

# **UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO**

**Maestría en Gestión Educativa**

**El Efecto de las Imágenes Cerebrales en los Juicios del  
Razonamiento Científico en el Área de Ciencias Naturales en  
Estudiantes de Segundo año de Bachillerato.**

**Rosa Alexandra Sánchez Cárdenas**

**Licenciada en Ciencias de la Educación Primaria**

**Flor Hortencia Bajaña Chávez**

**Doctora en Odontología**

**Dra. Margarita Ayala**

**Directora de Trabajo de Titulación**

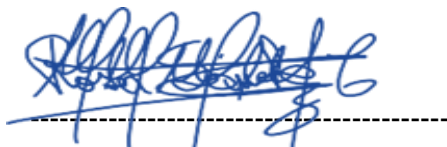
Guayaquil, noviembre de 2021

## DECLARACION DE AUTORIA

Nosotras, Rosa Alexandra Sánchez Cárdenas y Flor Hortencia Bajaña Chávez declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado, calificación profesional, o proyecto público ni privado; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

En caso de que la Universidad auspicie el estudio, se incluirá el siguiente párrafo:

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD DEL PACIFICO, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Rosa Sánchez Cárdenas



Flor Bajaña Chávez

## Resumen

La presente investigación tiene como objeto analizar la influencia que poseen las imágenes cerebrales o neuroimágenes, en los juicios que los estudiantes se crean sobre el razonamiento científico. Específicamente en la ciencia cognitiva o neurociencias aplicada al bachillerato. Este estudio es réplica de los autores McCabe & Castel (2008).

La indagación se realizó con la participación de 185 estudiantes de segundo año de bachillerato de la ciudad de Guayaquil – Ecuador. Los estudiantes se sometieron a un diseño experimental basado en 3 tentativas. La exploración de sus datos se apoyó en un estudio experimental, transversal y cuantitativo. Aplicado a través de pruebas estadísticas, mediante análisis de varianza. Las condiciones experimentales consideran la existencia de imágenes cerebrales, como los muestra el ejemplo del texto donde se presentan los resultados de los estudios en ciencias cognitiva. Suponiendo una calificación o credibilidad mayor para los razonamientos expuestos en dichos textos, que cuando no son ilustrados o cuando se acompañan de gráficos de barras o de mapas topográficos de activación cerebral.

Las respuestas obtenidas demostraron que, en efecto, las neuroimágenes poseen la particularidad de influir en el buen juicio de los estudiantes, formando razonamientos que indican los artículos donde se presentan resultados de acuerdo a investigaciones de neurociencia aplicada a la educación, lo cual puede tener un efecto positivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

*Palabras claves:* Experimento, Cognitiva, Neuroimagen, Neurociencia, Razonamiento.

### **Abstract**

The purpose of this research is to examine the weight contained in the brain figures or neuroimages, the maturity that the students believe about scientific reasoning. Specifically, in cognitive science or neuroscience applied to high school. This study is a replica of the authors McCabe & Castel (2008).

The research was carried out with the participation of 185 high school sophomores from the city of Guayaquil - Ecuador. The students underwent an experimental design based on 3 attempts. The exploration of their data was supported by an experimental, transversal and quantitative study. Applied through statistical data, through variance. The experimental conditions consider the existence of brain images, as shown in the example of the text where the results of the studies in cognitive science are presented. Assuming a higher qualification or confidence for the reasoning exposed in such texts, since when they are not illustrated or when they are accompanied by bar graphs or topographic maps of brain activation.

The answers obtained showed that, the impact, the neuroimages have the particularity of influencing the students' good judgment. Able to form arguments that indicate the articles where, they present results according to neuroscience research applied to education, which can have a positive effect on the teaching-learning process.

Keywords: Experiment, Cognitive, Neuroimaging, Neuroscience, Reasoning

## Introducción

El presente trabajo de investigación es réplica del artículo *El efecto de las imágenes cerebrales en los juicios del razonamiento científico* de David McCabe y Alan Castel. En este artículo los autores tienen como objetivo conocer de qué forma tienen influencia las imágenes cerebrales en la percepción cognitiva de las personas. Tomando en cuenta las funciones neurocognitivas propias de la educación tanto en el aprendizaje como en la enseñanza.

En la actualidad se busca introducir una nueva forma de enfrentar la educación con el apoyo de las ciencias del cerebro y de la mente. Esta nueva epistemología se la llama neuroeducación la cual permite abrir una mayor combinación de las ciencias de la educación con aquellas que se relacionan con el desarrollo neurocognitivo. El papel importante que tiene ahora la educación y las neurociencias ha creado propulsores más comprometidos en las nuevas actividades de la neuroeducación (Sousa, 2002).

Evidentemente el cerebro está siempre activo en las actividades de los humanos, donde es importante que se lo tome en cuenta en la educación. Donde es fundamental explicar las funciones neurocognitivas propias de la educación tanto en el aprendizaje como la enseñanza. Hoy en día se lo puede estudiar con recursos de alta tecnología como son las imágenes cerebrales, las pruebas genéticas y las simulaciones computacionales.

Se trata de estudiar el cerebro de quien aprende y de quien enseña con las tecnologías que brinda las ciencias naturales más desarrolladas. El cerebro del ser humano es una masa frágil y húmeda con peso no mayor a los 2kg (Callingham, 2007). Tiene la forma de una nuez y está situada en el extremo superior de la espina dorsal, cuidado por el cráneo y bordeado por

membranas. A pesar de ser un órgano complejo sigue siendo un misterio para la ciencia hasta a la hora de originarse su estudio (Sousa, 2002).

Es la base principal donde se producen los procedimientos cognitivos vitales como el razonamiento y el aprendizaje. Según estudios han podido sumar avances importantes gracias a la contribución de las neuroimágenes (Demandes et a., 2012). Desde este punto de vista, el estudio se orienta en determinar si las imágenes cerebrales que ilustran textos exponen resultados positivos en neurociencia. Este estudio está vinculado con los fenómenos cognitivos que tendrán los estudiantes de segundo año de bachillerato.

Es notable la capacidad que tiene el ser humano al momento de enseñar y aprender, siendo el motor esencial en la sociedad, la fuente de la cultura y de los valores. Esto significa que se debe encontrar un equilibrio entre los avances científicos y los desafíos de una educación en el mundo que marcha hacia la globalización creciente. Si queremos traer el cerebro al aula es porque pensamos que su conocimiento enriquecerá la actividad del docente en el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Bunge, 2017).

### **Razonamiento Científico a través de la Neuroimagen**

El razonamiento científico se lo define como un proceso de deducción, en el cual se excluye la imaginación y el pensamiento intuitivo en el aprendizaje. Se considera un método de observación, de experimentación y de análisis, mediante las cuales ayudan a la construcción de hipótesis (Demandes et a., 2012). Permitiendo conocer la verdad sobre algo, es decir, se trata de un proceso de argumentación que conlleva a razonar científicamente sobre un tema.

Los conocimientos previos a los estudiantes se consideran actualmente como pilares fundamentales en el aprendizaje de los siguientes años escolares. Esto es importante porque esta

habilidad implica el cómo se aprende y la capacidad que tienen los alumnos en el distinguir evidencias científicas. Los resultados se presentan de forma resumida mediante el uso de tablas, gráficos e imágenes que presentan características destacables.

Los científicos que estudian el aprendizaje en la educación, han establecido que los estudiantes desarrollan habilidades de razonamiento de manera más eficiente a través de las imágenes. El cerebro durante el aprendizaje pone a trabajar a más de 100 billones de neuronas. Estas neuronas están conformados por dendritas (ingreso de datos) y axones (salida de datos), adquirir la capacidad de producir enlaces (neurotransmisores), que dan lugar a la sinapsis (Ortiz-Ocaña, 2015).

El aprendizaje por parte de los estudiantes implica la sinapsis, que una vez activadas contienen información de algún aspecto del medio o medio sociocultural del individuo. Lo más deslumbrante es que la educación recorrerá la vida a través de un rico árbol de enseñanza. Este crecimiento se da a través de la experiencia, el ejercicio de lectura, la aparición de imágenes, figuras, entre otros (Ortiz-Ocaña, 2015).

El razonamiento científico a través de la neuroimagen se ha construido a lo largo del tiempo por encima de las fronteras tradicionales y se van extendiendo a las personas de forma sistemática. Educadores e investigadores han comenzado a entenderse mejor para enriquecerse mutuamente. La neuroimagen ha significado un gran avance científico en las diferentes ramas que eviten procedimientos agresivos en las personas (Parra-Bolaños, 2015).

## **La Neuroimagen**

La neuroimagen es una técnica ampliamente usada por las neurociencias que han permitido examinar las partes del cerebro. Se ha considerado como una herramienta importante

dentro del mundo científico y de la sociedad. Todas las tecnologías de neuroimagen tienen más o menos su fundamento y se originaron en la medicina, la física y otras ciencias en mayor o menor medida. Es evidente que la neuroimagen llegó para ser y hacer una revolución científica y social a toda escala (Giménez-Navarro, Contreras-Rodríguez, & Soariano-Mas, 2020).

Las pruebas de neuroimagen son tomadas por diversos procedimientos como son: Resonancia Magnética (RM), Tomografía por Emisión de Positrones (PET), Tomografía Computarizada (TC), Tomografía por Emisión de Fotón Único (SPECT) (Martí-Clíment et al., 2010). Estos aportan una información complementaria de gran importancia para el diagnóstico y tratamientos en pacientes. En la educación, también, tiene un gran aporte porque ayuda a comprender la forma en que funciona el cerebro.

La neuroimagen ha tenido un extraordinario avance en la neurociencia que han sido aplicados en diversas disciplinas como son: el comportamiento, las emociones, en campo afectivo. Da mayor soporte en la educación, especialmente en el campo de la cognición. Por añadidura, se han ido retocando la calidad en las imágenes, como métodos de investigación para una cuantificación e interpretación objetiva (Op. cit.).

En la actualidad los científicos de la rama de las ciencias sociales hacen uso de las neuroimagen para formular hipótesis. La cual han ayudado a dar mayor fundamentación y acercarse con fuerza en la fundamentación a las teorías. La investigación de acuerdo a la neuroimagen ha comenzado a iluminar mecanismos por las cuales ayudan a reforzar, garantizar la autenticidad de los resultados que los científicos obtienen en sus investigaciones (Swencionis & Fiske, 2014).



Un enfoque reciente en neurociencia ha sido la aplicación de nuevos modelos computacionales formales para un proceso sociocognitivo a partir de la neuroimagen. Sus peculiaridades artísticas de forma y color han impactado más allá de la propia ciencia. Permitiendo que las neurociencias se proyecten con mayor magnitud en los medios de comunicación. Logrando mediante el uso de neuroimágenes la atracción del público especializado como al no especializado (Dunne & O’Doherty, 2013).

No obstante, la credibilidad y el interés que tiene las neuroimágenes en los medios de comunicación, preocupa a los científicos de neurociencia cognitiva. Esto se debe a la interpretación exagerada de los resultados mediante el uso de neuroimágenes (Op. cit.). Mientras que otras investigaciones gozan de la credibilidad que tienen las mismas al momento de transmitir resultados relacionados a la ciencia cognitiva. Donde la prensa hace uso de las imágenes cerebrales en sus estudios creando de esta forma un fenómeno similar al “neurorealismo” (McCabe & Castel, 2008).

Finalmente, los avances en la neurociencia al producir su herramienta más valiosa que es la neuroimagen, le permitió a esta nueva tecnología posesionarse en la sociedad. Manifestando la notabilidad que tiene el sostener el trabajo humano. Las técnicas fundamentadas en las neuroimágenes han logrado en pleno siglo XXI, intuir en casi todo el campo de mejora humano y social. (Cheng et a., 2015).

### **Neurociencias y las Ciencias Naturales**

La enseñanza de las ciencias naturales en la actualidad ha requerido profundas transformaciones desde la educación elemental, basando en el estilo innovador. El aprendizaje de esta rama tiene el deber ineludible de preparar al hombre para la vida. A través del

proporcionamiento de conocimientos para el desarrollo de métodos y estrategias de aprendizaje (Arteaga-Valdés, Armada-Arteaga, & Sol-Martínez, 2016).

Las personas que viven en el siglo XXI, requieren aprender a cómo identificar y resolver problemas. Los individuos tienen la capacidad de planificar, ejecutar y controlar su propio conocimiento. Día a día aprenden a afrontar el entorno versátil a través de valores, principios y criterios. Cabe recalcar que estos aprendizajes tienen lugar en la escuela, donde el plantel tiene la tarea de preparar al hombre para la vida.

Por otro lado, las ciencias naturales consolidan un escenario de las ciencias fácticas o experimentales, cuyo proceso de enseñanza se basa en el descubrimiento de saberes. A través de la comprobación de teorías y proponer argumentaciones críticas. Plantean varios autores la integración de proyectos y clases creativas, donde se integren nuevos escenarios pedagógicos. Creando así nuevos ambientes de aprendizaje renovados y creativos (Jaramillo-Naranjo, 2019).

Las reformas en cuanto al currículo escolar bajo doctrinas de inclusión, disciplinarias y aspectos de la historia, aportan a la reflexión de los estudiantes. Sobre que son, como se hacen y quienes hacen las ciencias y así conocer como las enlazan con las problemáticas e intereses de vida (Chamizo & Pérez, 2017). Mediante programas estrictos con contenidos concretos donde los estudiantes deben educarse sobre las verdades absolutas.

El currículo moderno da mayor énfasis al protagonismo del estudiante, donde le permite que desarrolle sus destrezas cognitivas y metacognitivas (Jaramillo-Naranjo, 2019). Las ciencias naturales favorecen de esta forma a la edificación de nuevos conocimientos de forma significativa e integradora. A fin de cerciorar una educación moderna. Este tipo de educación pretende que los docentes manejen materiales que los estudiantes participen de forma activa.

Finalmente, la neurociencia cognitiva contribuye conocimiento sobre el funcionamiento cerebral que será útil para la instrucción de las ciencias naturales. El objetivo principal de las ciencias naturales es que el estudiante conozca y comprenda la complejidad del mundo en el que vive. La memorización de fórmulas, contenidos, ecuaciones, entre otros, es el origen de la descontextualización del aprendizaje. Y dando así comienzo a la alfabetización científica en aspectos de la ciencia y tecnología (Tacca-Huamán & Chire-Bedoya, 2020).

### **Experimento 1**

El diseño del primer instrumento se basó en el modelo de artículos de los medios de comunicación. Donde los estudiantes a través de la lectura calificaron la solidez del razonamiento científico de los artículos, bajo una escala tipo Likert. Este diseño permitió dividir en 3 grupos: resultados expuestos en texto, a través de gráficos de barras y resultados con imágenes cerebrales. El cual, a través de la comparación de las imágenes cerebrales y los gráficos de barras, permitió conocer la persuasión que tienen las neuroimágenes al transmitir datos de neurocientíficos.

Para la obtención de los resultados se realizó a través de una prueba paramétrica, donde se hace uso de ANOVA para el análisis de las varianzas. El cual permitió probar si el artículo al contener imágenes cerebrales persuade a los estudiantes a conseguir calificaciones más altas a través de la investigación de neurociencia cognitiva. De acuerdo al razonamiento científico cuando las imágenes cerebrales están presentes.

## **Materiales y Métodos**

### **Participantes**

Esta investigación parte de una muestra de 185 estudiantes de una institución educativa ubicada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Conformada por 5 paralelos A, B, C, D y E de segundo año de bachillerato. Para este estudio no es necesario el empleo de fórmula para el cálculo de la muestra, ya que se trata de una población finita, que será seleccionada de forma intencional (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Por ende, la investigación es de forma experimental en el que intervienen 3 grupos para ser analizados sus comportamientos y verificar las respuestas frente al hecho.

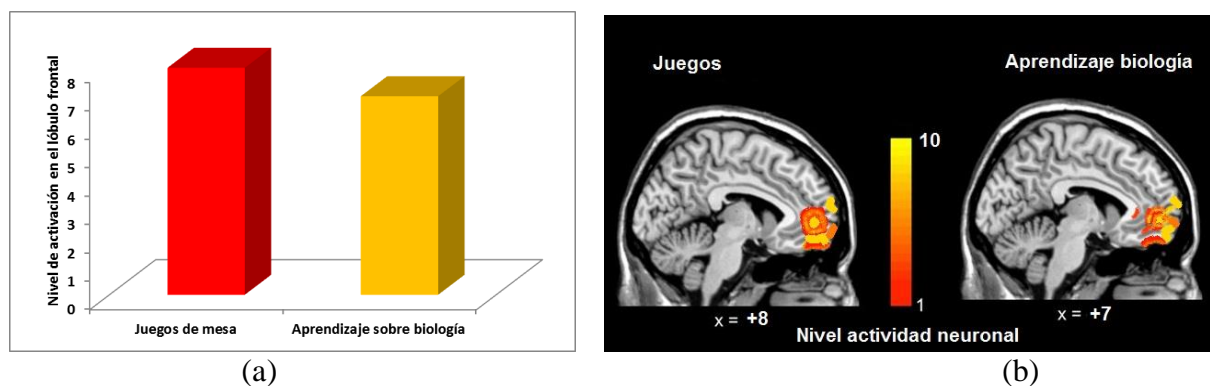
### **Procedimiento**

Los estudiantes leyeron los tres artículos breves, con resultados ficticios de neurociencia. Los títulos de los artículos empleados en la investigación son: 1) “Realizar ejercicios de predicción de la conducta de otros fomenta la creatividad”, 2) “Las actividades artísticas creativas mejoran el razonamiento lógico matemático” 3) “Realizar juegos en clase permite un mejor aprendizaje de la biología”. El artículo 1 y 2 contienen errores en la exposición científica, por esta razón requieren de un mayor análisis que permitan concretar la hipótesis expuesta.

Mientras que el artículo 3 concluye que las actividades lúdicas que conlleven juegos y realizar actividades escolares en biología. Estas actividades producen la activación neuronal en el lóbulo frontal. Esto quiere decir que al implementar juegos dentro del aula mejoran el aprendizaje los estudiantes en biología. Dicha particularidad se la presentó en los artículos bajo 3 modalidades: texto, gráfico de barras e imágenes cerebrales (Fig. 1a).

## Figura 1

*Imagen Cerebral Utilizados del Artículo Titulado "Realizar Juegos en Clase Permite un Mejor Aprendizaje de la Biología"*



*Nota.* Fuente: (a) es de elaboración propia, a partir de los datos obtenidos con los instrumentos utilizados en el experimento 1. (b) Nivel de actividad neuronal. Tomado de Your Brain On Porn, Estados Unidos. <https://www.yourbrainonporn.com/es/>. Derechos de autor por Creative Commons.

Cada artículo cuenta con una prolongación de 300 palabras presentadas en una sola hoja, en la parte inferior del instrumento se hallan las preguntas de calificación y la imagen introducida en el texto. Las preguntas a contestar por los estudiantes son: el artículo está bien escrito, el título era una buena descripción de los resultados y el razonamiento científico del artículo tenía sentido. La calificación se la representa en una escala tipo Likert de 4 puntos siendo 1 “Muy en desacuerdo”, 2 “En desacuerdo”, 3 “De acuerdo” y 4 “Muy de acuerdo”.

Para la asignación aleatoria de los 3 artículos que deberán contestar los estudiantes se la realiza a través de la manipulación de rotación de manera que exista una compensación en cada uno de los 3 grupos. Donde los grupos sean participantes en la lectura de los artículos de investigación, según como se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Lecturas que Realizaron los Estudiantes, Según las Condiciones Experimentales del Experimento 1*

Grupo	Artículo 1	Artículo 2	Artículo 3
1er grupo de 49	Texto	Gráfico de barras	Imágenes cerebrales
2do grupo de 60	Gráfico barras	Imágenes cerebrales	Texto
3er grupo de 76	Imágenes cerebrales	Texto	Gráfico de barras

*Nota.* Fuente: Datos Experimento 1. Elaboración propia.

El experimento se realiza con la participación de los 3 grupos por 3 ocasiones haciendo uso de los diferentes artículos que fueron previamente dispuestos para la investigación, significa entonces que se obtendrá un total de 9 resultados, que serán sometidos al análisis de varianza a través de ANOVA.

### **Resultados y Discusión**

Para la prueba estadística el valor de alfa resulto ser significativa ( $0,05\alpha = 0,05$ ). Para la obtención de los resultados se hace uso del ANOVA realizando el análisis de cada pregunta por separado, significa entonces que se tienen 9 resultados de ANOVA. El factor o variable independiente es la presencia o ausencia de imágenes con tres niveles o tratamientos (solo texto, con gráficos de barras y con imagen cerebral). Mientras que las variables de respuestas están determinadas bajo la escala de Likert en un rango de valores discretos (1 a 4).

El artículo 1 “Realizar ejercicios de predicción de la conducta de otros, fomenta la creatividad” se observaron efectos significativos del factor (no se acepta la hipótesis de que los promedios en los 3 niveles del factor son iguales si  $\text{Sig.} < \alpha$ ). En las 3 preguntas:  $F= (6.497)$  con  $\text{Sig.} = 0,002$  para la pregunta de escritura  $F= (3.313)$  con  $\text{Sig.} = 0.039$ , mientras que la pregunta título  $F= (7.346)$  con  $\text{Sig.} = 0.001$  para la pregunta del razonamiento científico.

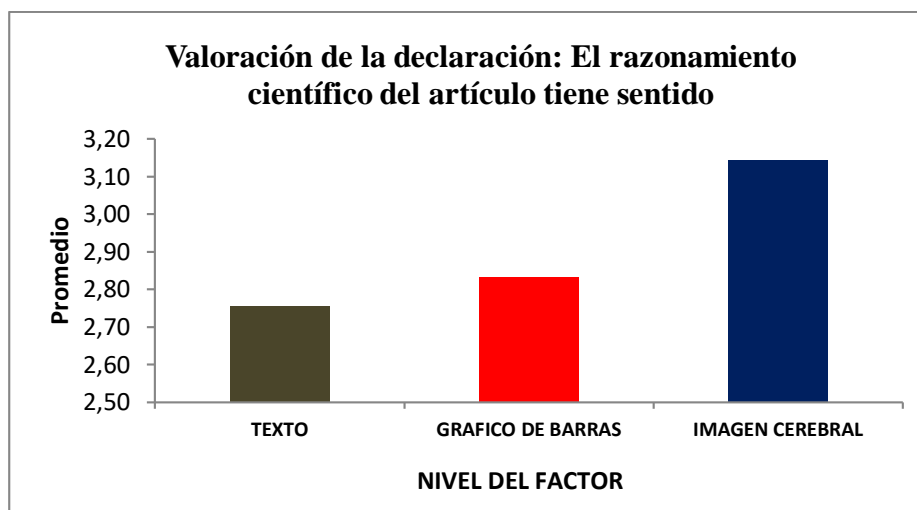
Mientras que, para las comparaciones múltiples (el artículo está bien escrito), se analizó a través de la prueba de Scheffé. Demostrando que no hay diferencias significativas en la lectura con solo texto y gráficos de barras (diferencia de medias = 0.145 con Sig. = 0.721). Pero que si existen diferencias significativas (no se acepta la hipótesis de que las dos medias o promedios son iguales si Sig. <  $\alpha$ ), en la lectura realizada con imágenes cerebrales respecto a la condición de control (diferencia de medias = 0.459 con Sig. = 0.005) y la de gráfico de barras (diferencia de medias = 0.342 con Sig. = 0.033). Es decir, la lectura con la presencia de imágenes cerebrales se ha calificado como mejor escrita que la de condición de control o con gráficos de barras.

Un resultado semejante se observó en las comparaciones para la pregunta de si, el razonamiento científico del artículo tiene sentido donde se obtiene una diferencia de medias = 0.458 con Sig. = 0.002 y con el gráfico de barras la diferencia de medias = 0.332 con Sig. = 0.025. Lo cual implica una mejor valoración del argumento científico cuando están presentes las imágenes cerebrales.

En el artículo 2 “Las actividades artísticas creativas mejoran el razonamiento lógico matemático” y el artículo 3 “Realizar juegos en clase permite un mejor aprendizaje de la biología”. En el análisis a través de ANOVA demuestra una diferencia significativa en los promedios de cada pregunta. Sin embargo, favorece el promedio del nivel 3 (lectura con imágenes cerebrales). En la figura 2 se ha sintetizado ese resultado mediante el gráfico de los promedios ponderados de los 3 artículos leídos y evaluados por los estudiantes. En conclusión, la presencia de imágenes cerebrales en el texto, se logró que reciba las valoraciones más altas cuando están presentes las imágenes. Difiriendo significativamente la valoración recibida en la condición de control y con gráfico de barras.

## Figura 2

*Valoración de la Declaración: el Razonamiento Científico del Artículo (Texto, Gráfico de Barras e Imagen Cerebral).*



*Nota.* Fuente: Datos del experimento 1. Elaboración propia.

## Experimento 2

En el experimento 1 se pudo constatar que la presencia de imágenes cerebrales en texto que contenga información de ciencia cognitiva han favorecido la valoración del razonamiento científico en los estudiantes de bachillerato donde adquieren la información transmitida en el texto. Mientras que la valoración con la presencia de neuroimágenes difirió de la condición de control y también de los textos con gráficos de barras.

Las imágenes cerebrales pueden resultar más complejas desde el punto de vista visual. La representación de información de carácter científico tradicionalmente se la representa en gráficos de barras. De allí que McCabe & Castel (2008), formulan en su trabajo la hipótesis de que en vista de la complejidad que presentan las neuroimágenes esto pudiera estar influyendo en los estudiantes para formarse en el razonamiento científico de los artículos.

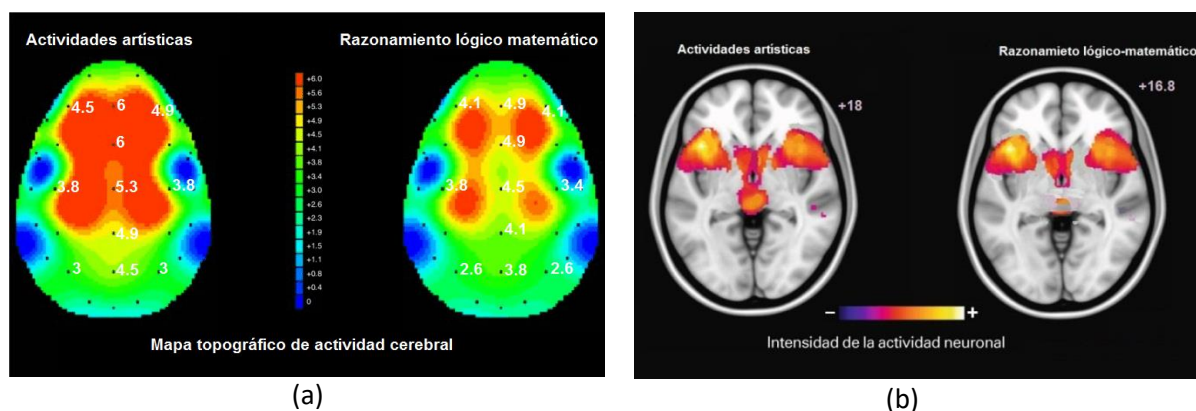


Con el siguiente experimento se persigue, precisamente, abordar esa situación contrastando la presencia de las neuroimágenes en los textos, con otras imágenes que se muestran más complejas; en tal sentido se utilizan las imágenes de mapas topográficos de activación cerebral, propuestas por McCabe & Castel (2008).

Los mapas topográficos presentan imágenes del cerebro que guardan cierta similitud con las imágenes cerebrales. Reflejando zonas o áreas del cerebro que son identificadas con colores y valores numéricos en escalas o niveles de activación cerebral. Pero se puede observar un colorido más complejo que son menos conocidas y utilizadas, pueden presentar mayor complicación en su identificación e interpretación (Fig. 3).

### Figura 3

*Imágenes de Mapas Topográficos de Activación Cerebral e Imágenes Cerebrales para el Artículo: Las Actividades Artísticas Creativas Mejoran el Razonamiento Lógico Matemático.*



*Nota.* Fuente: (a) Mapa topografico de actividad cerebral. (b) Intensidad de la actividad neuronal .Tomado de Fusar-Poliab et a., (2010). <https://neurocrecerhn.com/brainmap/>.

Derechos de autor 2021 por la NeuroCreceer Company.

De modo que se esperó la existencia de una diferencia estadísticamente significativa (a favor de los mapas topográficos de activación cerebral) entre la valoración de textos con información de neurociencia, acompañados de imágenes cerebrales y la valoración de estos mismos textos acompañados de mapas de activación cerebral. Siempre y cuando la hipótesis de complejidad de la imagen influya en la valoración, siendo así válida.

## **Materiales y Métodos**

### **Participantes**

En el siguiente experimento participaron 140 estudiantes de segundo año de bachillerato. Esta muestra es seleccionada aleatoriamente a partir del grupo total de 185 estudiantes del experimento 1. Los estudiantes pertenecen a una institución pública de Guayaquil- Ecuador y forman parte de los paralelos A, B, C, D y E de segundo año de bachillerato.

### **Procedimiento**

El artículo titulado "Las actividades artísticas creativas mejoran el razonamiento lógico matemático" (ilustrado con imágenes de mapas topográficos de activación cerebral) participa un grupo de 70 estudiantes de bachillerato que han sido asignados aleatoriamente. Mientras que el artículo "Realizar juegos en clase permite un mejor aprendizaje de la biología" (ilustrado con imágenes cerebrales), está compuesto por 70 estudiantes. Cabe recalcar que ambos artículos fueron utilizados ya en el experimento 1.

Para el análisis del experimento 2 los estudiantes solo deberán contestar la pregunta que se encuentra al final del artículo que estipula el razonamiento científico en el artículo tiene sentido. Misma que será calificada bajo una escala tipo Likert que ya fue utilizada en el experimento 1. Una vez obtenida la valoración la variable respuesta se somete a una prueba

estadística de medias bajo el análisis de la t-Student. El cual permita comprobar la hipótesis estadística planteada.

### **Resultados y Discusión**

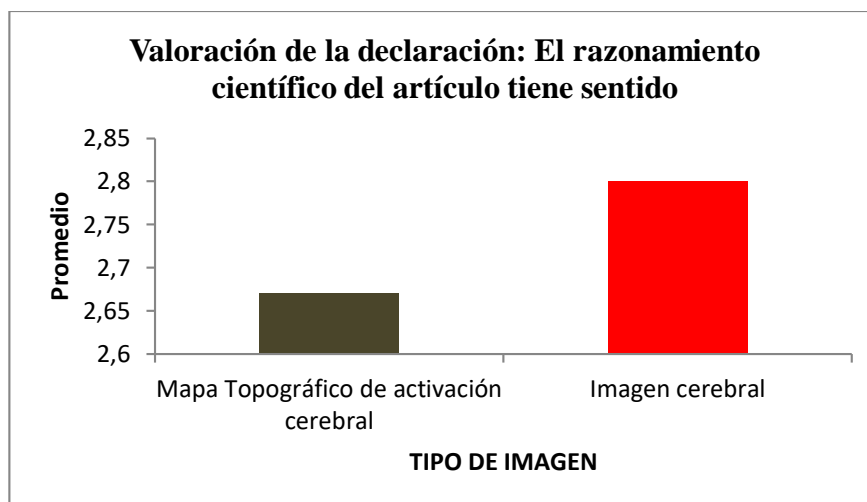
Como se muestra en la Figura 4, los artículos ilustrados con imagen cerebral recibieron una mejor valoración en el razonamiento científico que los acompañados de un mapa topográfico. La prueba t nos permitió evaluar la igualdad entre las medias de dos grupos siempre y cuando tengan varianzas iguales. Pero en este caso existe una diferencia significativa (con  $\alpha = 0.05$ ), ya que  $t = -1.994$  con Sig. = 0.048.

Por otro lado, la diferencia de medias observadas fue de -0.2571 con un intervalo de confianza del 95% que va de -0.512 hasta -0.002. Lo que ratifica el resultado de la prueba t, de que los promedios no son iguales. Estos resultados sugieren que no se debe aceptar la hipótesis estadística, es decir que la gráficamente observada en la Figura 4, a favor de la imagen cerebral, es verdadera.

En consecuencia, se puede comprobar que la hipótesis sobre la complejidad que tienen las neuroimágenes influyen en el juicio de que los estudiantes que se forman sobre el razonamiento científico. El mapa topográfico de activación cerebral resulta visualmente más complejo que la neuroimagen. Sin embargo, el promedio de valoración con la presencia de la neuroimagen sigue siendo superior.

#### **Figura 4**

*Valoración Promedio Sobre el Razonamiento Científico del Artículo, Dependiendo del Tipo de Imagen Utilizado como Factor Experimental.*



*Nota.* Fuente: Datos del experimento 2. Elaboración propia.

### Experimento 3

El experimento 1 y el experimento 2 permitieron establecer que efectivamente la presencia de imágenes cerebrales en artículos ficticios sobre ciencia cognitiva, bajo un modelo de los medios de comunicación, permite incrementar la credibilidad que tienen los estudiantes de bachillerato ante el razonamiento científico expuestos en los artículos. Resultados que corroboran lo que McCabe & Castel (2008) presentaron en su artículo.

Siguiendo la línea de los experimentos de los autores McCabe & Castel (2008), en el experimento 3. Con este experimento se busca ratificar las hipótesis planteadas en los experimentos precedentes pero esta vez ajustadas a la situación real. A través del análisis de un artículo que no es ficticio buscando hacer dudar al estudiante de su veracidad. Este artículo es de un medio de noticias real llamándose así el artículo “La psicopatía está enlazada con determinadas anomalías estructurales en el cerebro”.

La idea del experimento con ese artículo era ratificar las hipótesis que se planearon en los experimentos precedentes, pero, ajustados ahora a una situación real, con un artículo que no es ficticio y carece de especulaciones que puedan hacer dudar al estudiante de la veracidad del

razonamiento científico allí expuesto. Se pretende, por lo tanto, extender los resultados a la condición de una publicación real.

Se varían las condiciones del artículo donde no consta de imágenes y hace uso de imágenes cerebrales basándose en la inclusión o no de una crítica sobre el uso de imágenes cerebrales. En el cual se han considerado dos factores o variables independientes. Que se busca obtener resultados de acuerdo a una publicación real.

## **Materiales y Métodos**

### **Participantes**

Para el siguiente experimento se seleccionaron aleatoriamente 100 estudiantes de segundo año de bachillerato de los 185 estudiantes del experimento 1. Los estudiantes pertenecen a una institución pública de Guayaquil- Ecuador y forman parte de los paralelos A, B, C, D y E de la institución en estudio.

### **Procedimiento**

Para los materiales y procedimientos se utilizan los mismos del experimento 1. Pero se hace uso de un artículo real del servicio de noticias SoloCiencia del grupo Lexur. El artículo utilizado se titula “La psicopatía está enlazada con determinadas anomalías estructurales en el cerebro”. En la página principal del artículo se estructuran dos interrogantes ¿Está de acuerdo o en desacuerdo con que el título, “La psicopatía está enlazada con determinadas anomalías estructurales en el cerebro”, es un buen resumen de los resultados? y ¿Está de acuerdo o en desacuerdo con la conclusión de que las imágenes cerebrales o escáneres cerebrales se pueden utilizar para identificar y diagnosticar este subgrupo de delincuentes?

Estas interrogantes deben ser calificadas por parte de los estudiantes en una escala de Likert (1-4). El experimento contempla un diseño de ANOVA, completamente aleatorio bajo 2 factores de análisis. El factor 1, bajo 2 niveles: artículo sin imágenes y artículo con imágenes cerebrales. Mientras que el factor 2, bajo 2 niveles: artículo con la crítica y artículo sin crítica. Los estudiantes seleccionados fueron asignados de manera aleatoria a las 4 combinaciones donde participaran 25 estudiantes en cada nivel.

Con el diseño de este experimento se hace uso de las hipótesis 1) La presencia de imágenes cerebrales favorecen la evaluación del título en relación con el contenido, 2) La presencia de una crítica a las imágenes cerebrales en el artículo influye en la valoración del título en relación al contenido, aún con presencia de imágenes cerebrales y 3) La credibilidad a la conclusión de que las imágenes cerebrales o escáneres cerebrales se pueden utilizar para identificar y diagnosticar este subgrupo de delincuentes puede ser afectada por la presencia de una crítica a esas imágenes.

### **Resultados y Discusión**

Al realizar el análisis de la varianza ANOVA, con el modelo factorial a 2 factores: 1) Imagen cerebral con imagen o sin imagen y 2) Crítica a las imágenes cerebrales con crítica o sin crítica, para la primera variable respuesta, relacionada con la conclusión del artículo de que las imágenes cerebrales o escáneres cerebrales se pueden utilizar para identificar y diagnosticar el subgrupo de delincuentes. Se ha obtenido (con  $\alpha = 0,05$ ), por lo tanto este modelo es adecuado para explicar la variabilidad existente en la variable respuesta, al obtener  $F = (5.41)$  con  $\text{Sig.} = 0.002$ . Por lo tanto no se acepta la hipótesis de que el modelo es inadecuado ya que  $\text{Sig.} < \alpha$ .

Entre las 2 condiciones experimentales (imagen cerebral y crítica), se demostró que no es significativo su efecto. Al presentar  $F= (1.79)$  con  $\text{Sig.}= 0.184$ . De ser demostrada no se rechaza la hipótesis de que no existe interacción entre los factores ya que  $\text{Sig.} > \alpha$ . Esto es importante en vista de que la existencia de interacción entre los factores suele ocultar los efectos de cada factor de manera individual (Montgomery, 2004).

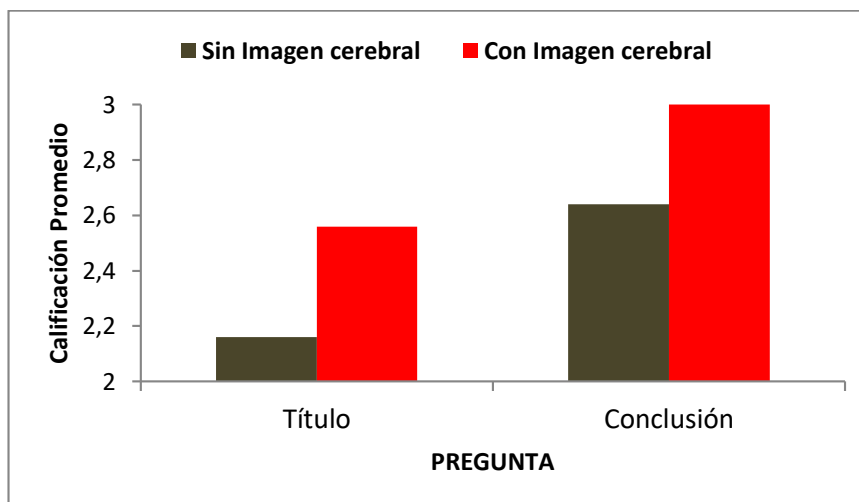
Por otro lado, respecto al efecto principal de la presencia de imágenes cerebrales resultó significativo con  $F= (5.79)$  y  $\text{Sig.}= 0.018$ . Es decir, que la valoración de la conclusión fue mayor cuando estaba presente la imagen cerebral. El efecto, la presencia de la crítica en el artículo también repercutió significativamente con  $F= (8.66)$  y  $\text{Sig.}= 0.004$ . Este último difiere del resultado obtenido por McCabe & Castel (2008), donde no es significativo.

En relación a la segunda pregunta de si está de acuerdo con el título del artículo “La psicopatía está enlazada con determinadas anomalías estructurales en el cerebro”, no hubo efecto de la interacción de los factores al presentar  $F= (0.059)$  con  $\text{Sig.} = 0.809$ . El efecto principal de la imagen cerebral en este caso fue significativo  $F= (5.904)$  y  $\text{Sig.}= 0.017$ , pero el efecto de la crítica no fue significativo  $F= (2.893)$  con  $\text{Sig.}= 0.092$ .

En consecuencia, los estudiantes calificaron el título, “La psicopatía está enlazada con determinadas anomalías estructurales en el cerebro”, con mayor valoración ante la presencia de las imágenes cerebrales que en su ausencia, indistintamente de la presencia de una crítica a dichas imágenes. Esto revela una vez más la potencia de las imágenes cerebrales para determinar la buena valoración del artículo que va acompañado de ellas (Fig. 5).

## Figura 5

*Valoración Promedio Sobre la Idoneidad del Título y Nivel de Acuerdo con las Conclusiones Finales del Artículo.*



*Nota.* Fuente: Datos del experimento 3. Elaboración propia.

## Discusión General

Poner en práctica la técnica del uso de imágenes cerebrales en reportes de ciencia cognitiva le dieron mayor énfasis los estudiantes de bachillerato a la exposición científica presentada en los artículos que no incluían la imagen cerebral. Se puede constatar que en los artículos ficticios contenían errores ante los artículos reales que son exentos de errores. Esto confirma los resultados obtenidos por McCabe & Castel (2008) de que la presencia de imágenes cerebrales en artículos con información de ciencia cognitiva, confiere mayor credibilidad a la información que se transmite.

Según McCabe & Castel (2008), la imagen cerebral resulta más persuasiva porque contiene evidencia física del proceso cognitivo. Esto ayuda a que se facilite la interpretación de este tipo de imágenes, ya que resulta más fácil su asociación con el fenómeno cognitivo que trata



de describir. Es decir, que se presenta como una evidencia visual de un sistema físico que se encuentra en pleno funcionamiento, esta es propia de las ciencias naturales.

La utilización de las neuroimágenes en la producción científica de neurociencia se considerada actualmente un boom. Mora (2007) citado por Martínez (2013), señala que existen técnicas que pueden utilizarse como el ADN o la huella digital. No solo para detectar patologías neuronales sino también para escudriñar la mente en casos de implicaciones en crímenes. Añadiendo Martínez (2013), que las técnicas de Mora son las de neuroimagen, “consideradas las puertas de la lectura cerebral” (p.116).

No obstante, su trabajo en sí, es una crítica a la excesiva utilización de neuroimágenes para presentar información de ciencia cognitiva. Se pueda obtener las apreciaciones de los autores citados que permiten destacar la importancia que se da a la imagen neuronal y el papel que esta debe desempeñar en el desarrollo de la ciencia cognitiva en el futuro inmediato. A esto le agregamos capacidades que dotan de inteligencia, de emociones, de memoria, razonamiento, entre otros. Hoy en día son de vital importancia para nuestra existencia y sobrevivencia a lo largo de la historia.

Por lo cual, se confirma que una gran parte del interés en las neuroimágenes y el poder que estas tienen para influir en el juicio que se forma en los estudiantes acerca de los artículos leídos reside en las propias neuroimágenes. Siendo así las neuroimágenes dan mayor credibilidad a los datos de la neurociencia cognitiva.

### **Conclusión**

Este estudio permitió vislumbrar las posibilidades que se tiene a partir de la realización de experimentos en neurociencia. Mediante la cual se puedan extraer conclusiones válidas o a su

vez explicaciones de fenómenos que puedan tener implicaciones positivas. Por ejemplo, el área de las ciencias de la educación, como la didáctica o la pedagogía.

En ese sentido, aunque en el experimento 1 se ensayó con artículos ficticios que contenían errores de razonamiento como es el artículo "Realizar juegos en clase permite un mejor aprendizaje de la biología " ó "Las actividades artísticas creativas mejoran el razonamiento lógico matemático". Estos son trabajos en neurociencia con títulos semejantes donde hacen uso de las neuroimágenes. Arrojan resultados para ser aplicados en didáctica y pedagogía de las distintas asignaturas de ciencias que se imparten en el bachillerato.

En tal sentido, las pruebas realizadas en el experimento 1 las cuales fueron 9 en total, mostraron en 7 de ellas una significación estadística. Manifestando que la presencia de las imágenes favorece el buen juicio de los estudiantes que participaron en los artículos que contenían las neuroimágenes. Así, un trabajo de neurociencia que vincule por ejemplo la actividad musical con el rendimiento estudiantil en matemáticas y física donde se vincule el acompañamiento didáctico de imágenes cerebrales.

Por otro lado, la significación estadística de la prueba t permitió el rechazo de la hipótesis. Donde la complejidad de la imagen puede estar afectando la capacidad para hacer que los estudiantes se formen en un buen juicio del artículo que la contiene. Se determinó que no es la complejidad de la imagen la que influye en su poder o influencia sobre el juicio del estudiante respecto a la credibilidad del razonamiento en los artículos leídos.

Por lo tanto, el factor de complejidad de la imagen fue descartado, pero se incluyó una crítica a la imagen cerebral en el texto. Donde se encuentra incierta como un nuevo factor que puede incidir o hacer dudar al estudiante sobre su buen juicio del razonamiento de los artículos.

Lo cual no ocurrió, demostrando que es la propia imagen en sí, tal como se había discutido. Esta es la portadora de capacidad que tiene para influir en el juicio que los individuos se forman respecto al razonamiento científico de textos que las contienen.

## Referencias

- Arteaga-Valdés, E., Armada-Arteaga, L., & Sol-Martínez, J. L. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Unievrnsidad y Sociedad*, 8(1).  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202016000100025](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100025)
- Bunge, M. A. (2017). El planteamiento cinético. *Revista cubana de salud pública*, 43(3), 470-498. <https://www.scielo.org/article/rcsp/2017.v43n3/470-498/#>
- Cabreizo, A. (2005). *Cultura científica*. Madrid-España: EDITEX.
- Callingham, R. (2007). *Assessing statistical literacy: A question of interpretation*.  
[https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/6D1\\_CALL.pdf](https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/6D1_CALL.pdf)
- Chamizo, J. A., & Pérez, Y. (2017). Sobre la enseñanza de las ciencias naturales. *Didáctica de las ciencias. Revista iberoamericana de Educación*, 74(1), 23-40.  
<https://doi.org/10.35362/rie741624>
- Cheng, E.-J., Leong, C., Teoh, C. L., Yuan, Q., Merchant, P., Dunn, M., . . . Chang, Y.-T. (16 de Febrero de 2015). NeuO: a fluorescent chemical probe for live neuron labeling. *Neuron Imaging en PubliMed*, 54(8), 1-6. <https://doi.org/10.1002/anie.201408614>
- Creswell, J. (2013). *Qualitative inquiry and research design. Choosing among five*. Londres, Reino Unido: SAGE publications.
- Daza, M. d. (2012). Neurocognición y Educación: una aproximación necesaria. *Hacer y saber* (1), 153-172.
- Demandes, I., Latrach, C. A., Febre, N. P., Muñoz, C., Torres, P., & Retamal, J. (2012). Evaluación del razonamiento científico y comunicación oral y escrita en el licenciado en enfermería. *Rev Esc Enferm USP*, 46(4), 980-984. <https://doi.org/10.1590/S0080-62342012000400028>

- Díaz-Rodríguez, Y., Gómez-Rodríguez, J., & Díaz-Cabriales, A. (2021). *Neuroeducación de lo científico a lo práctico* (primera edición ed.). Durango, México: Asociación Normalista de Docentes Investigadores.
- Dunne, S., & O'Doherty, J. (2013). Insights from the application of computational neuroimaging to social neuroscience. *Current Opinion in Neurobiology*, *11* (9), 1-6.
- Fusar-Poliab, P., Bhattacharyyaa, S., Allena, P., Crippaac, J., Borgwardtd, S., Martin-Santosa, R., . . . McGuirea, P. (2010). Effect of image analysis software on neurofunctional activation during processing of emotional human faces. *Journal of Clinical Neuroscience*, *17*(3), 311-314. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2009.06.027>
- García, S., Castiñeiras, J. M., & Rodeja, E. G. (2002). Razonamiento y argumentación en ciencias: Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. *Enseñanza de las ciencias*, 217-228.
- Giménez-Navarro, M., Contreras-Rodríguez, O., & Soariano-Mas, C. (2020). *Neuroimagen para neuropsicólogo*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Hernández, S. R., Fernández, & Baptista. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mac Graw Hill.
- Jaramillo-Naranjo, L. M. (2019). Las ciencias naturales como un saber integrador. *Sophia, colección de filosofía de educación* (26), 199-221. <https://doi.org/10.17163/soph.n26.2019.06>
- Martí-Clíment, J., E.Prieto, López-Lafuente, J., & Arbizú, J. (2010). Neuroimagen: Fundamentos técnicos y prácticos. *Rev. Esp. Med. Nucl*, *29*(4), 189-210. <https://doi.org/10.1016/j.remn.2010.05.001>
- Martínez Bencardino, C. (2012). *Estadística y muestreo*. Bogotá: ECOE EDICIONES.

- Martínez, A. (2013). Neuroimágenes y neurodisciplinas: sobre ciertas limitaciones. *Revista Internacional de Filosofía*(59), 115-123.  
[https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/50091/1/Neuroim%  
c3%a1genes%20y%20neurodisciplinas.pdf](https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/50091/1/Neuroim%c3%a1genes%20y%20neurodisciplinas.pdf)
- McCabe, D. P., & Castel, A. D. (25 de July de 2008). Seeing is believing: The effect of brain images on judgments of scientific reasoning. (ScienceDirect, Ed.) *Cgnición en ScioenceDirect*, 107, 343–352. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.07.017>
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. México D.F.: Editorial Limusa.
- Ortiz-Ocaña, A. (2015). *Neuroeducación. ¿Cómo aprende el cerebro humano y cómo deberían enseñar los docentes?* Bogotá: Ediciones de la U.
- Parra-Bolaños, N. (2015). Impacto de las técnicas de neuroimagen en las ciencias sociales. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 31-37. <https://doi.org/10.5839/rcnp.2015.10.01.07>
- Sousa, D. A. (2002). *Cómo Aprende el Cerebro. Guía para el maestro en la clase. Segunda edición* (2da ed., Vol. Segunda edición). Thousand Oaks, California, EEUU: Corwin Press, INC. A Sage publications Company .
- Swencionis, J., & Fiske, S. (2014). How social neuroscience can inform theories of social comparison. *Neuropsychologia*(56), 140-146.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.01.009>
- Tacca-Huamán, D. R., & Chire-Bedoya, C. B. (2020). Los aportes de la Neurociencia a la enseñanza de las Ciencias Naturales: reflexiones desde la experiencia de los estudiantes de educación secundaria. *Revista de la Universidad del Zulia*, vol. 11 (Num 30).  
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3071>