, donde ambos indagaron sobre los aprendizajes heredados y adquiridos a través de los mecanismos cerebrales y cognitivos:

El supuesto inicial es que cualquier exposición adecuada sobre el comportamiento debe basarse en el análisis genético. Hoy en día, la expresión (...) se aplica casi exclusivamente al ámbito genético de la ontogénesis y, (...) más estrictamente a los períodos de la infancia y la adolescencia. En nuestros experimentos, pudimos verificar que el desarrollo de la memoria en un niño está principalmente vinculado a (...) recursos psicológicos auxiliares, a la capacidad de controlar asociaciones e imágenes individuales, así como al aprendizaje de cómo utilizarlas funcionalmente con el fin de recordar (Vygotsky & Luria, 1996, p.190; Traducido y ajustado por el autor).¹²

Cabe destacar que los estudios realizados sobre la relación entre el cerebro, la mente y la personalidad no se limitaron a los investigadores de la reflexología rusa; otras figuras prominentes también hicieron contribuciones significativas, como Wolfgang Köhler, a través de sus experimentos con simios en Tenerife, Islas Canarias, quien investigó la

¹² O pressuposto inicial deles é o de que qualquer exposição adequada a respeito do comportamento deve basear-se na análise genética. Hoje em dia, a expressão psicologia do desenvolvimento aplica-se quase que exclusivamente ao domínio genético da ontogênese e, tipicamente, ainda mais estritamente aos períodos da infância e da adolescência (Vygotsky & Luria, 1996, p.10). Em nossos experimentos, tivemos condições de verificar que o desenvolvimento da memória de uma criança está vinculado primordialmente a esses recursos psicológicos auxiliares, à obtenção de controle sobre associações e imagens individuais, bem como à aprendizagem de como utilizá-los funcionalmente para fins de lembrar.

resolución de problemas mediante el *insight* o la percepción repentina. Su trabajo demostró que la experiencia no se organiza simplemente sumando partes, sino de manera holística, sugiriendo que los rasgos de la personalidad ofrecen una visión más completa sobre cómo abordar y resolver problemas (Köhler, 1925). Antes de Köhler, Edward Thorndike, conocido por su caja-problema y su teoría del efecto, ya había influido de manera notable para la comprensión de cómo las experiencias y las consecuencias de las acciones afectan el aprendizaje y la conducta (Thorndike, 1911).

No cabe duda de que Thorndike fue una gran inspiración para otro destacado conductista, B.F. Skinner, conocido por la caja de Skinner y por desarrollar la teoría del condicionamiento operante. Esta teoría se centra en cómo las consecuencias de una conducta, sean refuerzos o castigos, influyen en la probabilidad de que esa conducta se repita (Skinner, 1938). Parece crucial destacar que las investigaciones anteriores a la Segunda Guerra Mundial se centraban principalmente en el cerebro y la conducta, y aunque la mente se consideraba más abstracta, se asumía que estaba de alguna manera relacionada con estos procesos. Durante la Segunda Guerra Mundial, se intensificaron las investigaciones sobre lesiones cerebrales y su impacto en la conducta, lo que impulsó el desarrollo de la neuropsicología clínica, siendo que la rehabilitación de soldados con lesiones cerebrales promovió un mayor interés en estudiar la relación entre las representaciones mentales y el comportamiento.

Durante la década de 1960 y hasta la de 1980, la psicología desarrolló una serie de experimentos sociales basados en la conducta, como por ejemplo, el trabajo de Stanley Milgram en la Universidad de Yale, descrito en un artículo publicado en 1963 sobre la obediencia ciega a la autoridad (Milgram, 1974). Casi en simultáneo, Walter Mischel en la Universidad de Stanford llevó a cabo el experimento del bombón, que buscaba verificar la relación entre la conducta impulsiva y el autocontrol en niños en edad preescolar, mediante la capacidad de aplazar una gratificación inmediata por un beneficio a largo plazo (Mischel, 1970). En 1971, Philip Zimbardo protagonizó el experimento de la prisión de Stanford, explorando la relación entre los roles sociales y el mal, y su diario de campo se publicó como el *Efecto Lucifer* (Zimbardo, 2007); y Nils Bejerot, tras una situación real de secuestro en 1973, acuñó el término *Síndrome de Estocolmo* para describir la conducta de *empatía* adaptativa que se desarrolló en las víctimas hacia los secuestradores (Rizo-Martínez, 2018).

Durante las décadas de 1960 y 1970, se desarrollaron técnicas de imagen claves para el estudio del cerebro, como la tomografía computarizada (TC), seguida por la resonancia magnética (RM) aproximadamente diez años después; ambas técnicas permitieron una observación más detallada del cerebro aunque demasiado estática y momentánea. Sin embargo, observar la relación entre las redes neuronales y su funcionalidad no fue posible hasta la aparición de la tomografía por emisión de positrones (PET) y la resonancia magnética funcional (RMf) en los años 80. Estas técnicas innovadoras implicaban altos costos para la investigación, especialmente en estudios experimentales que requerían una considerable cantidad de participantes y evaluaciones con herramientas consistentes. Por lo tanto, solo a partir del año 2000 los avances en tecnologías de imagen permitieron a los

neuropsicólogos obtener una comprensión más precisa de la relación entre el cerebro y el comportamiento.

En el año 2000, en Londres, Eleanor Maguire y seis investigadores del Instituto de Neurología de University College London llevaron a cabo un estudio titulado: *Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers*. En esta investigación, los científicos exploraron la posibilidad de cambios morfológicos en el cerebro de los taxistas londinenses, específicamente en el hipocampo, debido a su extensa experiencia en navegación espacial. El estudio reveló que estos profesionales del transporte quienes tenían que memorizar complejas rutas debido al sentido de las calles, exhibían un aumento en el volumen del hipocampo¹³ posterior lo que sugiere que las experiencias prolongadas y las demandas cognitivas específicas pueden inducir cambios en la estructura del cerebro, ofreciendo una valiosa perspectiva sobre la plasticidad cerebral (Maguire et al., 2000).

Con respecto a los cambios en los rasgos de personalidad, destacamos dos investigaciones muy relevantes, la primera es el estudio *The Big Five and Brain Structure*, publicado en la *Nature Neuroscience* en 2010 (aunque se basa en datos recopilados en 2003). Este estudio utilizó la RMf para demostrar que la extraversión y el neuroticismo están asociados con variaciones en regiones cerebrales específicas, como la corteza prefrontal y la amígdala (DeYoung et al., 2010). Otro estudio similar se publicó en el 2009, titulado: *Neural Correlates of Extraversion and Neuroticism*, y que también empleó RMf, verificando que la extraversión se asocia con una mayor activación en áreas relacionadas con el sistema de recompensa, mientras que el neuroticismo está vinculado a una mayor activación en regiones involucradas en la respuesta al estrés y la amenaza, o sea, a la lucha o huida (Canli et al., 2009).

En el 2016, estas líneas de investigación culminaron en un estudio titulado *Emotional Stability and Gray Matter Volume*, que asoció la estabilidad emocional (es decir, el neuroticismo) con cambios en el volumen de la materia gris en el cerebro, encontrando que dicho cambio se manifestaba preferentemente en personas con mayor estabilidad emocional (Holmes et al., 2016). Resulta interesante señalar que, al contrario de lo presentado en apartados anteriores, donde los autores primero se enfocaron en la acción eléctrica y después en la acción química de la sinapsis, en el estudio de la personalidad los hechos se invirtieron; o tal vez, por inercia, se continuó con los trabajos que incidían en los cambios morfológicos por aprendizaje adquirido, o quizás fue debido a los avances tecnológicos de hoy en día, que permiten investigar la conducta y la representación mental bajo la premisa del material genético (Kandel, 2001; Pascual-Leone, Amedi, Fregni & Merabet, 2005).

En este sentido, el artículo *Heritability of Personality*, publicado en el 2017 con la participación de gemelos de diferentes edades y orígenes geográficos, constató que la personalidad tiene una base genética considerable, e independiente a la influencia del entorno (Kandler et al., 2017); un año después, el artículo *The Genetics of Human*

¹³ Cuando se dice que estos taxistas presentaron un aumento en el volumen del hipocampo, realmente se están refiriendo a un aumento en el número de neuronas (densidad) y, o de conexiones neuronales (organización del tejido); no existe un aumento literal de una estructura.

Personality, basado en estudios de asociación de genoma completo (GWAS), reveló que la genética desempeña un papel significativo en la personalidad, siendo que este puede estar influenciado por ciertos factores ambientales (Sanchez-Roige et al., 2018); y más actual, tenemos el estudio: *The five factor model of personality and heritability*, que proporciona evidencia adicional sobre la interacción de los factores genéticos y ambientales con respecto a la construcción y eficacia de los rasgos de la personalidad (Weinschenk et al., 2022).

Así, podemos afirmar que la sinapsis completa integra la acción eléctrica con la acción química, estableciendo una correspondencia entre el material heredado y el aprendizaje adquirido; por lo tanto, entendemos que la personalidad se refiere a la organización dinámica de las características internas del individuo:

(...) el carácter, producto del aprendizaje social, constructo del ambiente, de la cultura, de la familia y de los amigos; y el temperamento, producto de la predisposición genética (Da Silva, 2017, p. 93-94).

Conforme se puede verificar, estas características de la personalidad determinan los ajustes únicos de una persona al entorno y permiten predecir su comportamiento en situaciones dadas. Este fenómeno se manifiesta a través de patrones de conducta o rasgos de personalidad, los cuales se clasifican como dimensiones de las diferencias individuales, reflejando una idiosincrasia personal que es cambiante y se ajusta a las necesidades del entorno (Allport, 1961; Cattell, 1970; Eysenck, 1967; McCrae & Costa, 1997).

Conclusiones

Sobre la primera premisa del argumento filosófico, se sustenta que la acción eléctrica es esencial para la manifestación del material genético, esto a través de la excitación de las mitocondrias y del núcleo celular, lo que no solo asegura el correcto funcionamiento biológico de los órganos y detalla los atributos físicos de la persona, sino que también impacta en su forma de ser y estar. De este modo, se constata que el ADN aporta a la construcción de representaciones mentales que buscan planificar o adaptar respuestas conductuales ante un nuevo problema, así como a una situación inesperada o atípica, para la cual no se cuenta con una resolución previa. Entonces, importa señalar que la acción del material genético, por medio del temperamento, modela una representación mental innata, un tipo de instinto codificado en el ADN que, además de representar una variación estimada entre el 20% y el 60% del patrón conductual, también influye en la expresión del fenotipo, mismo que expone la esencia de quiénes somos en cada situación de aprendizaje o acción realizadas en el entorno social u en la vida privada del sujeto.

En cuanto a la segunda premisa, se sostiene que la acción química desempeña un papel crucial en el aprendizaje adquirido, por un lado, porque el proceso se basa en la retroalimentación celular continua, lo cual provoca cambios morfológicos en la neurona, como sea la formación de protuberancias y, o el aumento de la densidad dendrítica; y por otro lado, puesto que este aprendizaje debe ser consolidado por el hipocampo para asegurar que la información quede correctamente codificada y almacenada, permitiendo su rápida recuperación y representación mental, siempre y cuando sea necesario. Siendo así, podemos afirmar que existe una interacción constante, pero no dicotómica, entre el aprendizaje

adquirido y la consolidación de unidades psicológicas, generando representaciones mentales dirigidas a la expresión e incluso al desarrollo de los rasgos de la personalidad, los cuales definen y organizan respuestas conductuales orientadas a la solución de problemas y a la adaptación del individuo a situaciones nuevas y cotidianas.

No obstante, es importante señalar que los aprendizajes adquiridos, es decir, que los cambios morfológicos en las neuronas pueden producirse tanto por el interés en un determinado tema —por una preferencia interna o externa que tenga el sujeto respecto a algo— como por *insight* o percepción repentina (Köhler), consecuencia de las acciones (Thorndike), refuerzos y castigos (Skinner), condicionamiento (Pávlov), adaptación mediante roles sociales (Milgram y Zimbardo), por necesidad (Eleanor Maguire) o por empatía y miedo (Nils Bejerot). Inclusive podemos tomar el termino empatía y explicarlo como un aprendizaje suficiente y necesario, sino veamos, los psicólogos y psicoterapeutas la utilizan para entender, sin crear juicios de valor, los traumas y afectaciones mentales de sus pacientes; los psicópatas para mostrar un remordimiento que en realidad no tienen; y las victimas para intentar sobrevivir a un evento que pone en riesgo su vida, aunque después, es la empatía misma que fundamenta actos de violencia entre parejas y personas cercanas.

Retomando el argumento filosófico y dado que las premisas se fundamentan en conceptos válidos, podemos acervar, mediante el razonamiento inductivo, que la conclusión es verdadera. En efecto, la transmisión sináptica influye en la formación y estabilidad de los rasgos de personalidad a través de lo que denominamos unidades neuropsicológicas de la personalidad, un fenómeno cognitivo que se presenta bajo la forma de una matriz de gestión de datos, similar a un sistema de *Big Data*, cuya accesibilidad es constante. Por ello, la representación mental de la solución a un problema se configura como un conjunto de respuestas adaptativas que facilitan la elección de la acción más adecuada, siempre respetando la esencia del individuo; es decir, sin perder de vista quién es, de dónde proviene y qué espera obtener de sus interacciones con el mundo y con los demás.

En conclusión, se puede afirmar que, tal como propone el conexionismo, las redes de unidades simples (redes neuronales) son capaces de aprender, generalizar y modificar el comportamiento humano en función de la experiencia, imitando, en cierta medida, lo que se cree que es el funcionamiento cerebral. Esta perspectiva se alinea con la interacción entre el material genético y el aprendizaje cognitivo, tanto adquirido como consolidado, así como lo plantea y explica la NpCRM en relación con el desarrollo de la capacidad del individuo para generar conductas y patrones conductuales a partir de modelos vinculados al sistema nervioso.

La relación más significativa entre el conexionismo y la neuropsicología se manifiesta en el aprendizaje, la potencialidad y la plasticidad, además de que ambos enfoques fundamentan sus teorías en la explicación de casos clínicos que presentan trastornos cognitivos. En lo que respecta al material heredado, tanto el conexionismo como la neuropsicología coinciden en la importancia de integrar la genética en las representaciones mentales, dado que esta no solo imprime una firma genética única en las decisiones, aprendizajes y conductas de cada individuo, sino que también determina la estructura inicial

del cerebro y la manera en que las redes neuronales se desarrollan y adaptan a lo largo de la vida.

Otro aspecto importante que destacar es que tanto el conexionismo como la neuropsicología desafían la visión tradicional que separa la mente del cerebro, enfatizando en cambio la interacción entre los procesos psicológicos y la actividad neurológica. En este contexto, la mente consolida, representa y computa la ejecución de procesos cognitivos y metacognitivos a través de la acción neuropsicológica; por lo tanto, la neuropsicología se presenta como el conocimiento psicológico que aborda la idea filosófica del conexionismo, fundamentándose en la acción representacional asociada a los procesos neurológicos que se manifiestan en la mente humana; y aun cuando la mente puede ser un fenómeno tan abstracto como la psique, al menos desde la perspectiva del estructuralismo, es innegable que ambas abstracciones son igualmente efectivas y eficaces en su funcionalidad.

Por último, podemos afirmar que, de manera similar a cómo la epigenética se centra en los factores externos que influyen en la expresión de los genes, lo que a su vez puede impactar indirectamente en la personalidad y la conducta, la NpCRM se enfoca en cómo las unidades neuropsicológicas de la personalidad, a través de la consolidación de aprendizajes adquiridos (experiencias de vida y estímulos del entorno) y del patrimonio genético heredado (predisposiciones y bases biológicas), forman la representación mental; siendo que dicha representación, no dicotómica, asegura tanto el buen funcionamiento como la adaptabilidad de los rasgos de personalidad. Por lo tanto, es inevitable reconocer que ambos enfoques se complementan: el primero desde los mecanismos que regulan la expresión de los genes sin modificar la secuencia del ADN y el segundo, desde el fenotipo que surge de la relación natural que une la neurología a la psicología, o sea, la neuropsicología.

Referencias Bibliográficas

- Allport, G. W. (1961). *Pattern and Growth in Personality*. Holt, Rinehart & Winston. ISBN: 978-0039-100-59-5.
- Altman, J., & Das, G. D. (1965). Autoradiographic and histological evidence of postnatal hippocampal neurogenesis in rats. *Journal of Comparative Neurology*, 124(3): 319-335. <https://doi.org/10.1002/cne.901240303>
- Averill, J. R. (1982). *Anger and aggression: An essay on emotion*. Springer-Verlag. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5743-1>
- Bekhterev, V. M. (1907). *General Principles of Human Reflexology*. Rusia: Progress Publishers. ISBN: 978-1-5974-052-0-1.
- Berridge, K. C., & Kringelbach, M. L. (2015). Pleasure systems in the brain. *Neuron*, 86(3): 646-664. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.02.018>
- Bock, O. (2013). Cajal, Golgi, Nansen, Schäfer and the neuron doctrine. *Endeavour*, 37(4): 228-34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2013.06.006>
- Bouchard, T. J., Lykken, D. T., McGue, M., Segal, N. L., & Tellegen, A. (1990). Sources of human psychological differences: The Minnesota Study of Twins Reared Apart. *Science*, 250(4978): 223-228. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.2218526>
- Broca, P. (1861). Remarques sur le siège de la faculté du langage articulé, suivies d'une observation d'aphémie (perte de la parole). *Bulletins de la Société Anatomique de Paris*, 6(24): 330-357.
- Brunello, N., Mendlewicz, J., Kasper, S., Leonard, B., Montgomery, S., Nelson, J., Paykel, E., Versiani, M., & Racagni, G. (2002). The role of noradrenaline and selective noradrenaline reuptake inhibition in depression. *European Neuropsychopharmacology*, 12(5): 461-75. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0924-977X\(02\)00057-3](https://doi.org/10.1016/S0924-977X(02)00057-3)
- Canli, T., Congdon, E., Todd Constable, R., & Lesch, K. P. (2009). Neural Correlates of Extraversion and Neuroticism: A Structural and Functional MRI Study. *Brain Structure and Function*, 213(6), 625-633. <https://doi.org/10.1007/s00429-009-0229-1>
- Castillo-Salazar, V. L. & Campozano-Castillo, P. R. (2020). Estudio del ADN: una revelación personal del ser humano. *Polo del Conocimiento* 5(2): 316-332. DOI: <https://doi.org/10.23857/pc.v5i2.1271>
- Caspi, A., McClay, J., Moffitt, T. E., Mill, J., Martin, J., Craig, I. W., Taylor, A., & Poulton, R. (2002). Role of genotype in the cycle of violence in maltreated children. *Science*, 297(5582), 851-854. <https://doi.org/10.1126/science.1072290>
- Citri, A., & Malenka, R. C. (2008). Synaptic plasticity: multiple forms, functions, and mechanisms. *Neuropsychopharmacology*, 33(1): 18-41. <https://doi.org/10.1038/sj.npp.1301559>
- Cattell, R. B. (1970). *Personality: A Systematic, Theoretical, and Factual Study*. McGraw-Hill. ISBN: 978-0070-102-02-3.
- Churchland, P. S. (1989). *Neurophilosophy: Toward a Unified Science of the Mind*. Massachusetts: MIT Press. ISBN 10: 026-253-085-6.
- Churchland, P. S. (1994). *The Engine of Reason, The Seat of the Soul: A Philosophical Journey into the Brain*. Cambridge, MA: MIT Press. ISBN: 978-026-2133-66-4.
- Churchland, P. S., & Sejnowski, T. J. (1992). *The Computational Brain*. Cambridge, MA: MIT Press. ISBN: 978-0262,232,02,3.
- Costa, P. T., & McCrae, R. R. (1992). *Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI) professional manual*. Psychological Assessment Resources. ISBN: 978-0911-907-27-8.
- Da Silva, C. Y. R. (2017). *Envejecimiento: Evaluación e intervención psicológica*. México: Editorial el Manual Moderno. ISBN: 978-607-448-664-5.

- DeYoung, C. G., Hirsh, J. B., Shane, M. S., Papademetris, X., Rajeevan, N., & Gray, J. R. (2010). Testing Predictions from Personality Neuroscience: Brain Structure and the Big Five. *Psychological Science*, 21(6), 820-828. <https://doi.org/10.1177/0956797610370159>
- Dudai, Y. (2004). The neurobiology of consolidations, or, how stable is the engram? *Annual Review of Psychology*, 55(1): 51-86. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.142050>
- Duque-Parra, J. E. D., Morales-Parra, G. M., & Parra, C. A. D. (1997). La sinapsis. *Revista de Medicina*, 19(2): 41-48. Número 46. ISSN: 0120-5498.
- Eccles, J. (1965). The Synapse. *Scientific American*, 212(1): 56-69. DOI: <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0165-56>
- Eichenbaum, H. (2004). Hippocampus: Cognitive processes and neural representations that underlie declarative memory. *Neuron*, 44(1): 109-120. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.08.028>
- Eisch, A. J., & Petrik, D. (2012). Depression and hippocampal neurogenesis: A road to remission? *Science*, 338(6103): 72-75. <https://doi.org/10.1126/science.1222941>
- Eriksson, P. S., Perfilieva, E., Björk-Eriksson, T., Alborn, A. M., Nordborg, C., Peterson, D. A., & Gage, F. H. (1998). Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nature Medicine*, 4(11): 1313-1317. <https://doi.org/10.1038/3305>
- Eysenck, H. J. (1967). *The Biological Basis of Personality*. EUA: Charles C. Thomas Publisher. ISBN: 978-0398-0000-5-7.
- Feldman, D. E. (2012). The spike-timing dependence of plasticity. *Neuron*, 75(4): 556-571. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.08.001>
- Frankland, P. W., & Bontempi, B. (2005). The organization of recent and remote memories. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(2), 119-130. <https://doi.org/10.1038/nrn1607>
- Furshpan, E. J., & Potter, D. D. (1959). Transmission at the giant motor synapses of the crayfish. *The Journal of physiology*, 145(2): 289-325. DOI: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1959.sp006143>
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R., & Mangun, G. R. (2018). *Cognitive neuroscience: The biology of the mind*. W.W. Norton & Company. ISBN: 978-0-393-69707-0.
- Gould, E., Beylin, A., Tanapat, P., Reeves, A., & Shors, T. J. (1999). Learning enhances adult neurogenesis in the hippocampal formation. *Nature Neuroscience*, 2(3): 260-265. <https://doi.org/10.1038/6365>
- Harris, A. H. S., & Williams, M. J. (2018). The neuroanatomy of anger and aggression: A review of the literature. *Journal of Neuropsychology*, 12(1): 25-44. DOI: <https://doi.org/10.1111/ejn.15537>
- Hathaway, S. R., & McKinley, J. C. (1943). *Minnesota Multiphasic Personality Inventory*. University of Minnesota Press.
- Hayflick, L. (1965). The limited in vitro lifetime of human diploid cell strains. *Experimental Cell Research*, 37(3): 614-636. [https://doi.org/10.1016/0014-4827\(65\)90211-9](https://doi.org/10.1016/0014-4827(65)90211-9)
- Holmes, A. J., Lee, P. H., Hollinshead, M. O., Bakst, L., Roffman, J. L., Smoller, J. W., & Buckner, R. L. (2016). Individual differences in emotional reactivity are associated with corticolimbic gray matter volume. *Biological Psychiatry*, 80(5), 352-362. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2015.12.010>
- Holtmaat, A., & Svoboda, K. (2009). Experience-dependent structural synaptic plasticity in the mammalian brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(9): 647-658. <https://doi.org/10.1038/nrn2699>
- Huttenlocher, P. R., & Dabholkar, A. S. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *Journal of Comparative Neurology*, 387(2): 167-178. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9861\(19971020\)387:2<167:AID-CNE1>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9861(19971020)387:2<167:AID-CNE1>3.0.CO;2-Z)

- Kappel, D., Habenschuss, S., Legenstein, R., & Maass, W. (2015). Homeostatic plasticity stabilizes learning in spiking neural networks. *Journal of Neuroscience*, 35(46): 15743-15751. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2681-15.2015>
- Kandel, E. R. (2001). The molecular biology of memory storage: a dialogue between genes and synapses. *Science*, 294(5544): 1030-1038. <https://doi.org/10.1126/science.1067020>
- Kandler, C., Riemann, R., Angleitner, A., & Spinath, F. M. (2017). Heritability of Personality: A Study of Twin Pairs at Different Ages. *Journal of Personality and Social Psychology*, 112(1): 142-155. DOI: <https://doi.org/10.1037/pspp0000072>
- Kempermann, G., & Gage, F. H. (1999). New nerve cells for the adult brain. *Scientific American*, 280(5), 48-53. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0599-48>
- Köhler, W. (1925). *The Mentality of Apes*. EUA: Harcourt Trade Publishers. ISBN: 978-1169-854-77-6.
- Kolb, B., & Gibb, R. (2011). Brain Plasticity and Behavior. *Annual Review of Psychology*, 60(1): 453-487. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.60.110707.163625>
- Kuhn, H. G., Dickinson-Anson, H., & Gage, F. H. (1996). Neurogenesis in the dentate gyrus of the adult rat: age-related decrease of neuronal progenitor proliferation. *The Journal of Neuroscience*, 16(6): 2027-2033. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.16-06-02027.1996>
- Lebel, C., & Beaulieu, C. (2011). Longitudinal development of human brain wiring continues from childhood into adulthood. *Journal of Neuroscience*, 31(30): 10937-10947. DOI: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5302-10.2011>
- LeDoux, J. E. (2012). Rethinking the emotional brain. *Neuron*, 73(4): 653-676. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.02.004>
- Luria, A.R. (1966). *Higher Cortical Functions in Man*. New York: Basic Books.
- Luria, A. R. (1973). *The Working Brain: An Introduction to Neuropsychology*. Reino Unido: Penguin Books. ISBN: 978-0-1401-363-4-2.
- Luria, A. R. (1980). *Mind of a Mnemonist: A Little Book about a Vast Memory*. EUA: Harvard University Press. ISBN: 978-0-6745-762-2-3.
- Maguire, E. A., Gadian, D. G., Johnsrude, I. S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R. S. J., & Frith, C. D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(8), 4398-4403. <https://doi.org/10.1073/pnas.070039597>
- Martin, S. J., Grimwood, P. D., & Morris, R. G. (2000). Synaptic plasticity and memory: An evaluation of the hypothesis. *Annual Review of Neuroscience*, 23(1): 649-711. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.23.1.649>
- Maslow, A. H. (1970). *Motivation and Personality*. Harper & Row. ISBN: 978-0060-419-87-5.
- Mayford, M., Siegelbaum, S. A., & Kandel, E. R. (2012). Synapses and memory storage. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 4(6): a005751. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a005751>
- McCrae, R. R., & Costa, P. T. (2008). *The Five-Factor Theory of Personality*. In O. P. John, R. W. Robins, & L. A. Pervin (Eds.), *Handbook of Personality: Theory and Research* (3rd ed., pp. 159-181). Guilford Press. ISBN: 978-1606-236-12-3.
- McCrae, R. R., & Costa, P. T. (1997). Personality trait structure as a human universal. *American Psychologist*, 52(5), 509-516. DOI: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.52.5.509>
- McCulloch Warren S. (1949). The Brain Computing Machine. *Electrical Engineering*, 68(6): 492-497. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/EE.1949.6444817>
- McCulloch, W. & W. Pitts. (1943). A Logical Calculus of the Ideas inmanentes a la actividad nerviosa. *Boletín de Biofísica Matemática*, 7: 115-133. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02478259>
- Milgram S. (1974). *Obedience to authority: An experimental view*. New York: Harper & Row.
- Mischel, W., Ebbesen E. B. (1970). Attention in delay of Gratification. *Journal of Personality and Social Psychology*, 16(2): 329-337.

- Myers, I. B., & Myers, P. B. (1995). *Gifts Differing: Understanding Personality Type*. Mountain View, CA: Davies-Black Publishing. ISBN: 978-0891-060-74-1.
- Pascual-Leone, A., Amedi, A., Fregni, F., & Merabet, L. B. (2005). The plastic human brain cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 28: 377-401. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144216>
- Pávlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*. Reino Unido: Oxford University Press. ISBN: 978-0-4866-01072.
- Phelps, E. A., & LeDoux, J. E. (2005). Contribution of the amygdala to emotion processing: From animal models to human behavior. *Neuron*, 48(2): 175-187. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2005.09.025>
- Pitts, W. (1942). The linear theory of neuron networks: The static problem. *Bulletin of mathematical biophysics*, 4: 169-175. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02478112>
- Pitts, W. (1943). The linear theory of neuron networks: The dynamic problem. *Bulletin of mathematical biophysics*, 5: 23-31. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02478116>
- Pitts, W. (1943). A general theory of learning and conditioning - part I. *Psychometrika*, 8(1): 2-17. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02288680>
- Plomin, R., DeFries, J. C., Knopik, V. S., & Neiderhiser, J. M. (2013). *Behavioral Genetics* (6th ed.). Worth Publishers. ISBN: 142-92-4215-9.
- Rivière, A. (1991). Orígenes históricos de la psicología cognitiva: paradigma simbólico y procesamiento de la información. *Anuario de Psicología*, 51: 129-155.
- Rizo-Martínez, L. E. (2018). El síndrome de Estocolmo: una revisión sistemática. *Clinica & Salud*, 29(2): 81-88.
- Rogers, C. R. (1961). *On Becoming a Person: A Therapist's View of Psychotherapy*. Houghton Mifflin. ISBN: 978-0395-081-34-3.
- Rosales-Reynoso, M. A., Ochoa-Hernández, A. B., Juárez-Vázquez, C. I., & Barros-Núñez, P. (2016). Mecanismos epigenéticos en el desarrollo de la memoria y su implicación en algunas enfermedades neurológicas. *Neurología*, 31(9): 628-638. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2014.02.004>
- Sanabria-Castro, A., Alvarado-Echevarría, I., & Monge-Bonilla, C. (2017). Neurotransmisión Colinérgica Central: Aspectos Moleculares. *Revista Mexicana de Neurociencias*, 18(2): 76-87. ISSN: 1665-5044.
- Sanchez-Roige, S., Gray, J. C., MacKillop, J. K., Chen, C.-H., & Palmer, A. A. (2018). The genetics of human personality. *Behavior Genetics*, 48(5), 433-444. <https://doi.org/10.1007/s10519-018-9908-2>
- Schultz, W. (2015). Neuronal Reward and Decision Signals: From Theories to Data. *Physiological Reviews*, 95(3): 853-951. DOI: <https://doi.org/10.1152/physrev.00023.2014>
- Segal, N. L. (2012). *Born Together - Reared Apart: The Landmark Minnesota Twin Study*. Harvard University Press. DOI: <https://doi.org/10.1002/jhbs.21612>
- Silva, H. (2017). Psicofarmacología y patología médica. *Revista Médica Clínica Los Condes*, 28(6): 830-834. ISSN: 0716-8640.
- Skinner, B. F. (1938). *The Behavior of Organisms: An Experimental Analysis*. EUA: Appleton-Century-Crofts, Inc. ISBN: 978-0872-2054-9-0.
- Smolensky, P. (1988). On the Proper Treatment of Connectionism. *Behavioral and Brain Sciences*, 11: 1-74.
- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47(10): 2015-2028. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004>
- Thorndike, E. L. (1911). *Animal Intelligence: An Experimental Study of the Associative Processes in Animals*. EUA: Macmillan Publishers Macmillan. ISBN: 978-036-8687-95-1.

- Turing, A. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59: 434-460. DOI: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
- Turrigiano, G. G. (2012). Homeostatic synaptic plasticity: local and global mechanisms for stabilizing neuronal function. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 4(1): a005736. DOI: <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a005736>
- Valenzuela, M. J., & Sachdev, P. (2006). Brain reserve and cognitive decline: a non-parametric systematic review. *Psychological Medicine*, 36(8): 1065-1073. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0033291706007744>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. DOI: <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Vygotsky, L. S. (2012). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press. ISBN: 978-0-262-51771-3.
- Vygotsky, L. S. (1987). *The Collected Works of L.S. Vygotsky: Volume 1: Problems of General Psychology*. New York: Plenum Press Corporation. ISBN: 0-306-42441-X.
- Vygotsky, L. S., & Luria, A. R. (1996). *Estudos sobre história do comportamento: o macaco, o primitivo e a criança*. Brasil: Porto Alegre. ISBN: 85-7307-160-5.
- Weinschenk, A., Rasmussen, S. H. R., Christensen, K., Dawes, C., & Klemmensen, R. (2022). The five factor model of personality and heritability: Evidence from Denmark. *Personality and Individual Differences*, 192: 1-3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.paid.2022.111605>
- Wernicke, C. (1874). *Der aphasische Symptomencomplex: Eine psychologische Studie auf anatomischer Basis*. Alemania: Cohn & Weigert.
- Zimbardo, P. (2007). *The Lucifer effect: Understanding how good people turn evil*. New York, NY, US: Random House.



REVISTA DE FILOSOFÍA

Nº 112 - 2025 - 2 ABRIL - JUNIO

Esta revista fue editada en formato digital y publicada en JUNIO de 2025

por el Fondo Editorial Serbiluz, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela

**www.luz.edu.ve www.serbi.luz.edu.ve
www.produccioncientificaluz.org**