

**La Complejidad del Pensamiento Crítico  
y su Relación con la Neurociencia**

**The Complexity of Critical Thinking  
and its Relation to Neuroscience**

**Karol Patricia Malfert-Gaupp 1<sup>1</sup>**  
Escuela Militar de Ingeniería - Bolivia  
kmalfertg@gmail.com

**[doi.org/10.33386/593dp.2023.4.1907](https://doi.org/10.33386/593dp.2023.4.1907)**

V8-N4 (jul-ago) 2023, pp. 499-511 | Recibido: 30 de abril de 2023 - Aceptado: 09 de junio de 2023 (2 ronda rev.)

---

1 Boliviana de nacimiento, graduada de Psicología (Universidad Mayor San Simón), Maestría en Educación Superior (Universidad Autónoma Tomás Frías), Diplomado en Geriátría y Gerontología (Universidad Mayor San Simón), Diplomado en neuroeducación (Universidad Pública del Alto), Doctorado en Ciencias de la Educación (Universidad Enrique José Varona de Cuba – Universidad Autónoma Tomás Frías), Doctor Honoris Causa (Consejo del claustro doctoral Honoris Causa de México – Universidad Mayor de San Andrés), doctorante en Neurociencias de la Educación (Universidad Pública del Alto), Docente universitario en grado y posgrado diferentes universidades de Bolivia, Directora Centro Especializado GAIA, Directora del Capítulo Alzheimer Capítulo Potosí, Miembro fundador del Colegio de Psicólogos de Potosí, Conferencista a nivel nacional e internacional.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2845-7692>

Descargar para Mendeley y Zotero

## RESUMEN

El pensamiento crítico es una habilidad cognitiva que involucra el análisis reflexivo y la evaluación sistemática de la información con el fin de tomar decisiones informadas. En el campo de las neurociencias, el pensamiento crítico se vuelve aún más complejo debido a la naturaleza intrincada y multifacética del cerebro humano. En este artículo, exploramos la complejidad del pensamiento crítico en el contexto de las neurociencias y discutimos algunos de los desafíos que enfrentan los investigadores en este campo.

El pensamiento crítico en las neurociencias implica la capacidad de integrar una amplia gama de conocimientos y teorías de disciplinas diversas, como la psicología, la biología, la física y la matemática. Además, los neurocientíficos deben ser capaces de comprender y aplicar conceptos complejos como la neuroplasticidad, la conectividad neuronal y la dinámica de redes neuronales.

Otro desafío importante es la necesidad de diseñar experimentos rigurosos y fiables para investigar el cerebro humano. Dado que el cerebro es extremadamente complejo y heterogéneo, los investigadores deben utilizar una variedad de técnicas de neuroimagen y neurofisiología para obtener una comprensión detallada de su funcionamiento.

**Palabras claves:** complejidad; pensamiento crítico; neurociencias; transdisciplinariedad.

## ABSTRACT

Critical thinking is a cognitive skill that involves reflective analysis and systematic evaluation of information in order to make informed decisions. In the field of neurosciences, critical thinking becomes even more complex due to the intricate and multifaceted nature of the human brain. In this article, we explore the complexity of critical thinking in the context of neurosciences and discuss some of the challenges researchers in this field face.

First, critical thinking in the neurosciences implies the ability to integrate a wide range of knowledge and theories from diverse disciplines, such as psychology, biology, physics, and mathematics. In addition, neuroscientists must be able to understand and apply complex concepts such as neuroplasticity, neural connectivity, and neural network dynamics.

Another important challenge is the need to design rigorous and reliable experiments to investigate the human brain. Since the brain is extremely complex and heterogeneous, researchers must use a variety of neuroimaging and neurophysiology techniques to gain a detailed understanding of its functioning.

**Keywords:** complexity; critical thinking; neurosciences; transdisciplinarity.

## Introducción

El pensamiento crítico es una habilidad que nos permite analizar, evaluar y tomar decisiones informadas en una amplia variedad de situaciones. Esta capacidad es esencial en el mundo actual, donde la cantidad de información a la que estamos expuestos es abrumadora y la toma de decisiones puede ser cada vez más compleja. Pero ¿cómo funciona el pensamiento crítico en nuestro cerebro? ¿Qué procesos cerebrales están involucrados en la toma de decisiones informadas y cómo podemos mejorar nuestro pensamiento crítico?

La neurociencia nos ofrece una ventana al cerebro humano y nos permite investigar los procesos cognitivos complejos que subyacen a nuestro pensamiento y comportamiento. En particular, la neurociencia puede ayudarnos a entender la complejidad del pensamiento crítico y cómo se relaciona con la actividad cerebral.

El objetivo de este artículo es explorar la relación entre el pensamiento crítico y la neurociencia. A lo largo del artículo, examinaremos los procesos cerebrales detrás del pensamiento crítico, cómo la neurociencia puede ayudarnos a mejorar nuestro pensamiento crítico, el papel de la neurociencia en el desarrollo del pensamiento crítico y mucho más.

A medida que nos adentremos en la complejidad del pensamiento crítico y su relación con la neurociencia, descubriremos que nuestro cerebro es mucho más complejo de lo que podríamos haber imaginado y que el pensamiento crítico es una habilidad esencial que podemos desarrollar y mejorar a lo largo de nuestra vida.

A continuación, se presenta los puntos principales de la estructura del artículo: La metodología utilizada para llevar a cabo la investigación que incluye revisión bibliográfica exhaustiva, entrevistas a expertos en neurociencia y pensamiento crítico. Posteriormente se presentan los resultados obtenidos a partir de la investigación, sobre el pensamiento crítico y la complejidad en las neurociencias y los procesos

cerebrales. En la discusión se analizan e interpretan los resultados, de comprender mejor cómo funciona nuestro cerebro cuando estamos comprometidos en procesos de pensamiento crítico mismos que se relacionan con los objetivos planteados inicialmente. El artículo concluye con una sección de conclusiones que resume la complejidad del pensamiento crítico de las neurociencias que involucra varios procesos cognitivos y emocionales interrelacionados.

## Metodología

Para llevar a cabo esta investigación sobre la complejidad del pensamiento crítico y su relación con la neurociencia, se utilizará una metodología que incluye varios enfoques.

En primer lugar, se realizará una revisión bibliográfica exhaustiva para obtener información relevante y actualizada sobre la neurociencia del pensamiento crítico. Se revisarán artículos científicos, libros, revistas especializadas y otras fuentes de información para obtener una visión completa y actualizada sobre el tema.

Por último, se realizarán entrevistas a expertos en neurociencia y pensamiento crítico para obtener su perspectiva sobre la complejidad del pensamiento crítico y su relación con la neurociencia. Estas entrevistas se utilizarán para complementar la información obtenida en la revisión bibliográfica y en los estudios experimentales.

La combinación de estos enfoques permitirá obtener una visión completa y profunda sobre la complejidad del pensamiento crítico y su relación con la neurociencia, y proporcionará información valiosa sobre cómo podemos mejorar nuestra habilidad para pensar críticamente.

## Desarrollo

El análisis del pensamiento crítico es una habilidad cognitiva que implica la capacidad de evaluar y analizar la información de manera objetiva y sistemática. El pensamiento crítico se refiere a la capacidad de analizar, sintetizar y evaluar información para llegar a conclusiones basadas en la evidencia. Varios autores han escrito en relación de este análisis del pensamiento crítico, entre los que podemos citar a:

Sócrates: La filosofía socrática se puede encontrar en numerosos diálogos platónicos, como “La apología de Sócrates”<sup>1</sup> y “El Critón”<sup>2</sup>. También se pueden encontrar referencias a su método en la “Menon”<sup>3</sup> y en “La República”<sup>4</sup>.

Francis Bacon: Las ideas de Bacon se encuentran en su obra “Novum Organum”<sup>5</sup>, que es una crítica al método aristotélico y una defensa de la observación y la experimentación en la búsqueda del conocimiento.

Zabala Antoni: En su libro “Enfoque globalizador y pensamiento complejo”, manifiesta que las decisiones sobre organización de contenidos y sobre metodología didáctica son estrictamente decisiones sobre medios para alcanzar unas finalidades: formar a ciudadanos y ciudadanas para que sean capaces de intervenir en la realidad y modificarla desde una perspectiva democrática.

John Stuart Mill: El libro “Sobre la libertad”<sup>6</sup> de Mill es una defensa clásica de la libertad individual y la tolerancia en una sociedad

democrática. También se pueden encontrar sus ideas sobre la discusión y el debate en “El utilitarismo”<sup>7</sup>.

Richard Paul: Paul ha escrito numerosos libros sobre el pensamiento crítico, incluyendo “La guía para el pensamiento crítico”<sup>8</sup> y “El pensamiento crítico: ¿Qué es y por qué es importante?”<sup>9</sup>. También ha contribuido al desarrollo de la Fundación para el Pensamiento Crítico, que tiene una página web ([www.criticalthinking.org](http://www.criticalthinking.org)) dedicada al tema.

Edward Glaser: El libro “An Introduction to Critical Thinking”<sup>10</sup> de Glaser es una introducción a los conceptos y habilidades del pensamiento crítico. También ha contribuido a la creación de la Asociación para el Desarrollo del Pensamiento Crítico, que tiene una página web ([www.criticalthinking.org](http://www.criticalthinking.org)) dedicada a la promoción del pensamiento crítico en la educación.

Daniel Kahneman: Las ideas de Kahneman se encuentran en su libro “Thinking, Fast and Slow”<sup>11</sup>, donde explora los procesos cognitivos que subyacen a la toma de decisiones y el razonamiento humano. También ha escrito artículos y ha dado charlas en conferencias sobre estos temas.

El pensamiento crítico se desarrolla a lo largo del tiempo a medida que las personas adquieren experiencia y conocimientos. Se trata de una habilidad que se puede aprender y mejorar mediante la práctica.

1 Platón (siglo IV a C.) LA APOLOGIA DE SOCRATES, Edición digital <http://write.streetlib.com>

2 Platón (siglo IV a C.) CRITON, Edición digital <http://write.streetlib.com>

3 Platón (siglo IV a C.) MENO, Edición digital <http://write.streetlib.com>

4 Platón (siglo IV a C.) LA REPÚBLICA, Edición CREATESPACE INDEPENDENT P, (2018)

5 Bacon F. (1627) NOVUM ORGANUM, Edición Fondo de Cultura Económica (2017)

6 Mill J. (1859), SOBRE LA LIBERTAD, UNIVERSITAT DE VALÈNCIA (2017)

7 Mill J. (1861), EL UTILITARISMO, London: Parker, Son y Bourn. Edición Digital (2019)

8 Paul R. (2003), LA MINIGUÍA PARA EL PENSAMIENTO CRÍTICO CONCEPTOS Y HERRAMIENTAS, Fundación para el Pensamiento Crítico (2008)

9 Paul R. (2005), EL PENSAMIENTO CRÍTICO: ¿QUÉ ES Y POR QUÉ ES IMPORTANTE? [www.criticalthinking.org](http://www.criticalthinking.org)

10 Glaser E. (2007), AN INTRODUCTION TO CRITICAL THINKING. [www.criticalthinking.org](http://www.criticalthinking.org)

11 Kahneman D. (2011) THINKING, FAST AND SLOW. Debolsillo, Barcelona (2012)

Hay varios autores que han hablado de los componentes clave del pensamiento crítico. A continuación, algunos de ellos:

Richard Paul y Linda Elder: Estos autores son fundadores del Centro para el Pensamiento Crítico y la Ética en la Universidad de Sonoma State. Han escrito varios libros sobre el tema, incluyendo “La guía para el pensamiento crítico”<sup>12</sup> y “Pensamiento crítico: Herramientas para tomar decisiones inteligentes y respetuosas de la ley”<sup>13</sup>. Paul y Elder identifican ocho componentes clave del pensamiento crítico: interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación, auto-regulación, pensamiento creativo y pensamiento ético.

Peter Facione: Es el autor del libro “Pensamiento crítico: Lo que es y por qué es importante”<sup>14</sup>. Facione identifica cuatro componentes clave del pensamiento crítico: habilidades de razonamiento, actitudes intelectuales, habilidades de búsqueda y evaluación de información, y habilidades de comunicación efectiva.

Edward Glaser: Es el autor del libro “An Introduction to Critical Thinking”<sup>15</sup>. Glaser identifica tres componentes clave del pensamiento crítico: habilidades de análisis, habilidades de evaluación y habilidades de síntesis.

Robert Ennis: Es un filósofo que ha escrito varios libros sobre el pensamiento crítico, incluyendo “Pensamiento crítico”<sup>16</sup> y “Un concepto de pensamiento crítico”<sup>17</sup>. Ennis identifica siete componentes clave del pensamiento crítico: habilidades de interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación, auto-regulación y curiosidad intelectual.

Diane Halpern: Es una psicóloga que ha escrito sobre el pensamiento crítico en su libro “Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking”<sup>18</sup>. Halpern identifica cuatro componentes clave del pensamiento crítico: habilidades de análisis, habilidades de evaluación, habilidades de síntesis y habilidades de auto-regulación.

Estos autores ofrecen distintas perspectivas sobre los componentes clave del pensamiento crítico, pero hay ciertas habilidades que se consideran esenciales, como el análisis, la evaluación, la inferencia, la síntesis, la interpretación y la auto-regulación.

En base a lo mencionado por los autores, describiremos; algunos de los componentes clave del pensamiento crítico, que incluyen:

Identificar el problema o la cuestión a analizar: Es importante definir claramente el problema o la cuestión que se va a analizar. Esto puede implicar hacer preguntas específicas, identificar las áreas de incertidumbre o confusión, y definir los objetivos del análisis.

Recopilar y analizar información relevante: Una vez que se ha definido claramente el problema o la cuestión, es necesario recopilar información relevante. Esto puede incluir la revisión de fuentes de información confiables,

---

12 Paul R. (2003), LA MINIGUÍA PARA EL PENSAMIENTO CRÍTICO CONCEPTOS Y HERRAMIENTAS, Fundación para el Pensamiento Crítico (2008)

13 Paul R. (2005), Pensamiento crítico: HERRAMIENTAS PARA TOMAR DECISIONES INTELIGENTES Y RESPETUOSAS DE LA LEY, Fundación para el Pensamiento Crítico (2008)

14 Facione, P. (2007). PENSAMIENTO CRÍTICO: ¿QUÉ ES Y POR QUÉ ES IMPORTANTE? Insight Assessment. California: The California Academic Press.

15 Glaser E. (2007), AN INTRODUCTION TO CRITICAL THINKING. www.criticalthinking.org

---

16 Ennis R. (1989), PENSAMIENTO CRÍTICO. Editor:Prentice Hall

17 Ennis R. (1996), UN CONCEPTO DE PENSAMIENTO CRÍTICO. Editor:Prentice Hall

18 Halpern D. (2014), THOUGHT AND KNOWLEDGE: AN INTRODUCTION TO CRITICAL THINKING. Psychology Press Taylor & Francis



la realización de entrevistas o encuestas, o la búsqueda de datos estadísticos. Será imprescindible, asegurarse de que la información recopilada sea precisa, actualizada y relevante para el problema o la cuestión en cuestión.

Evaluar la credibilidad de la información y las fuentes: Una vez que se ha recopilado la información, es importante evaluar su veracidad y la confiabilidad de las fuentes. Esto puede implicar verificar las credenciales de los autores o expertos, analizar los métodos utilizados para recopilar la información, y evaluar cualquier posible sesgo o conflicto de intereses.

Identificar y evaluar posibles soluciones o respuestas: Una vez que se ha recopilado y evaluado la información, es importante identificar posibles soluciones o respuestas al problema o la cuestión. Habrá que considerar todas las opciones y evaluarlas en base a su factibilidad, eficacia y efectividad.

Tomar decisiones informadas y justificadas en base a la información disponible: El tomar decisiones informadas y justificadas en base a la información disponible. Esto puede considerar necesariamente el evaluar las posibles consecuencias de cada opción, considerar cualquier limitación o riesgo, y seleccionar la opción que mejor resuelva el problema o la cuestión propiamente dicha.

El análisis reflexivo y la evaluación sistemática de la información son componentes clave del pensamiento crítico, ya que nos permiten evaluar la información de manera objetiva y llegar a conclusiones informadas en diversos contextos.

El estudio del cerebro y su vínculo con el proceso de aprendizaje ha sido objeto de análisis, varios autores como ser:

Rodolfo Llinás con su obra *el Cerebro y el mito del yo*;

Humberto Maturana y Francisco Varela (*El árbol del conocimiento y el alma emoting*);

Francisco Mora (*Neuroeducación*),

Edgar Morin (*Introducción al pensamiento complejo, Los siete saberes de la educación del futuro, y Educar en la era Planetaria*),

Begoña Ibarrola (*Aprendizaje emocionante*),

Eduardo Punset (*Viaje a las emociones y El alma está en el cerebro*) y Antonio Damasio (*Y ¿el cerebro creó al hombre?*).

Solo por citar algunos de sus trabajos en donde han demostrado desde diferentes ángulos científicos, pero desde una misma perspectiva, investigaciones de cómo el funcionamiento del cerebro repercute en el desarrollo y mejoramiento de las habilidades cognitivas del ser humano según Aparicio (2009), al ocuparse de las neurociencias afirma que: son aquellas especialidades que abordan el funcionamiento del Sistema Nervioso. El estudio de este sistema se puede, lógicamente, enfatizar en distintas vertientes, por ejemplo, la relación trascendental entre el cerebro y el comportamiento, tal como lo hace la psicobiología, o la relación, cada vez más indiscutible, entre el cerebro y la educación que dará paso a una nueva pedagogía; así la tendencia entre los profesionales de diversas disciplinas, tales como biólogos, médicos, genetistas, bioquímicos es hablar en los mismos términos cuando investigan el funcionamiento del Sistema Nervioso y las consecuencias de ese funcionamiento. (pág. 9)

Las neurociencias han demostrado que el cerebro humano es un órgano altamente plástico y adaptable. Aquí te proporciono algunos autores relevantes, junto con algunos de sus trabajos y el año de su investigación, que han demostrado que el cerebro humano es un órgano altamente plástico y adaptable: Merzenich M. (1984), "Reorganización cortical de las representaciones sensoriales en mamíferos". Kandel E. (2001), "The Molecular Biology of Memory Storage: A Dialogue between Genes and Synapses". Doidge N. (2007), "The Brain That Changes Itself". Pascual-Leone A. (2000), "Transcranial magnetic stimulation: studying the brain-behaviour relationship by induction of 'virtual lesions'". Taub E. (1993), "Constraint-induced movement

therapy: a new approach to treatment in physical rehabilitation”. El pensamiento crítico implica la capacidad de evaluar y analizar la información de manera objetiva y sistemática, lo que requiere una serie de procesos cognitivos complejos que tienen lugar en el cerebro. La investigación ha demostrado que ciertas áreas del cerebro están particularmente involucradas en el pensamiento crítico, incluyendo la corteza prefrontal y las áreas de asociación.

Las áreas de asociación del cerebro también son importantes para el pensamiento crítico, ya que ayudan a integrar información de diferentes fuentes y a desarrollar una comprensión más completa de un problema o situación. Algunos autores relevantes, junto con algunos de sus trabajos, que han demostrado la importancia de las áreas de asociación del cerebro en el pensamiento crítico:

Damasio A. (1994), “Descartes’ Error: Emotion, Reason, and the Human Brain”. Damasio destaca la importancia de las emociones en el pensamiento crítico, argumentando que las áreas de asociación prefrontales y límbicas son cruciales para la toma de decisiones racionales y para la regulación emocional.

Pinker S. (1997), “How the Mind Works”. Pinker argumenta que la mente humana es una adaptación biológica diseñada por la evolución y que las áreas de asociación del cerebro son críticas para muchas de nuestras funciones cognitivas, incluyendo el pensamiento crítico.

Kahneman D. (2011), “Thinking, Fast and Slow”. Kahneman describe cómo el cerebro humano tiene dos sistemas de pensamiento: uno rápido e intuitivo, y otro más lento y analítico. Argumenta que ambos sistemas son importantes para el pensamiento crítico y que las áreas de asociación del cerebro están involucradas en ambos procesos.

Zimmer C. (2011), “A Planet of Viruses”. Zimmer destaca cómo la investigación en neurociencia ha demostrado la importancia de las áreas de asociación del cerebro en la percepción, la memoria, la atención y el pensamiento crítico,

y cómo la actividad cerebral en estas regiones puede ser modulada por la experiencia y la educación.

Las áreas de asociación incluyen el giro angular, que está involucrado en la comprensión del lenguaje y la integración de la información visual y auditiva, y el giro frontal inferior, que está involucrado en el procesamiento de la información semántica y la comprensión de las relaciones entre las ideas.

La investigación en neurociencias ha demostrado que el pensamiento crítico puede ser mejorado a través del entrenamiento cognitivo. Estos programas de entrenamiento pueden ayudar a mejorar la capacidad de las personas para evaluar la información de manera objetiva y sistemática, y también pueden mejorar la función cognitiva en áreas específicas del cerebro, como la corteza prefrontal. Investigaciones esenciales como:

Nisbett R. (2009), “Intelligence and How to Get It: Why Schools and Cultures Count”. Nisbett destaca cómo la investigación en neurociencia ha demostrado que el pensamiento crítico puede ser mejorado a través del entrenamiento cognitivo, y cómo las habilidades cognitivas pueden ser moldeadas y mejoradas por la experiencia y la educación.

Merzenich M (2013), “Soft-Wired: How the New Science of Brain Plasticity Can Change Your Life”. Merzenich argumenta que el cerebro humano es altamente plástico y adaptable, y que el pensamiento crítico puede ser mejorado a través del entrenamiento cognitivo y la estimulación cerebral.

Jaeggi S y Buschkuhl M. (2014), “On the Development and Plasticity of Working Memory Capacity: A Review and Extension of Recent Studies”. Jaeggi y Buschkuhl revisan la literatura sobre el entrenamiento cognitivo y la mejora de la capacidad de memoria de trabajo, un componente crítico del pensamiento crítico.

Kahneman D. (2011), “Thinking, Fast and Slow”. Kahneman describe cómo el pensamiento crítico puede ser mejorado a través del entrenamiento cognitivo, y cómo la educación y la experiencia pueden influir en nuestras habilidades cognitivas.

### **Pensamiento crítico**

Morin (1986) define el pensamiento como “el pleno empleo dialógico de las aptitudes cogitantes del espíritu humano” (pág.198).

El pensamiento crítico implica evaluar la información de manera objetiva y reflexiva, considerando la evidencia disponible y los posibles sesgos o prejuicios. Las neurociencias han investigado los procesos cerebrales que subyacen al pensamiento crítico, identificando regiones cerebrales y redes funcionales que están involucradas en este proceso.

Por ejemplo, varios estudios han encontrado que la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) juega un papel clave en el pensamiento crítico. Esta región está involucrada en la planificación, la toma de decisiones y la resolución de problemas, procesos que son esenciales para el pensamiento crítico. Además, la corteza cingulada anterior (ACC) también está involucrada en el pensamiento crítico, especialmente en la detección de errores y la regulación emocional. Según manifiestan:

Braver T. (2012), “The Variable Nature of Cognitive Control: A Dual Mechanisms Framework”. Braver destaca cómo la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) es crucial para la regulación cognitiva y el control ejecutivo, procesos necesarios para el pensamiento crítico.

Barbey A. (2018), “Network neuroscience theory of human intelligence”. Barbey argumenta que la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) juega un papel clave en la cognición humana, incluyendo el pensamiento crítico.

D’Esposito M. (2007), “From cognitive to neural models of working memory”. D’Esposito destaca cómo la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) es crucial para la memoria de trabajo, un componente crítico del pensamiento crítico.

Grafman J. (2014), “The Role of Prefrontal Cortex in Human Decision Making”. Grafman destaca cómo la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) es crucial para la toma de decisiones racionales y el pensamiento crítico en situaciones complejas.

Sin embargo, el pensamiento crítico no es un proceso aislado en el cerebro, sino que involucra múltiples regiones cerebrales y redes funcionales. Por ejemplo, la memoria de trabajo y la atención selectiva también son fundamentales para el pensamiento crítico, y están mediadas por redes cerebrales que involucran la corteza prefrontal ventrolateral (VLPFC), la corteza parietal posterior (PPC) y la corteza temporal lateral (LTC).

### **Complejidad**

La complejidad, según Caparros (2008), como nuevo paradigma representa los aledaños de otro saber, en cierto modo se constituye como una crítica y superación de la hegemonía de la racionalidad occidental. Desde una perspectiva semántica, complejidad hace referencia a fenómenos compuestos por diversos elementos con relaciones entre sí y que, merced las mismas, configuran un todo. (pág.23)

La complejidad se refiere a la naturaleza multidimensional y dinámica de los procesos cerebrales, que involucran múltiples niveles de organización, desde las moléculas y células individuales hasta las redes neuronales y sistemas cerebrales complejos. Las neurociencias han desarrollado herramientas y métodos para investigar la complejidad en el cerebro, incluyendo la neuroimagen funcional, la electroencefalografía (EEG) y la magnetoencefalografía (MEG).

Varios estudios han encontrado que la actividad cerebral presenta una dinámica compleja, caracterizada por fluctuaciones y cambios en la frecuencia y la amplitud de las señales cerebrales. Estas fluctuaciones están asociadas con la integración y la segregación de la información en diferentes redes cerebrales, lo que sugiere que la complejidad es una propiedad



fundamental de los procesos cerebrales. Entre los que se pueden mencionar algunos de sus trabajos, que han demostrado que la actividad cerebral presenta una dinámica compleja, caracterizada por fluctuaciones y cambios en la frecuencia y la amplitud de las señales cerebrales:

Sporns O. (2011) “The human connectome: A complex network”. Sporns destaca cómo la actividad cerebral es un proceso dinámico y complejo, caracterizado por fluctuaciones y cambios en la conectividad entre diferentes regiones cerebrales.

Deco G. (2013), “The dynamics of resting fluctuations in the brain: Metastability and its dynamical cortical core”. Deco argumenta que la actividad cerebral en reposo presenta una dinámica compleja, caracterizada por fluctuaciones en la conectividad funcional entre diferentes regiones cerebrales.

Chialvo D. (2010), “Emergent complex neural dynamics”. Chialvo destaca cómo la actividad cerebral es un proceso dinámico y emergente, caracterizado por fluctuaciones en la dinámica de redes neuronales complejas.

Boker S. (2002) “A Dynamic Systems Approach to the Analysis of Change in Psychotherapy”. Boker describe cómo la actividad cerebral presenta una dinámica compleja, y cómo esta dinámica puede ser analizada utilizando enfoques de sistemas dinámicos.

Además, la complejidad también se relaciona con la plasticidad cerebral, la capacidad del cerebro para adaptarse y cambiar en respuesta a la experiencia. La plasticidad cerebral es un proceso complejo que involucra múltiples niveles de organización, desde la modificación de las conexiones sinápticas hasta la reorganización de las redes neuronales.

## Neurociencias en la complejidad del pensamiento crítico

El estudio del cerebro y de los procesos cognitivos que están implicados en el pensamiento crítico es un tema que ha comenzado a ser explorado recientemente por las neurociencias. Algunos de los hallazgos más relevantes que se han obtenido en este campo son los siguientes:

La corteza prefrontal es una de las regiones cerebrales más importantes para el pensamiento crítico. Esta área se encarga de la toma de decisiones y de la resolución de problemas complejos, y está implicada en la planificación, la organización y la evaluación de la información.

La corteza parietal también es fundamental para el pensamiento crítico. Esta región está involucrada en la percepción espacial, la atención y la integración de información sensorial, y puede ayudar a mejorar la capacidad para analizar y evaluar la información.

La corteza temporal es importante para el pensamiento crítico porque está involucrada en la recuperación de la información de la memoria y en la integración de diferentes tipos de información. Esto puede ayudar a los individuos a conectar y relacionar diferentes ideas y conceptos.

La conectividad funcional entre diferentes regiones cerebrales también juega un papel importante en el pensamiento crítico. Por ejemplo, la comunicación efectiva entre la corteza prefrontal y el lóbulo parietal puede mejorar la capacidad para analizar y evaluar la información.

Algunos estudios han demostrado que el pensamiento crítico puede ser mejorado mediante el entrenamiento de la atención y la memoria de trabajo, así como mediante la exposición a situaciones desafiantes que requieren un pensamiento crítico:

Klingberg T. (2010), “Training and plasticity of working memory”. Klingberg destaca cómo el entrenamiento de la memoria de trabajo puede mejorar la capacidad de pensamiento crítico.

Jaeggi S. (2008), “Improving fluid intelligence with training on working memory”. Jaeggi argumenta que el entrenamiento de la memoria de trabajo puede mejorar la capacidad de pensamiento crítico y la inteligencia fluida.

Jonides J. (2005), “Working memory and intelligence: The same or different constructs?”. Jonides destaca cómo la memoria de trabajo y la inteligencia están estrechamente relacionadas, y cómo el entrenamiento de la memoria de trabajo puede mejorar la capacidad de pensamiento crítico.

Metcalf J. (200), “Metacognitive judgments and control of study”. Metcalf argumenta que la exposición a situaciones desafiantes que requieren un pensamiento crítico puede mejorar la capacidad de pensamiento crítico.

En la consulta a expertos sobre la temática tratada, se han incorporado nuevos argumentos a lo investigado:

El Dr. David Ocampo Eyzaguirre, manifiesta que:

En relación con los fundamentos neurocientíficos de los procesos cognitivos de la teoría de la investigación científica, estos fundamentos están necesariamente asociados con elementos de las neurociencias y la neurodidáctica a partir de ello, seis fundamentos básicos relacionados a las neurociencias:

La primera los procesos mentales están basados en el funcionamiento del cerebro sin duda todo lo que realiza el estudiante tiene que ver con el desarrollo del sistema nervioso a partir de ello la importancia de que los docentes puedan conocer estos procesos básicos del funcionamiento del cerebro.

El segundo elemento que el aprendizaje y la memoria son parte fundamental del cerebro todo lo que realiza el estudiante el ser humano en relación con el aprendizaje al conocimiento a investigar tiene que ver con la memoria la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo.

El tercer elemento que la imaginación y la creatividad son parte importante en el aprendizaje principalmente cuando hablamos de la didáctica de la investigación científica. No puede haber un investigador si no tiene desarrollado la imaginación y la creatividad muchos temas problemas de investigación nacen como comúnmente decimos de ideas locas, pero a partir de ello es fundamental desarrollar estos la imaginación y la creatividad en nuestros estudiantes.

Un cuarto elemento que el cerebro maneja una información consciente e inconsciente. Por supuesto que para el aprendizaje para el aprendizaje influye aspectos conscientes e inconscientes los aspectos conscientes están relacionados a la relación que tiene el estudiante con su medio ambiente con su medio social los aspectos inconscientes tienen que ver fundamentalmente con los procesos cerebrales con el tema de la motivación aspectos que van a influir de manera directa en los procesos de aprendizaje y en el desarrollo de futuras investigaciones.

Un quinto elemento sin duda las emociones las emociones son un aspecto importante para la optimización de los procesos de aprendizaje de nuestros estudiantes, es muy importante que el estudiante se sienta emocionado en el proceso de aprendizaje emocionado a descubrir nuevos conocimientos en abordar nuevas temáticas a partir de los procesos de investigación citando al doctor Francisco Mora quien decía que solo el ser humano puede aprender aquello que ama, aquello que emociona y a partir de ello es fundamental la motivación.

El sexto y último elemento la motivación siguiendo lo que decíamos a antes la motivación es el condimento el elemento fundamental para los procesos de aprendizaje y a partir de ello es muy importante desarrollar la motivación en nuestros estudiantes, a partir de la neurodidáctica, desde las neurociencias cómo podemos mejorar el aprendizaje de la investigación científica podemos tomar en cuenta cinco elementos la primera que la información debe presentarse de forma asociativa es muy importante en la

enseñanza de la investigación se desarrolle la investigación no de una manera aislada sino de una manera asociativa de una manera que el estudiante se dé cuenta que todo lo que existe en el medio ambiente tiene una relación.

El Dr. Percy Oscar Gutiérrez Gómez, por su parte expresa que:

En los últimos años, la neurociencia ha experimentado importantes avances y ha surgido una serie de criterios novedosos que se centran en la complejidad y la transversalidad de esta disciplina. A continuación, te presento algunos de estos criterios:

**Enfoque en sistemas complejos:** La neurociencia contemporánea reconoce cada vez más la complejidad inherente al estudio del cerebro y el sistema nervioso. Se entiende que el cerebro es un sistema altamente interconectado y dinámico, donde la comprensión de los fenómenos neurocientíficos requiere un enfoque en la interacción de múltiples niveles, desde las moléculas y las células individuales hasta las redes neuronales y los sistemas cerebrales completos. Este enfoque en sistemas complejos permite abordar preguntas neurocientíficas desde una perspectiva holística y capturar la riqueza de las interacciones y propiedades emergentes.

**Integración de disciplinas:** La neurociencia se beneficia de la colaboración y la integración de diferentes disciplinas científicas. En lugar de abordar el estudio del cerebro desde una única perspectiva, se busca una aproximación transversal que combine conocimientos y técnicas de la biología, la psicología, la física, la matemática, la informática y otras disciplinas relacionadas. Esta interdisciplinariedad permite una comprensión más profunda de los procesos neurales y fomenta la aparición de nuevas ideas y enfoques innovadores.

**Métodos de investigación avanzados:** Los avances en tecnología y métodos de investigación han permitido la generación de datos neurocientíficos cada vez más complejos y detallados. La neurociencia contemporánea utiliza una variedad de técnicas, como la neuroimagen

avanzada (por ejemplo, la resonancia magnética funcional de alta resolución espacial y temporal), la optogenética, la microscopía de dos fotones y la simulación computacional, entre otras. Estos enfoques permiten estudiar la actividad cerebral en diferentes escalas y niveles de detalle, lo que proporciona una visión más completa de los procesos neurales y su complejidad.

**Análisis de datos complejos:** La cantidad masiva de datos neurocientíficos generados requiere el desarrollo de enfoques analíticos avanzados. Se están utilizando métodos de análisis computacional y algoritmos de aprendizaje automático (machine learning) para extraer información relevante de los datos, identificar patrones y realizar predicciones. El análisis de datos complejos en neurociencia abarca desde la modelización matemática y estadística hasta el desarrollo de algoritmos de procesamiento de señales y técnicas de visualización interactiva. Estas herramientas permiten desentrañar la complejidad de los datos neurocientíficos y obtener una comprensión más profunda de los fenómenos estudiados.

Así es que, los criterios novedosos en neurociencia se centran en el reconocimiento de la complejidad del cerebro y los sistemas nerviosos, la integración de disciplinas científicas, el uso de métodos de investigación avanzados y el análisis de datos complejos. Estos enfoques transversales permiten abordar de manera más efectiva la complejidad inherente a la neurociencia y avanzar en nuestra comprensión de cómo funciona el cerebro y cómo se relaciona con el comportamiento y la cognición. Además, estos criterios fomentan la colaboración entre científicos de diferentes campos y promueven la aplicación de enfoques interdisciplinarios en la investigación neurocientífica. En última instancia, se espera que estos criterios novedosos impulsen descubrimientos innovadores y avances significativos en el campo de la neurociencia, abriendo nuevas posibilidades para el tratamiento de trastornos neurológicos y el desarrollo de tecnologías que mejoren la calidad de vida de las personas.

## Resultados

El pensamiento crítico y la complejidad son dos conceptos fundamentales en las neurociencias.

El pensamiento crítico se refiere a la capacidad de analizar la información de manera objetiva y reflexiva, mientras que la complejidad se refiere a la naturaleza multidimensional y dinámica de los procesos cerebrales.

La complejidad de estos procesos sugiere que la plasticidad cerebral es un fenómeno dinámico y multidimensional.

## Discusión

Las neurociencias en el pensamiento crítico, es un campo de investigación en expansión que puede ayudarnos a comprender mejor cómo funciona nuestro cerebro cuando estamos comprometidos en procesos de pensamiento crítico.

A través de esta comprensión, podemos desarrollar nuevas estrategias y técnicas que nos permitan mejorar nuestra capacidad para pensar críticamente y tomar decisiones informadas.

## Conclusiones

La complejidad del pensamiento crítico de las neurociencias involucra varios procesos cognitivos y emocionales interrelacionados, incluyendo el procesamiento de información, el razonamiento y la toma de decisiones, así como la regulación emocional. La investigación en este campo tiene implicaciones importantes para la práctica clínica y educativa, incluyendo el tratamiento y la rehabilitación de pacientes con lesiones cerebrales y el desarrollo de programas educativos efectivos.

Las neurociencias han demostrado que el pensamiento crítico es una habilidad cognitiva compleja que involucra a varias áreas del cerebro. La comprensión de la neurobiología del pensamiento crítico puede ayudarnos a mejorar nuestra capacidad de evaluación de la información y la toma de decisiones

informadas. Los programas de entrenamiento cognitivo también pueden ser efectivos para mejorar la función cognitiva y el pensamiento crítico. En última instancia, la investigación en neurociencias puede ayudarnos a entender mejor cómo funciona el cerebro humano y cómo podemos mejorar nuestras habilidades de pensamiento crítico para tomar decisiones informadas y objetivas en nuestra vida diaria.

## Referencias Bibliográficas

- BACON F. (2017) *Novum organum*, Edición Fondo de Cultura Económica
- DE LA HERRÁN, A. (2011). Reflexiones para una reforma profunda de la educación, desde un enfoque basado en la complejidad, la universalidad y la conciencia. *Educación XX*, n.1, vol. 14, pp. 245-264. Disponible en <http://www.uned.es/educacionXX1/pdf>
- DELGADO J.M. y otros. (1998) *Manual de Neurociencia*. Editorial Síntesis.
- ENNIS R. (1989), *Pensamiento crítico*. Editor:Prentice Hall
- ENNIS R. (1996), *Un concepto de pensamiento crítico*. Editor:Prentice Hall
- FACIONE, P. (2007). *Pensamiento crítico: ¿qué es y por qué es importante? Insight Assessment*. California: The California Academic Press.
- GLASER E. (2007), *An introduction to critical thinking*. [www.criticalthinking.org](http://www.criticalthinking.org)
- HALPERN D. (2014), *Thought and knowledge: an introduction to critical thinking*. Psychology Press Taylor & Francis
- HEIMER L. y ROBARDS. M.J. (1982). *Neuroanatomical Tract-Tracing Methods*. Plenum Press.
- KAHNEMAN D. (2012) *Thinking, fast and slow*. De bolsillo, Barcelona
- KANDEL E. y otros. (2000). *Principios de*

- Neurociencia (Cuarta edición). McGraw-Hill Interamericana.
- Barcelona: Planeta-De Agostini (e.o.: 1948).
- MERZENICH M. (1984), “Reorganización cortical de las representaciones sensoriales en mamíferos”. Universidad Católica Cardenal Raul Silva Henríquez, Chile
- SERNA, E. (2016). “La transdisciplinariedad en el pensamiento de paulo Freire”, en Revista de Humanidades, núm. 33, enero-junio, 2016.
- MERZENICH M. (2013), “Soft-Wired: How the New Science of Brain Plasticity Can Change Your Life”. Parnassus.
- SHEPHERD. G. (1994). Neurobiology (Third Edition). Oxford University Press.
- MILL J. (2017), sobre la libertad, Universitat de València
- SIEGEL G.J. y otros. (2006) Basic Neurochemistry (Seventh Edition). Academic Press.
- MILL J. (2019), El utilitarismo, London: Parker, Son y Bourn. Edición Digital
- SQUIRE L. y otros. (2003) Fundamental Neuroscience (Second Edition). Academic Press.
- MORAES, M. C. (2007): “Complejidad, transdisciplinariedad y educación: algunas reflexiones”, *Revista Encuentros Multidisciplinares* n° 25, Vol. IX, pp. 4-13.
- TEILHARD DE CHARDIN, P. (1984). El fenómeno humano. Barcelona: Orbis.
- MORIN, E. (2001). Introducción al pensamiento complejo. Barcelona: Gedisa.
- TAUB E. (1993), “Constraint-induced movement therapy: a new approach to treatment in physical rehabilitation”. Springer Publishing Company
- PAXINOS. G. (2004). The Rat Nervous System (Third Edition). Elsevier.
- ZABALA, A. (1999). Enfoque globalizador y pensamiento complejo. Barcelona: Graó
- PAUL R. (2003), La miniguía para el pensamiento crítico conceptos y herramientas, Fundación para el Pensamiento Crítico (2008)
- PÉREZ LUNA, E.; Moya, N. A. y Curcu Colón, A. (2013). “Transdisciplinariedad y educación”, en *Educere*, vol. 17, núm. 56, enero-abril, 2013.
- PAUL R. (2005), El pensamiento crítico: ¿qué es y por qué es importante? [www.criticalthinking.org](http://www.criticalthinking.org)
- PUELLES L. y otros. (2008). Neuroanatomía. Editorial Médica Panamericana.
- PURVES D. y otros. (2008). Neuroscience (Fourth Edition). Sinauer Associates.
- RUSSELL, B. (1992). El conocimiento humano.