

TECANA AMERICAN UNIVERSITY
Post-doctoral Program in Cognitive Neuroscience Applied to Education



INFORME N° 3
**Metodologías de investigación cuantitativas para estudios de Neurociencias
cognitivas**

Autor: Dr. Jolié Mc Guire Aros

“Por la presente juro y doy fe que soy el único autor del presente informe y que su contenido es fruto de mi trabajo, experiencia e investigación académica”

Marzo 2020

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
INTRODUCCIÓN	6
JUSTIFICACIÓN	8
METODOLOGÍA	8
CAPÍTULO 1.....	9
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA	9
1.1. Perspectiva epistemológica y paradigmas de investigación	9
1.2 Metodología de investigación cuantitativa	10
1.3 Alcances de la investigación cuantitativa	10
1.3.1 Alcances de investigación Exploratorio, Descriptivo, Correlacional, y Explicativo	11
1.4 Diseños de Investigación	12
1.4.1 Diseños de investigación Experimentales y sus tipos	13
1.5 Análisis de datos cuantitativos.....	15
1.5.1 Estadística descriptiva de las variables.....	16
CAPITULO II	17
Métodos de investigación de Neurociencias cognitivas.....	17
2.1. Conceptualización	17
2.1.1 Evolución hacia investigaciones de neurociencia cognitiva	19
2.2 Técnicas de recolección de datos de imágenes cerebrales.....	20
2.2.1 Técnicas de imagen estructural del cerebro	20
2.2.2. Difusión MRI.....	21
2.2.3 Técnicas de imagen funcional del cerebro.....	22
2.2.4 Recolección de datos por resonancia magnética funcional	23
CAPITULO III	24
Modelos y teorías de investigación en Neurociencia cognitiva	24
3.1 Modelos cognitivos formales.....	25

3.2. Los modelos de procesamiento de la información.....	26
3.2.1 Potenciales relacionados con Eventos con (PRE).....	26
3.2.2. Modelo <i>ADR</i> : Abstract Direct Representation.....	27
3.2.3 Teoría basada en el Modelo: Model-based theorizing.....	27
3.2.4 Teorizar por modelado.....	27
3.3. Modelo de Difusión.....	28
3.4 Estudio de Mulder.....	29
3.5 Modelos de Psicología cognitiva.....	30
3.5.1 Modelos cognitivos operacionales y no operacionales.....	30
3.5.2 Modelos cognitivos primarios, de alto nivel y de bajo nivel.....	30
3.5.3 Modelos cognitivos situacionales y proposicionales.....	30
3.6 Modelo computacional en neuropsicología cognitiva.....	30
3.6.1 Modelos de simulación de redes neuronales de desarrollo cognitivo.....	31
CAPITULO IV	31
INVESTIGACIÓN DE NEUROCIENCIA COGNITIVA Y LA EDUCACIÓN	31
4.1 Brechas entre Investigación Neurociencias y Educación.....	31
4.2 Neurociencias educativa y Neuroeducación.....	34
4.3 Campo de Investigación en Neurociencias educativa.....	36
4.4 Experiencias de investigación de neurociencia educativa para aplicación en el aula...	37
4.5 Controversias de la aplicación de las neurociencias a la sala de clases.....	38
CONCLUSIONES.....	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.....	46
LISTA DE FIGURAS	
IMAGEN 1.....	20
IMAGEN 2.....	23
IMAGEN 4.....	25
IMAGEN 5.....	30
IMAGEN 6.....	31
IMAGEN 7.....	35
IMAGEN 8.....	37

RESUMEN

En el presente informe se presenta cómo la investigación cuantitativa de tipo experimental es la cual permite realizar análisis de datos extraídos desde tecnología que visualiza el funcionamiento del cerebro, durante ejecución de tareas. La primera sección entrega un resumen de los alcances de la metodología cuantitativa, y algunos ejemplos relacionados con Neurociencias cognitivas que se desprenden con ese método. En segundo apartado se enfoca a los modelos de investigación interdisciplinarios que han sido aplicados a algunas investigaciones que aportan a conocer procesos de aprendizaje en ambientes educativos. Se logra a través de unión de datos tanto de mediciones de ejecución de tareas con test psicológicos cognitivos, como además con tecnología no invasiva dentro de laboratorio como Imagen de resonancia magnética funcional (fMRI) y Electroencefalograma (EEG), entre otros. Estos buscan generalizar algunos comportamientos o consecuencias de daños cerebrales, que aportan al avance neurocientífico desde mente-cerebro unidos a otras disciplinas. Aunque en el aspecto educativo es más complejo tener respuestas a los fenómenos que ocurren en el cerebro en el entorno real de una organización educativa, los educadores pueden prevenir algunas maneras de enseñar que pueden ser perjudicial para el aprendizaje.

Finaliza con la exposición de la dificultad de la investigación de neurociencias cognitivas aplicadas a educación, donde se destacan análisis que indican la controversia de aplicar neurociencias a las sala de clases. Ya que se presenta la necesidad de recurrir a respuestas interdisciplinarias como Neurociencias, neurociencias cognitivas, psicología cognitiva, teorías de Educación, lo que dificulta tener un modelo que solucione los hallazgos de los datos para un mismo fenómeno. Sin embargo, el estudio de Neuroeducación y neurociencias educativas entregan varias investigaciones que han dado resultado en mejorar los ambientes de aprendizaje. Los neurocientíficos cognitivos y educadores tendrían que interrelacionar ambas disciplinas y proveer conocimiento para la realidad de contextos educativos.

Descriptores

Neurociencia cognitiva, metodología cuantitativa, modelos de investigación, neuroeducación, neurociencia educativa

ABSTRACT

This article presents how experimental quantitative research allows analysis of data extracted from technology that visualizes the functioning of the brain, during task execution. The first section provides a summary of the scope of the quantitative methodology, and some examples related to cognitive neurosciences derived from this method. The second section focuses on interdisciplinary research Models that have been applied to research how contribute to learning processes in educational settings. It is achieved through the union of data both from measurements of task execution with cognitive psychological tests, as well as non-invasive technology within the laboratory such as Functional magnetic resonance imaging (fMRI) and Electroencephalogram (EEG), among others. These seek to generalize some behaviors or consequences of brain damage, which contribute to the neuroscientific advance from mind-brain linked to other disciplines. Although it is more complex in the educational aspect to have responses to the phenomena that occur in the brain in the real environment of an educational organization, educators can prevent some ways of teaching that can be detrimental to learning.

It ends with the article present difficulty of the investigation of cognitive neurosciences applied to education, where analyzes controversy of applied neurosciences to the classroom stand out. Since there is a need to resort to interdisciplinary responses such as Neurosciences, cognitive neurosciences, cognitive psychologies, theories of Education, which makes it difficult to have a model that solves the data findings for the same phenomenon. However, the study of Neuroeducation and educational neurosciences provide several investigations that have resulted in improving learning environments. Cognitive neuroscientists and

educators would have to interrelate both disciplines and provide knowledge for the reality of educational contexts.

Keywords

Cognitive neuroscience, quantitative methodology, research models, neuroeducation, educational neuroscience

OBJETIVO GENERAL

- Describir los procedimientos, técnicas y metodologías que utiliza Neurociencias cognitivas para la investigación de la dualidad mente-cerebro como una dimensión novedosa que requiere de interdisciplinaredad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Organizar una visión general de la metodología de investigación cuantitativa, más recurrente para investigación experimental de las Neurociencias cognitivas.
- Identificar tipos de investigación y metodologías usadas en el campo experimental de neurociencias cognitivas, neurobiología, neuropsicología cognitiva y psicología cognitiva, entre otros.
- Especificar los modelos de investigación que se utilizan en Neurociencias cognitivas para análisis de datos desde técnicas de recopilación de información del funcionamiento del cerebro y procesos cognitivos.
- Identificar la investigación cuantitativa en Neuroeducación y neurociencias educativas para su aplicación de educación.

INTRODUCCIÓN

El estudio de neurociencias cognitivas se relaciona como principal tarea la investigación del comportamiento humano y del funcionamiento del cerebro, que lo hace posible la nueva tecnología como Imagen de resonancia magnética (fMRI),

Electroencefalograma (EGG), entre otros. Lo que esté relacionado a llevar al conocimiento de los resultados de investigación desde la psicología cognitiva, con datos procesados desde Neurociencias cognitivas, impactando con explicación causal, las conductas y funcionamiento del cerebro en las personas, entregando datos acerca de lesiones, trastornos, aprendizajes , memoria , entre otros, confirmándolo con la tecnología. Aunque los datos son de mayor parte cuantitativos, existen contextos y realidades de estudio que requieren test o entrevistas que favorecen la comprensión de las representaciones mentales, donde se acude a la metodología de investigación cualitativa o mixta. Luego el proceso de recopilación de datos a través de procesos experimentales es un elemento de sumo cuidado y modelos que lo hacen posible, ya que el participante en el laboratorio, requiere estar dispuesto a entregar información que entregue respuestas a hipótesis a los investigadores, de manera más nítidas posible a la realidad cotidiana. Mediante estímulos externos que los investigadores pueden manipular en investigaciones experimentales. Donde la mayor parte de los datos se recopilan con tecnología que logra extraer mediciones y registros con rigurosidad estadística, la que después se tiene que analizar con un modelo de investigación neurocientífico para presentar los resultados y conclusiones de fenómenos psicológicos que se confirman desde Neurociencias.

Este proceso hace difícil que el campo de neurociencias cognitivas educativas sea un proceso disciplinar, sin tomar en cuenta otras disciplinas de educación que se manifiestan en los contextos organizacionales educativos. Ya que en la sala de clases, los estudiantes tienen diferentes factores externos e internos para llegar al aprendizaje, comparado a lo que se puede rescatar como información desde un laboratorio.

A pesar de lo complejo que significa dar respuestas a cuestionamientos que suceden en el cerebro y mente de las personas, los investigadores han podido construir metodologías de investigación que puedan recoger y analizar información de Neurociencias cognitivas, mezclando la tecnología, las matemáticas y la computación como medios que extraer resultados que expliquen funcionamiento y cognición en el cerebro.

JUSTIFICACIÓN

La investigación de Neurociencias cognitivas es un proceso novedoso, en que neurocientíficos recurren a lo interdisciplinario para valorar datos provenientes de diferentes registros y métodos de recolección de datos. Los que hasta hoy son mayormente conocidos resultados desde psicología cognitiva como los test psicométricos como respuestas a procesos cognitivos de los participantes, relacionados principalmente con tratamientos clínicos. Sin embargo, las metodologías y modelos de investigación que los neurocientíficos aparecen como respuesta a la necesidad de dar respuestas a hipótesis, a pesar de la complejidad y gran volumen de teoría que está disponible. Donde la tecnología ha sido el pilar fundamental de la investigación de neurociencias cognitivas, para que tanto educadores como profesionales relacionados con tratamientos cognitivos de niños en proceso escolar, profundicen y avancen hacia nuevas maneras de entregar diagnósticos más certeros que confirmen qué sucede en el cerebro.

METODOLOGÍA

Se recurre a metodología de análisis documental descriptivo acerca de las metodologías cuantitativas que se incorporan en diseños de investigación de neurociencias cognitivas. Es descriptivo, ya que es “un discurso que evidencia y significa el ser de una realidad a través de sus partes, sus rasgos estructurales, sus cualidades, sus propiedades, sus caracteres estructurales o sus circunstancias” (Saravia, J., 1999; Pág. 57 citado en Arandes, 2013). Donde el fenómeno a estudiar forma un sistema complejo y amplio, la misma que permite acotarlo, ordenarlo, caracterizarlo y clasificarlo, es decir hacer una descripción del fenómeno lo mas precisa y exacta que sea posible. Como metodología de análisis de contenido no permite predecir fenómenos ni asegurar su reproducción, ni generar reglas universales, y resulta difícil reproducir los resultados de una misma investigación (Arandes, 2013).

Los artículos que se analizaron provienen de libros acerca de metodologías de investigación en promedio de año 2000 a la fecha, además de modelos de investigación de psicología cognitiva y neurociencias desde revistas científicas que analizan los avances de la interdisciplinaredad entre Neurociencias, psicología y educación. Las metodologías cuantitativas se presentan desde nivel general, inclinándose hacia lo interdisciplinario, donde las investigaciones como neurociencias cognitivas y psicología cognitiva han aportado a dar respuestas acerca de comportamiento y funcionamiento de cerebro, llegando a la comprensión de modelos de investigación de neurociencias procesados desde lo cuantitativo.

CAPÍTULO I

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA

1.1.Perspectiva epistemológica y paradigmas de investigación

La investigación científica ha buscado siempre la respuesta a fenómenos a los que se acceden a extractos de la realidad, que explican de una manera completa lo que observa. Esto es parte del entendimiento de las cosas y de las personas, donde parte la neurociencia cognitiva con la complejidad de investigar pensamientos y funcionamiento del cerebro en ciertos eventos: desiciones, actitudes, comportamientos, además de comprendernos y observarnos dentro de un entorno. Aquello que se construye con representaciones mentales para comprender el mundo. Así, la práctica de investigar hace posible recoger información que la ciencia provee, interpretándola en datos cuantitativos, que son analizados con modelos que confirmen su validez, y explicar ciertas conductas (Hueso & Cascant, 2012). Los enfoques denominados paradigmas, aportan a encontrar vías para reconocer la realidad con cada una de ellas (con cada “lente”) (Ramos, 2015). Y según Guba y Lincoln (1994 citado en Ramos 2015) existen cuatro paradigmas de investigación que sustentan procesos investigativos: el positivismo, post-positivismo, teoría crítica y constructivismo, donde los dos primeros aplican para Metodología cuantitativa.

El positivismo demuestra hechos que sean empíricamente verificables, concebidos como objeto de ciencia, utilizando procedimientos para diagnosticar, encontrar respuestas y generar conocimientos científicos (Triviño , Zaider, & Sanhueza, 2005; Vigo, 2019). Algo que destina a las metodologías de investigación de neurociencias a explicar fenómenos de funcionamiento del cerebro, aplicando análisis con método cuantitativo, con procedimientos y tratamiento de información que permitan dar respuestas a cuestionamientos desde neurociencias cognitivas a fenómenos de la dualidad de mente-cerebro.

1.2 Metodología de investigación cuantitativa

El positivismo y post-positivismo son paradigmas que guían la investigación cuantitativa, los cuales tienen como objeto explicar el fenómeno estudiado, para predecirlo y controlarlo. Recopila información para comprobar las hipótesis usando estrategias estadísticas, permitiendo al investigador proponer patrones de comportamiento y probar diversos fundamentos teóricos. Son los más utilizados en investigaciones de ciencias duras, donde se extraen datos medibles y observables. Algo que en estudios acerca del comportamiento se pueden proveer datos cuantitativos mediante instrumentos tecnológicos que determinen mediciones del cerebro (Hernandez, Fernandez, & Bastista, 2014; Ramos, 2015).

En la investigación cuantitativa, el objetivo principal es determinar la relación entre una variable independiente y otro conjunto de variables dependientes o de resultado en una población (Singh, 2007).

Existen cuatro dimensiones relevantes de investigación, que se caracterizan entre las metodologías cualitativa y cuantitativa, y que resume los procedimientos en ambos casos: 1. Técnicas de muestreo aleatorias o intencionales; 2. Técnicas de recolección de datos estructuradas o interactivas ; 3. Información cuantitativa o de percepción 4. Técnicas de análisis estadísticas o sociológicas (Hueso & Cascant, 2012)

1.3 Alcances de la investigación cuantitativa

En los diferentes tipos de investigación, cualitativas, cuantitativas o mixtas, una vez que se ha realizado la revisión de la literatura, y es estructurada en un marco teórico, definiendo el problema y los objetivos de la investigación, se puede determinar cuál será el alcance de la investigación. Lo que entrega la razón del proceso que se llevará a cabo para el fenómeno de estudio (Gomez,2006; Toro & Parra,2006). Los cuáles son cuatro y son divididos dependiendo de la profundidad con que se abordará la investigación: exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos. Estos se pueden aplicar en cualquiera de los métodos cuantitativos neurociencias.

1.3.1 Alcances de investigación Exploratorio, Descriptivo, Correlacional, y Explicativo

Los alcances permiten estructurar procedimientos para resolver cómo se recopilan los datos, formato de resultados y los análisis posteriores. Así, el alcance exploratorio, como su nombre lo indica, explora el tema de la investigación y se realiza cuando las opciones no se han definido claramente o su alcance no está claro. Permite a los investigadores ver en detalle problemáticas para familiarizarse con el problema o concepto a estudiar (Singh, 2007). Desde un fenómeno nuevo, con poco fundamento teórico o práctico, y por lo tanto, aumenta la familiaridad a temas desconocidos (Toro & Parra, 2006). Es el caso de investigación de neurociencia cognitiva, que tiene muchos fenómenos que no han sido estudiados anteriormente, por lo que el alcance Exploratorio, puede ser el comienzo para luego aplicar otros tipos de alcances.

Alcances que especifican propiedades/características importantes de grupos, personas, o cualquier otro fenómeno sometido a análisis, que se denomina Descriptivo. Ya que describe cada problemática de estudio de ciencias naturales midiendo conceptos o variables sin relacionarlos unos con otros de manera independiente lo más preciso posible. Para indicar cómo es y se manifiesta el fenómeno de interés, basándose en la medición de uno o más atributos del fenómeno si es cuantitativo (Toro & Parra, 2006;Gomez, 2006).

Por otra parte, el alcance de correlación determina el grado de variación en uno o varios factores con la variación de otros factores. Es indicado para situaciones que tienen que relacionar variables, donde no es posible control experimental (Monje, 2011). Su utilidad como correlacional cuantitativo, es saber cómo se puede comportar una variable conociendo el comportamiento de otras variables. Las que tienen un valor explicativo, con cierta información relacionadas con dos variables (Gomez, 2006).

Las investigaciones se describen más allá de los conceptos o fenómenos, por lo que el alcance Explicativo es adecuado para indicar causas de eventos y fenómenos físicos o sociales. Explica por qué ocurren los fenómenos, en qué condiciones se manifiestan, o por qué se relacionan dos o más variables (Hernandez, Fernandez, & Bastista, 2014). Intenta saber causa-efecto de las variables, y son más complejas, que implican los propósitos de ellas (exploración, descripción y correlación o asociación) y debe proporcionar un sentido al fenómeno referenciado (Toro & Parra, 2006).

Como ejemplo, una investigación correlacional mostró la relación que tienen los movimientos oculares, la discriminación auditiva y la conciencia fonémica en el proceso lector de los estudiantes. Esos resultados indicaron que las variables estaban relacionadas con la lectura, y mostró que quienes presentan dificultades de movimientos oculares o de discriminación auditiva obtienen un nivel inferior en lectura (Megino, Martín-Lobo, & Vergara, 2016).

1.4 Diseños de Investigación

El diseño se refiere al plan o estrategia para obtener la información que se desea en la investigación, que se adapte mejor al problema de estudio. Permite visualizar concretamente en qué contextos se responde a las preguntas de investigación. Y si está claramente definido desde el inicio, tendrá mayor posibilidad de generar conocimiento (Hernandez, Fernandez, & Bastista, 2014; Gómez, 2006).

Desde la investigación cuantitativa es posible clasificar diseños: Experimental y No experimental. Donde el experimental se divide en: pre-experimentos, experimentos “puros”, y cuasi experimentos. Y en la investigación no experimental, se divide en:

diseños transversales y longitudinales, los que a su vez se dividen en transversales - exploratorios, descriptivos, correlacionales causales; y los longitudinales en Tendencias, análisis evolutivo, de Cohorte y Panel.

1.4.1 Diseños de investigación Experimentales y sus tipos

Los estudios experimentales permiten a los neurocientíficos observar los resultados en pruebas a sus hipótesis, con un procedimiento válido y confiable. Estos estudios se constituyen por un grupo de control (que no recibe el tratamiento o experimento) y un grupo con que se experimenta. En ella, los investigadores intentan mantener el control sobre factores que afecten al resultado del experimento, y se utiliza como uno de los diseños más importantes para establecer la causalidad entre las variables en Neurociencia cognitiva (Singh, 2007).

Dentro de ellos están los diseños de pre-experimentos, donde no hay grupo de control al que se administra un estímulo o tratamiento, para medir después una o más variables, donde no hay manipulación de la variable independiente (Gómez, 2006). El Estudio de caso con una sola medición del sujeto (Toro & Parra, 2006) y el diseño de preprueba-postprueba con un solo grupo al que se aplica el experimento y después una prueba posterior (Gómez, 2006). En el diseño experimental “puro” se utilizan prepruebas y pospruebas para analizar la evolución de los grupos antes y después del tratamiento y los sujetos son seleccionados aleatoriamente.

Según la literatura, los contextos de los experimentos como en las Neurociencias son de “artificialidad”, por tener que asegurar que los objetivos del estudio estén en condiciones “puras” y no contaminadas (Toro & Parra, 2006). Entre los diseños experimentales “puros” están: experimento “puro” con posprueba con grupo de control, donde la variable independiente tiene niveles de presencia y ausencia, donde la muestra de sujetos es de manera aleatoria. Donde al finalizar la manipulación de ambos se mide la variable dependiente (Gomez, 2006). El experimento “puro” con preprueba- posprueba y grupo de control, realiza una preprueba a dos grupos, y analiza el puntaje de la diferencia de pre y post prueba (Hernandez, Fernandez, & Bastista, 2014).

El experimento “puro” con cuatro grupos de Solomon, aplica una postprueba únicamente a un grupo de control, más el diseño de preprueba-posprueba al grupo de control. Donde además se suma a cuatro grupos, dos experimentales y dos que no lo son (Toro & Parra, 2006).

Existen investigaciones experimentales que analizan la influencia simultánea de dos o más variables independientes llamadas “factores” de la variable dependiente y la interacción entre ellas, donde los diseños se llaman diseños factoriales (Ávila, 2006). Un ejemplo de estudio, muestra estudiantes universitarios sin educación formal en neurociencias (ej. novatos), y estudiantes de un curso de neurociencia cognitiva y expertos en el tema, quienes juzgaron explicaciones de un fenómeno en particular. Con diseño factorial cruzaron dos variables: tipo de explicación (ej., buena vs mala) y naturaleza de la explicación (ej., con componentes neurocientíficos vs sin componentes neurocientíficos), demostrando que los novatos y los estudiantes de neurociencia cognitiva calificaron mejor las explicaciones con componentes neurocientíficas; y , las malas explicaciones fueron mejor valoradas si el neurocientífico lo entregaba (Weisberg et al., 2007).

Por otro lado, los Diseños Cuasiexperimentales son tipo de investigación que se aproxima a una investigación experimental pero no es posible tener un grupo de control, o manipulación controlada y absoluta de las variables (Monje, 2011). Aunque se puede manipular una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes. En este caso, los sujetos ya están formados antes del experimento por distintas razones (Hernandez, Fernandez, & Bastista, 2014). Esta falta de aleatorización da posibles problemas de validez interna y externa. Por lo que el investigador debe intentar establecer la semejanza de los grupos, considerando características o variables que pueden relacionarse con las variables estudiadas (Toro, 2006).

Por su parte, los Diseños No experimentales son realizados sin manipular las variables y no varía la intencionar las variables independientes para ver los efectos en otras. Solo se observan los fenómenos tal como se dan, para después analizarlos (Hernandez, Fernandez, & Bastista, 2014). Se clasifican en: transeccionales y

longitudinales. Donde el carácter transversal o transeccional se refiere a una muestra de la situación, ya que las variables de interés se evalúan una sola vez para ver las relaciones entre ellas, describiendo variables y analizando su incidencia e interrelación en un momento dado (Toro & Parra, 2006; Singh, 2007). Las encuestas son el tipo de recolección de datos comúnmente utilizadas en el diseño transversal, porque hace preguntas a las personas en un momento dado. Entre ellas están los subtipos: exploratorios, descriptivos y correlacionales-causales (Hernandez, Fernandez, & Bastista, 2014).

En los No experimentales de carácter longitudinales, se recolectan datos a través periodos de tiempo, en puntos especificados para hacer inferencias del cambio de sus causas y sus consecuencias (Toro & Parra, 2006). Respuestas que pueden clasificarse en tres subtipos: estudio de tendencias, estudio de cohorte, estudio de panel. Donde (i) el estudio de Tendencias hace el mismo conjunto de preguntas a diferentes grupos de personas/población en diferentes momentos. (ii) El estudio de Cohortes estudia los cambios en el mismo conjunto de personas que experimentan el mismo tipo de eventos a lo largo del tiempo. En el (iii) estudio de Panel se hacen las mismas preguntas al mismo grupo de personas a lo largo del tiempo (Singh, 2007).

Como ejemplo, un estudio en que se utilizó Diseño No experimental, con una preprueba - intervención – post prueba - diseño de prueba de retención retardada, con estudiantes asignados aleatoriamente, se investigó cómo mejorar la habilidad de conversación de los estudiantes, en donde el progreso se convierte en el principal indicador de éxito. Se hizo el tratamiento de “Classroom Action Research” (CAR- Investigación de acción en aula) centrándose en cómo mejorar la habilidad de conversación entre los estudiantes en el proceso de aprendizaje en la clase (Suryo, 2014).

1.5 Análisis de datos cuantitativos

Una vez que se ha planteado el problema de investigación, y se ha definido el marco teórico, conceptual y metodológico que guiará la investigación, se considera cómo se analizará esta información obtenida.

En este procedimiento se determina qué herramientas estadísticas serán más adecuadas para el propósito (Toro & Parra, 2006). Es una interpretación de la actividad que se realiza con los resultados de la investigación, donde se establecen inferencias de relaciones entre las variables estudiadas para extraer conclusiones (Ávila, 2011). Lo que depende de los siguientes factores: Nivel de medición de las variables, tipo de hipótesis formuladas, y diseño de investigación que indique el tipo de análisis que se requiere para comprobar las hipótesis. La interpretación se realiza en dos etapas: primero, desde las relaciones entre variables y los datos que las sustentan con fundamento en algún nivel de significancia estadística. Segundo, se establece un significado más amplio de la investigación, para determinar el grado de generalización de los resultados de la investigación (Ávila, 2011).

Luego el progreso del análisis de datos cuantitativos se realiza desde el nivel descriptivo al explicativo, pasando por el análisis de relaciones. Ese carácter progresivo recurre al inicio que es el análisis univariado en que se avanza hacia el análisis de relaciones o bivariado para concluir en el análisis multivariado (Yuni, & Urbano, 2014).

1.5.1 Estadística descriptiva de las variables

Como primera etapa se describen los datos, estableciendo valores o puntuaciones obtenidos por cada variable, tomando en cuenta los datos numéricos que se han obtenido para procesar y organizarlos según la siguiente clasificación: la distribución de frecuencias, que son un conjunto de puntuaciones de una variable ordenada con sus respectivas categorías presentadas en una tabla (Hernandez, Fernandez, & Bastista, 2014). Se organizan los datos en clases, o grupos de valores para describir una o más características con una estructura parecida a la siguiente: Categorías de la variable, Frecuencias, Frecuencias relativas (porcentajes de casos en cada categoría), Frecuencias acumuladas (Aignerren, s/f).

Con el análisis de esta clasificación, el investigador podría hacer una lectura global de los datos y analizar su distribución, su frecuencia absoluta o relativa; sus medidas de

tendencia central, entre otros, agregando porcentajes válidos y acumulados de casos en cada categoría (Aignerren, s/f).

Por otro lado, los valores *medios o centrales* de una distribución obtenida, ayudan a ubicarlos dentro de una escala de medición de la variable analizada. Las principales medidas de tendencia central son: *moda, mediana y media*. La medición de la variable determina la medida de tendencia central apropiada para interpretar. La *moda* es la categoría o puntuación que ocurre con mayor frecuencia, la *mediana* es el valor que divide la distribución por la mitad, donde los casos caen por debajo de la mediana y la otra mitad se ubica por encima de esa, que sirve para medir el punto al centro de la distribución. La *media* es la medida de tendencia más utilizada, y se define como el promedio aritmético de una distribución, aplicable a mediciones por intervalos (Hernandez, Fernandez, & Bastista, 2014; Aignerren s/f).

También existen las *Medidas de variabilidad*, que indican la dispersión de los datos en la escala de medición de la variable considerada y responden a la pregunta: ¿Dónde están diseminadas las puntuaciones o los valores obtenidos? Las *medidas de tendencia central* son valores de una distribución y las *medidas de la variabilidad* son intervalos que designan distancias o unidades en la escala de medición. En el análisis con estas características, es necesario determinar el grado de variabilidad - diseminación - dispersión - de los datos con respecto a ese promedio (Aignerren s/f). Las *medidas de variabilidad* más utilizadas son: *rango, desviación estándar y varianza* (Hernandez, Fernandez, & Bastista, 2014).

CAPITULO II

Métodos de investigación de Neurociencias cognitivas

2.1. Conceptualización

Para comenzar a plantear la investigación de neurociencias hay que remontarse a las disciplinas que dirigieron el camino hacia ella. Ellos comprenden el estudio de lo relacionado con el sistema nervioso: Fisiología de la conducta, Psicología biológica, Biopsicología, Psicología y Neurociencia conductual, donde los

neurocientíficos se dividen en: clínicos y experimentales. En la clínica se encuentran las especialidades médicas como: Neurología, la Psiquiatría, la Neurocirugía y la Neuropatología. Con campo interdisciplinario las metodologías utilizadas aportan a comprender cada una.

Debido a los tipos de investigación, en este informe se aclararán algunos conceptos que comprenden el método de investigación desde lo cuantitativo: la psicología cognitiva, la neuropsicología y la Neurociencia cognitiva.

El campo de la Psicología cognitiva estudia procesos mentales que hacen posible el desenvolvimiento normal de la persona con el mundo que rodea y, por otra parte, la Neuropsicología es la ciencia que estudia la relación cerebro-conducta, donde la neuropsicología cognitiva convergen ambas disciplinas, aclarando mecanismos de funciones cognitivas tales como: pensar, leer, escribir, reconocer o recordar, utilizando evidencia de la neuropatología (Manning, 1990).

Por otra parte, Roger (2019) indica que la Neuropsicología “tiene como objeto el estudio de las alteraciones cognitivas y emocionales de los trastornos de la personalidad provocados por las lesiones del encéfalo, que es el órgano del pensamiento en el que se asienta la consciencia” (Pág. 3). Y presenta tres tipos de objetivos: diagnósticos, terapéuticos y cognitivos que logren explicar síntomas que manifiestan los pacientes con lesión cerebral, explicando operaciones mentales que han sido alteradas, y que son necesarias para el proceso perceptivo, lingüístico, atencional, conceptual, amnésico, etc., normal y eficaz.

A finales de los años 60 surge la Neuropsicología y la Ciencia cognitiva, concibiendo al cerebro como un sistema de procesamiento de información que genera modelos de procesamiento para cada función cognitiva. Donde la investigación de Neuropsicología verifica si una posible respuesta (plasmada en una o más hipótesis) resulta o no apoyada por los datos desde la teoría de esa disciplina (Benedet, 2003).

Más tarde, la intersección del campo de la Psicología cognitiva (el estudio de la mente) y la Neurociencia (el estudio del cerebro) presenta nueva dimensión de estudio: la Neurociencia cognitiva. Donde los neurocientíficos investigan la base de funciones básicas neuronales de la mente humana como: percepción, atención,

memoria a largo plazo, memoria de trabajo, lenguaje, imágenes y procesos sociales (Slotnick, 2012). Algo que logra visualizar la actividad del cerebro en personas sanas, o mientras realizan un test psicológico. Algo que psicólogos de la década 1990 no podían hacer, y que gracias a la tecnología como Tomografía por emisión de positrones (PET), y la Imagen de resonancia magnética funcional (fMRI) se han realizado casi 30,000 experimentos hacia la década del 90 (Manning, 1990).

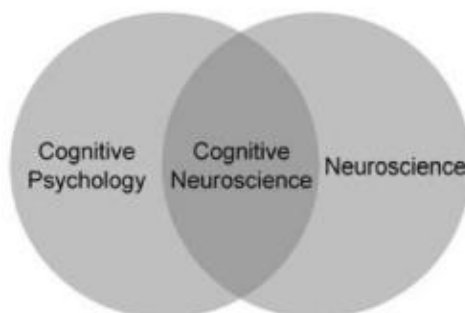


Imagen 1 Relación entre los campos de psicología cognitiva, neurociencia cognitiva y Neurociencias.

2.1.1 Evolución hacia investigaciones de neurociencia cognitiva

Los métodos de investigación para Neurociencias cognitivas son complicadas, ya que requieren años de entrenamiento para adquirir datos, analizarlos e interpretarlos. Con métodos de mayor resolución espacial o resolución temporal alta, no invasiva y utilizada para ambos: como fMRI, EGG, MET, entre otros métodos de imagen cerebral (Slotnick, 2012). Pero también los métodos cuantitativos, basados en hipótesis y predicciones, el trabajo experimental y la manipulación de variables abstractas en diseños de investigación controlados, que se combinan con métodos cualitativos. Ya que lo ideal es no usarlo en forma aislada, sino que su aplicación y preguntas de investigación se basen en ideas y otros enfoques por la complejidad de los fenómenos psicológicos. Para ello, las muestras provenientes de entrevistas cognitivas a grupos, u observación conductual ayuda a comprender cómo los participantes responden o interpretan las preguntas. Una vez recabada la información, se visualiza el contraste de los datos de la entrevista y las métricas estándar,

revelando disparidades del comportamiento percibido y del real de un participante (Power & et., 2018).

Así la integración de datos psicológicos y neuropsicológicos avanza para comprender fenómenos mentales desde el funcionamiento del cerebro (Adrover & Duarte, 2001), abriendo camino a que neurociencias y teorías psicológicas definan y analicen las competencias cognitivas y representaciones constitutivas, para luego identificar los procesos y estructuras neurofisiológicas que subyacen a ellos. Ya que con un análisis de consecuencias conductuales y sus concomitancias mentales, el estudio avanzará hacia aspectos cognitivos que sean relevantes (Adrover & Duarte, 2001).

Cuando se realizan este tipo de estudios se necesitan varios instrumentos de recolección de datos de funcionamiento del cerebro y representaciones mentales, detectando los posibles daños en el cerebro y sus consecuencias en las conductas u otros. Donde lo que resulte o no neuropsicológico dependerá de la metodología aplicada, con test para luego estudiar la conducta manifestada por el paciente durante la ejecución de test (Benedet, 2003).

2.2 Técnicas de recolección de datos de imágenes cerebrales

La tecnología que produce detalles en las imágenes del cerebro, depende de equipamientos caros, técnicas físicas y asistentes técnicos que estén habilitados para ello. Previamente muy bien diseñados para analizar los datos acuciosamente, e interpretar los resultados. Esta tecnología puede ser dividida en dos categorías: estructural y funcional. La estructural produce imágenes de la arquitectura anatómica del cerebro, y la técnica funcional produce imágenes de procesos fisiológicos que acentúa la actividad neuronal.

2.2.1 Técnicas de imagen estructural del cerebro

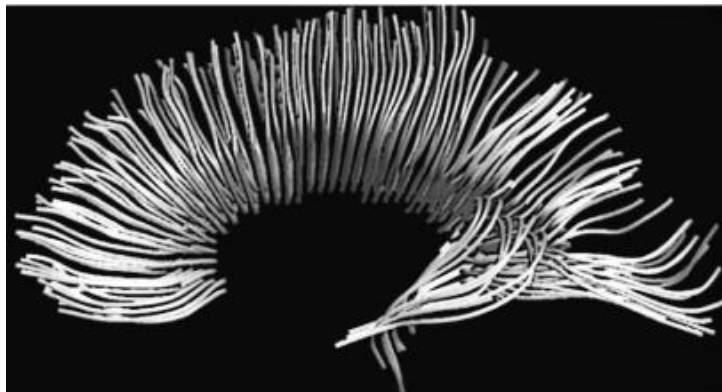
Las técnicas de imagen estructural cerebral son utilizadas para resolver la anatomía del cerebro en un paciente, sin tener que penetrar físicamente al cráneo. Siendo combinadas con técnicas de imagen funcional del cerebro, para correlacionar

la actividad neuronal de regiones anatómicas específicas con comportamientos o funciones cognitivas. Sirven también para medir cambios anatómicos que ocurren al tiempo, por ejemplo en una reducción de la masa del cerebro que ocurre con la progresión de un daño, las que se utilizan en Neurociencia clínica y neurología para diagnosticar daños como tumores y desordenes vasculares (Carter & Shieh, 2015).

Por ejemplo, las células de neuronas contienen biomoléculas con proteínas y carbohidratos. Junto a la mielina son microanatomía de estructuras neuronales que proveen distinciones en las regiones del cerebro que aparecen diferentes cuando son examinadas. Por ejemplo, si se examinan trozos del cerebro, las células aparecen grises si son comparadas con otras áreas referidas como la materia gris. Por lo que la meta de la tecnología de la imagen estructural del cerebro es diferenciar proteínas y carbohidratos, grasa y agua salada, con un contraste que revela la mayor cantidad de información acerca de la arquitectura del cerebro (Carter & Shieh, 2015).



Imagen entre los gris que en las



estructurales del cerebro.

2. Diferencias compuestas en son visualizadas técnicas de imágenes

2.2.2. Difusión MRI

Esta técnica tecnológica, es una aplicación de resonancia magnética que se utiliza para examinar la estructura de los tractos de fibra axónica en el cerebro. En las

imágenes tradicionales de resonancia magnética se presenta la materia blanca como una estructura homogénea, y por otro lado, la resonancia magnética de difusión brinda a los investigadores la oportunidad de visualizar las diferentes vías de la materia blanca y estudiar las complejidades de la arquitectura axonal.

Imagen 3. Imágenes de tensor de difusión. Un ejemplo de imagen de la sustancia blanca censales en el cuerpo calloso. Sobre la construcción de un atlas de resonancia magnética de tensor de difusión intersubjeto del cerebro humano sano (Carter & Shieh, 2015).

El término *difusión* se refiere a que las moléculas de agua, se mueven aleatoriamente a través de un medio a lo largo del tiempo. Lo que proporciona información de las áreas del cerebro conectadas, pero no puede determinar la dirección de esta conectividad. Sin embargo, se puede combinar *MRI de difusión* con *MRI funcional*, para identificar correlaciones temporales de la actividad en distintas regiones del cerebro, y sacar conclusiones sobre la conectividad funcional entre las estructuras cerebrales (Carter & Shieh, 2015).

2.2.3 Técnicas de imagen funcional del cerebro

Las técnicas de imágenes cerebrales funcionales se utilizan para medir la actividad neuronal en el sistema nervioso central sin penetrar físicamente en el cráneo. Su objetivo es determinar qué estructuras neuronales están activas durante ciertas operaciones mentales. Aunque no pueden demostrar qué región del cerebro causa ciertas acciones, o si alguna estructura específica regula un proceso cognitivo que proporcione información útil. Pero se destaca que estas técnicas permiten estudiar

las bases neuronales de la cognición, la emoción, la sensación y el comportamiento en humanos, algo que no se logra con la mayoría de otras técnicas (Carter & Shieh, 2015) . Entre ellas están:

- Imagen de resonancia magnética funcional

Produce representaciones de alta resolución de la actividad neuronal a lo largo de un tiempo. Examina los cambios en el metabolismo del oxígeno del cerebro en ese tiempo, y sirve como medida indirecta de la actividad neuronal, donde las activas consumirán más oxígeno en comparación con las que están en reposo.

2.2.4 Recolección de datos por resonancia magnética funcional.

La información que se recaba de la fMRI, es registrada al tener actividad y en reposo. Aunque se señalan diversas limitaciones técnicas, como tender a utilizar las neuroimágenes funcionales inadecuadamente cuando se toman como “fotografías”, o como única “evidencia” de la actividad cerebral . Ya que en el desempeño de tareas o reposo de los sujetos experimentales, lo que más se distingue es el foco teórico que guía la investigación experimental, así como también el tipo de tratamiento que se hace con los datos obtenidos (Venturelli, Nicolás, & Itatí, 2016).

Hay que comprender que los datos extraídos de neuroimágenes distinguen dos clases de limitaciones, de muy distinto impacto epistemológico: limitaciones meramente técnicas, y limitaciones técnicas permeables a diferentes tipos de sesgos teóricos. En la primera, las limitaciones son la determinación del tamaño de la muestra y el control sobre la tarea experimental. Y las limitaciones de la segunda, son desafíos para recoger los datos lo más nítidos posibles (sin sesgos, “ruidos” psicológicos bajo el estudio), lo que es característico del uso de la RMf , donde los investigadores las conducen a tomas de decisiones dirigidas o influenciadas por compromisos teóricos previos (Venturelli, Nicolás, & Itatí, 2016).

El tipo de experimentación que tome los datos más nítidos posible realizaría una respuesta más concordante con las conductas o representaciones mentales, pero no se queda allí, ya que el tratamiento de esos datos depende del modelo de investigación

con que se analice, la que representará la convergencia entre psicología y neurociencia cognitiva.

CAPITULO III

Modelos y teorías de investigación en Neurociencia cognitiva

El eje fundamental para evaluar hipótesis y desarrollo de teorías de Psicología cognitiva y Neurociencias cognitivas es el diseño experimental, como también estrategias de Auto reportes, Estudios de caso, Observaciones de situaciones en la “vida real” (e.j., estudios clínicos), Modelos formales (ej., modelos matemáticos o computacionales), entre otras (Rodríguez, 2014).

Por otra parte, la neurociencia cognitiva centra su análisis de datos con métodos como: registro de la actividad eléctrica cerebral con Electroencefalogramas (EEG); cambios en la actividad eléctrica cerebral debido a un evento (ERP); y el registro de la actividad metabólica cerebral por la Tomografía por Emisión de Positrones (PET), imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI), la estimulación magnética transcraneal (TMS), entre otros (Rodríguez, 2014). Ambos recurriendo a diferentes medios para la teorización y luego el Modelo aplicado para analizar los datos, se necesitan uno a otro para concluir en investigación de Neurociencia cognitiva. Como dice Kihlstrom (2010, citado en Rodriguez, 2014), “La psicología sin neurociencia sigue siendo aún una ciencia de la vida mental, pero la neurociencia sin psicología no es más que la ciencia de las neuronas” (p. 762).

Ya que la actual característica de estudio de cognición es el uso de enfoques conductuales y fisiológicos de la mente, donde autores como Weisberg (et. al. 2006) y Godfrey-Smith (2006, 2009) distinguen dos formas de teorización en los datos obtenidos por la tecnología y test utilizados en Neuropsicología, Psicología cognitiva y Neurociencia cognitiva: la Representación directa abstracta (ADR), la Teoría basada en datos y el Modelado. Al describirlos en ADR, el objetivo de la investigación es el fenómeno sobre el que trata la teoría, es decir, la teoría representa el fenómeno (Weisberg S., et. al. 2006)

Por el contrario, en Teorización basada en modelos, el objetivo de la investigación se compara más tarde con los datos sobre fenómenos específicos (Irvine, 2016).

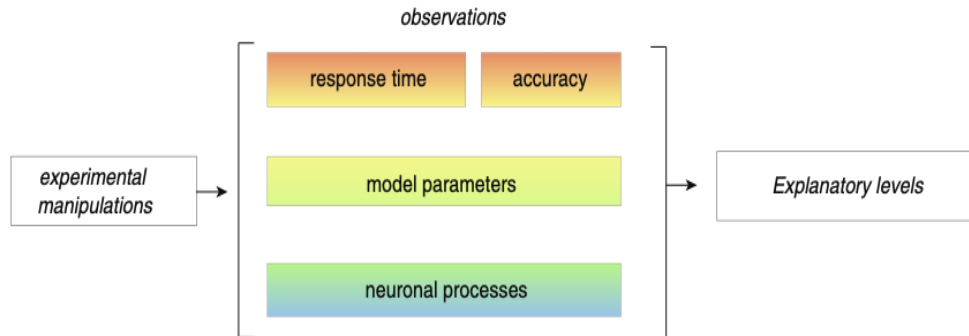
Y los Modelos son creados como herramienta para investigar, el enfoque conductual, midiendo la relación entre los estímulos y comportamiento. Con los Modelos se procesa la información a través de simulación informática del comportamiento humano, y otros verifican la forma en que el cerebro procesa la información (Weingarten & Penat, 2009). Existen construcción de Modelos desde átomos, partículas elementales, polímeros, poblaciones, árboles genéticos, economías, decisiones racionales, aviones, terremotos, incendios forestales, sistemas de riego y el clima del mundo; es decir, casi no hay un campo de investigación sin modelos. Lo que muestra que son esenciales para la adquisición y organización del conocimiento científico, como representaciones de una parte o selección del mundo como objetivo del Modelo (Frigg & Nguyen, 2017).

3.1 Modelos cognitivos formales

Algunas características de los modelos formales es que son descritos en matemática formal o con programas de computadora, los que son derivados desde principios básicos de la cognición, donde los investigadores predicen cuantitativamente de manera más precisa. Otra característica de los modelos formales es que los investigadores pueden comparar cuantitativamente diferentes Modelos cognitivos que compiten por explicar los datos, que sirven como instrumento para una mejor integración de las teorías en Psicología cognitiva y en Neurociencia cognitiva (Rodríguez, 2014).

La principal motivación para la creación de modelos simplificados es permitir que sea fácil el estudio de los principios computacionales y funcionales de los sistemas neuronales (Koch, 1999). Algunos Modelos formales de neurociencia son: la neurona McCullough-Pitts (O'Reilly y Munakata, 2000), Modelo de respuesta de espiga (Spike Response Model SRM), Relación de SRM con modelos de integración y disparo, Modelo neuronal de resonancia y fuego (Resonate and fire neural model) Izhikevich (2001, citados en Goga, 2006).

3.2. Los modelos de procesamiento de la información



Los Modelos de procesamiento de información, ofrecen al neuropsicólogo formular hipótesis que guíen las evaluaciones neuropsicológicas. De este modo, explica (y no sólo describe) los resultados de las evaluaciones (Benedet, 2003). Trata de recoger la información y luego la procesa por modelos, donde desde algunos de ellos se conocen resultados de experimentaciones neuropsicológicas que antes solo se captaban por tests psicológicos, dejando fuera el conocimiento del funcionamiento del cerebro. Algunos de modelos de procesamiento de información son: Eventos Potenciales relacionados con (ERP), Modelo ADR : Abstract Direct Representation, Teoría basada en el Modelo: Model-based theorizing.

3.2.1 Potenciales relacionados con Eventos con (PRE)

Un potencial relacionado con eventos (PRE) es la medida de la respuesta cerebral como producto del resultado de un evento sensorial específico, cognitivo o motriz. Es cualquier respuesta electrofisiológica a un estímulo. De esta forma se puede evaluar el funcionamiento del cerebro en pacientes con enfermedades cognitivas, con medios tecnológicos como Electroencefalografía (EEG) y la Magnetoencefalografía (MEG) (Wikipedia, 2019).

Imagen 4: Gráfica acerca del Modelo formal, un punto medio entre los datos observados y los procesos neuronales (Mulder, Van Maanen, & Forstmann , 2014).

Sirve para investigar psicopatologías como: el trastorno del espectro autista (TEA), el trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH), el trastorno de estrés

postraumático (TEPT) y la esquizofrenia (SCZ) entre otros. Donde las variables desde PRE pueden proporcionar información sobre las funciones perceptivas, cognitivas y motoras desde condiciones normales y psicopatológicas, contribuyendo a la comprensión de las funciones cognitivas alteradas por trastornos en el desarrollo neurológico y otras psicopatologías (Sokhadze & et al, 2017).

3.2.2. Modelo ADR : Abstract Direct Representation

En este modelo, los teóricos abstraen datos (de modelos) para formar representaciones. Esto requiere organizar y relacionar datos, postular relaciones en causales, etc. Una vez que el objetivo está adecuadamente representado, el objetivo es analizar la representación (Irvine, 2016).

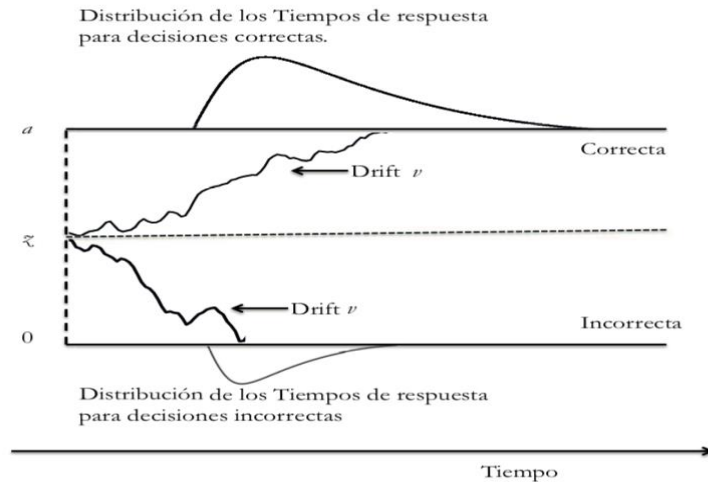
3.2.3 Teoría basada en el Modelo: Model-based theorizing

Godfrey-Smith (2006, citado en Irvine 2016), utilizó un enfoque de modelado para teorizar sobre las transiciones evolutivas mediante la creación de "mecanismos causales esquemáticos idealizados". Se seleccionan simplificaciones y abstracciones apropiadas para posibles fenómenos objetivo, sin tomar mucho en cuenta la investigación biológica en organismos reales.

Según Weisberg (2007), un investigador puede interpretar un modelo de acuerdo con cuatro criterios principales: (i) identificar qué partes del modelo son relevantes para el objetivo, (ii) qué partes del objetivo son representados en el modelo, (iii) qué tan bien el modelo puede predecir el comportamiento del sistema y (iv) qué tan bien puede describir la estructura interna del sistema. De esta manera, se puede interpretar el mismo modelo para una variedad de propósitos de diferentes representaciones. Solo después de construir y analizar el modelo, los investigadores exploran si puede usarse para representar el sistema objetivo (Irvine, 2016).

3.2.4 Teorizar por modelado

La construcción de un modelo se estudia como "objeto autónomo" (Weisberg , 2007). Una vez que se analiza, se compara con fenómenos objetivos para ver si pueden aplicarse y dónde pueden hacerlo. En este paso, el modelo es representado



indirectamente. Por lo tanto, se supone que la diferencia entre las intenciones de los investigadores durante la etapa de análisis, trata la estructura teórica como si realmente representara algo (Irvine, 2016).

3.3. Modelo de Difusión

El modelo de difusión (Ratcliff, 2002; Ratcliff & McKoon, 2007) es empleado para examinar procesos cognitivos para seleccionar dos alternativas: clasificar estímulos en términos de categorías léxicas (ej., palabras vs no palabras), valencias (ej., positivo vs negativo) o familiaridad (ej., viejo vs nuevo), entre otros. La proporción de respuestas incorrectas y su tiempo promedio de respuesta, son insumos para estimar parámetros. Así este modelo asume que las decisiones son tomadas por la recolección de información cuando la evidencia acumulada alcanza un umbral particular.

Imagen 5: Representación esquemática del modelo de difusión (Ratcliff, 2002; Ratcliff y McKoon, 2007)

3.4 Estudio de Mulder

El estudio de Mulder et al. (2014) utilizó el paradigma de movimiento aleatorio de puntos, donde los participantes son instruidos para decidir si un subconjunto de puntos se mueve hacia la izquierda o hacia la derecha (Figura 7), lo que estructura las condiciones experimentales del estudio. Los resultados muestran que la información presentada anticipadamente a la elección tiene un efecto en la decisión de los participantes. Uno de los hallazgos fue que regiones de la red frontoparietal están relacionadas con el cambio en el punto de inicio para ambos tipos de manipulaciones experimentales (Mulder et al., 2016).

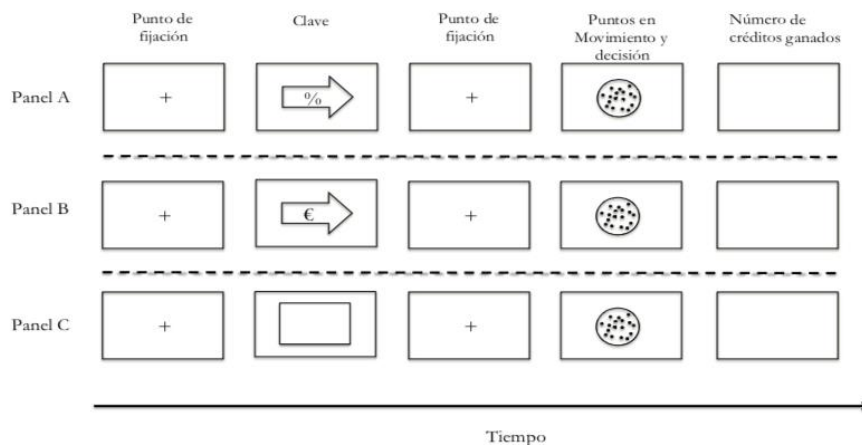


Imagen 6: Representación esquemática de las condiciones experimentales del estudio de Mulder et. Al. 2017.

Donde presenta los cálculos de tiempos de respuesta y precisión como parámetros estadísticos, los que involucran mecanismos cognitivos con sesgo perceptual. Así, el estudio de Mulder et al. (2017) ilustra cómo los parámetros derivados del Modelo de difusión pueden ser utilizados como predictores de datos generados por las medidas de la actividad neuronal.

3.5 Modelos de Psicología cognitiva

Los cuatro tipos de modelos de Psicología cognitiva son: modelos cognitivos operacionales, no operacionales, primarios de alto nivel y primarios de bajo nivel.

3.5.1 Modelos cognitivos operacionales y no operacionales

Los Modelos cognitivos no operacionales son el resultado de la aplicación de principios organizadores de alto nivel, como la selección, abstracción y esquematización de propiedades de entidades y eventos. En cambio, los modelos cognitivos operacionales son el resultado de la acción de principios organizadores de más bajo nivel sobre modelos cognitivos no operacionales (Ruiz de Mendoza & Galera, 2012).

3.5.2 Modelos cognitivos primarios, de alto nivel y de bajo nivel

Los modelos cognitivos primarios se basan en experiencias sensoriales y motoras. Por ejemplo los conceptos básicos de temperatura, tamaño, altura, emoción, etc. Los de nivel bajo son configuraciones semánticas no genéricas que se derivan de un proceso motivado y estable de enlaces de conexiones entre elementos de conocimiento enciclopédico. Por otro lado, un modelo cognitivo de nivel alto es la caracterización genérica que es fruto de la abstracción de conceptos comunes a varios modelos de bajo nivel (Ruiz de Mendoza & Galera, 2012).

3.5.3 Modelos cognitivos situacionales y proposicionales

Los modelos cognitivos proposicionales designan entidades, donde sus propiedades y relaciones suceden en contextos no situacionales. Las situaciones son escenarios más complejos constituidos por una serie de eventos proposicionales entre los que se establecen relaciones coherentes y ordenadas. Ambos modelos pueden, a su vez, ser de alto o bajo nivel (Ruiz de Mendoza & Galera, 2012).

3.6 Modelo computacional en neuropsicología cognitiva

Se trata de un modelo que se implementa computacionalmente como necesidad de comprender entre datos y teoría. Son mucho más que diagramas, pero

tienen casi la misma función. El modelo de programa de computadora especifica una arquitectura cognitiva, que incluye niveles de procesamiento o subsistemas, y una variedad de operaciones y parámetros. Al ejecutarlo logra simular los procesos cognitivos involucrados en el desempeño de alguna tarea, al igual que seguir las flechas en un diagrama. Las que pueden ser alteradas, simulando lesiones, y visualizar las consecuencias en el desempeño de la tarea. Lo que permite presentar el rendimiento de la simulación de una lesión la cual puede ser comparada con personas con discapacidad, proporcionando así una prueba de principios teóricos detrás del modelo (Dell & Caramazza, 2008).

3.6.1 Modelos de simulación de redes neuronales de desarrollo cognitivo

Los modelos de redes neuronales proporcionan un método poderoso para explorar la compleja relación entre el desarrollo cerebral y el desarrollo cognitivo. Dichos modelos implementan procesos neuronales en simulaciones por computadora, en forma de ecuaciones matemáticas que caracterizan la actividad neuronal y el aprendizaje.

Las simulaciones de redes neuronales permiten explorar los procesos neuronales en el comportamiento humano, ya que se basa en hallazgos de otros estudios y es un camino a nuevos estudios como avance en la comprensión de la relación entre el cerebro y el comportamiento (MUNAKATA & et. al., 2008).

CAPITULO IV

INVESTIGACIÓN DE NEUROCIENCIA COGNITIVA Y LA EDUCACIÓN

4.1 Brechas entre Investigación Neurociencias y Educación

La investigación de neurociencias cognitivas que relacione la Educación no posee un modelo de investigación entre ambas disciplinas como sistema, que incluya aprendizaje y escolaridad. Es una controversia que actualmente se encuentra en los

neurocientíficos, y los educadores se actualizan recién a los conocimientos de Neurociencias. Por lo que este apartado, intenta explicar este trabajo interdisciplinario y cuáles son los resultados de investigación que Neurociencias permite hallazgos importantes para el rol del profesor en su enseñanza.

La Educación y las Teorías que incluyen el aprendizaje en contextos educativos, surgen des las Neurociencias cognitivas sociales y la Psicología cognitiva, que presenta una brecha conceptual entre Neurociencia y Educación, enlazada con disciplinas que explican fenómenos educativos, cuestionamientos de aprendizaje y lo pedagógico. Mediante la relación de las disciplinas, los educadores y neurocientíficos tienen que aplicar modelos de investigación con resultados que aporten a generalizar conocimiento acerca de Educación en escenarios acotados y estandarizados, como es el sistema escolar. Para aportar con neurocientíficos educadores, o educadores neurocientíficos que empleen métodos que generen hallazgos directos a la enseñanza y aprendizaje en el aula (Thomas, Ansari, & Knowland, 2019).

La investigación de la aplicación de Neurociencia cognitiva a la Educación, es compleja y difícil por la poca retroalimentación de profesores desde lo pedagógico a las investigaciones de los neurocientíficos. Que afecta solucionar problemáticas aplicadas a la Educación debido a la creencia de educadores y psicólogos acerca de las diferencias demasiado grandes entre biología y psicología (Hodis & Hancock, 2016).

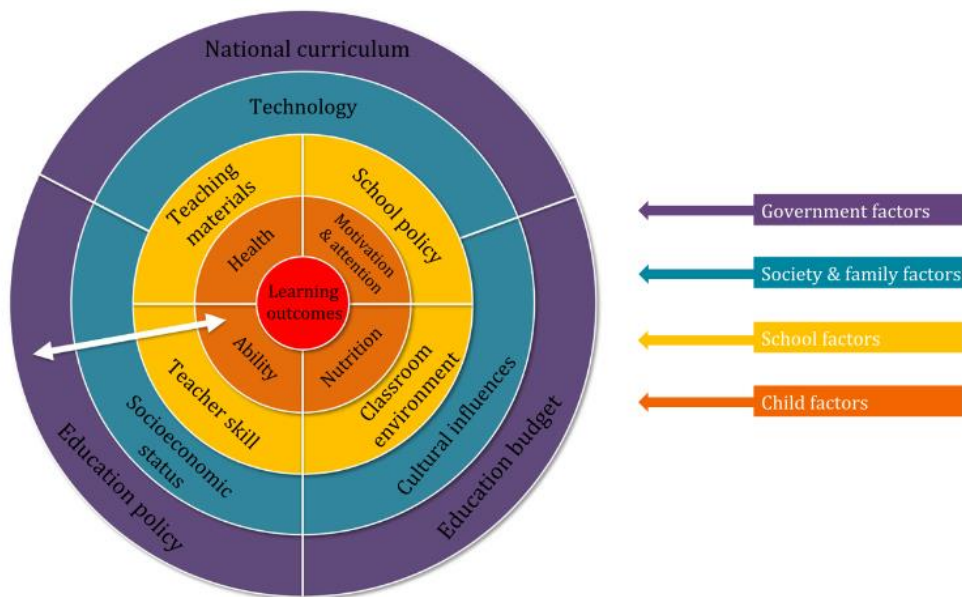
Por ello, que surge un punto medio entre la neurociencia y educación como la psicología cognitiva, donde Bruer (1997, citado en Thomas, Ansari, & Knowland, 2019) argumenta que es complejo teorizar para enlazar estas disciplinas sin diseñar paradigmas experimentales que relacionen los niveles de análisis neuronal, cognitivo y conductual.

La neurociencia cognitiva propone una mirada de estudios sobre aprendizaje, que tiene el foco en el ámbito educativo y psicológico, aunque es solo una parte de la educación.

En la Figura 8, se plantea una organización de resultados de aprendizaje en el corazón de la educación (Inspirada en la teoría de los sistemas ecológicos de Bronfenbrenner), e ilustra otros factores como; gubernamentales, sociales, institucionales e internos del niño, que son parte del sistema educativo. Agrega los factores que influyen en los resultados de aprendizaje de un niño que operan diferentes niveles de la proximidad al aprendizaje, como un sistema interactivo e interconectado (Thomas, Ansari, & Knowland, 2019).

Imagen 7. Factores proximales y distales que apoyan y limitan el cambio en los resultados del aprendizaje. La flecha blanca indica las influencias bidireccionales entre capas (Thomas, Ansari, & Knowland, 2019).

De esta forma se visualiza, que el campo educativo incluye múltiples niveles y capas de factores que afectan el aprendizaje del estudiante, los que tendrían que ser



revisados por los educadores antes de intentar aplicar conocimiento de Neurociencias a sus aulas.

Por otro lado, Biesta (2010) agrega que se opone a que el aprendizaje sea el criterio central en la educación; porque el aprendizaje y la educación son incompatibles. El aprendizaje tiene un análisis individual desde la mente del alumno; mientras que la educación está preocupada por lo que se enseña a nivel colectivo, lo que se confirma

con evaluaciones estandarizadas. Son procesos de aprendizaje legítimos de estudio de la Psicología del desarrollo, ya que sucede dentro de la mente de un individuo. Que afecta al niño si se intenta moldear el aprendizaje a todos, algo no ético, intrometiéndose en las vidas y diversas personalidades de los alumnos.

Un concepto alternativo de educación es centrarse en el contenido del aprendizaje, como por ejemplo incorporar una asignatura en el currículo que sea enseñado sin depender de los resultados de aprendizaje que obtengan los estudiantes (sin Evaluación sumativa), porque podrían ser inconsistentes por buenas razones que no necesariamente significa no haber llegado al aprendizaje (Sehgal, 2014).

4.2 Neurociencias educativa y Neuroeducación

La Neuroeducación constituye una nueva interdisciplina orientada a promover una mayor integración entre las ciencias de la educación con aquellas que se ocupan del desarrollo neurocognitivo humano, la que posibilita nuevas formas de encarar los desafíos presentados por la educación del siglo XXI. Su objetivo es aportar y enfatizar el desarrollo de capacidades cognitivas para utilizarlas transversalmente en distintas áreas de conocimiento que conforman la estructura curricular (Fuentes & Collado, 2019).

Por otra parte, la Neurociencia educativa se define como la combinación entre la

neurociencia
cognitiva y
metodología

la



comportamental de investigación del desarrollo de las representaciones mentales. Aunque Neuroeducación y Neurociencia Educativa son también complementarios a los campos del conocimiento, el enfoque de de Neuroeducación enfatiza en la conexión (relevancia de la neurociencia para la educación). Mientras que en la Neurociencia educativa, el foco está en áreas de la neurociencia conectadas con el campo educativo (relevancia de la educación para la neurociencia) (Fuentes & Collado, 2019), como campo de investigación interdisciplinario, que integra la pedagogía, la psicología y la neurociencia (Figura 8), donde el objetivo principal es investigar cómo los genes y los procesos cerebrales afectan el aprendizaje y la enseñanza (Dündar & Ayvaz, 2016).

Imagen 8. Investigación transdisciplinaria (Fuentes & Collado, 2019)

La Neurociencia educativa tiene un objetivo desafiante, porque el conocimiento del aprendizaje en el cerebro es complejo, y es solo una parte de la Educación, aunque para la psicología traducir desde la ciencia a la práctica educativa ha sido más difícil (Dündar & Ayvaz, 2016)

4.3 Campo de Investigación en Neurociencias educativa

La investigación en Neurociencia y Educación utiliza diferentes enfoques experimentales, por ejemplo, cuando se prueba cómo responde el cerebro ante la tarea de leer una palabra, un neurocientífico estudia muchos procesos neuronales que ocurren simultáneamente. Donde en el laboratorio, al sujeto le controlan los patrones de actividad de movimientos oculares, las respuestas perceptivas y la persistente actividad de las palabras leídas, aunque estos factores están despojados de la realidad en la práctica educativa (Segers & Van den Broek, 2017).

Un ejemplo, es el registro de la actividad cerebral de un participante con Resonancia magnética funcional (fMRI) o Electroencefalografía (EEG), que tiene que ingresar a un laboratorio, limitando el movimiento de su cuerpo, los movimientos oculares y el habla durante el experimento, lo que hace más difícil relacionar los hallazgos con el entorno del mundo real: como constatar y evaluar grandes grupos de participantes y las intervenciones en el ejercicio pedagógico. En la investigación educativa, las preguntas experimentales provienen de experiencias de la práctica en el aula, y hace posible aplicar los hallazgos al mismo contexto, para beneficiarse de ideas más generales basadas en el cerebro (Segers & Van den Broek, 2017).

Según el autor Perfetti (citado en Katzir & Pare-Blagoev, 2006) hay tres contribuciones principales del conocimiento a la educación: (i) La utilización de nuevos métodos que pueden proporcionar líneas convergentes de evidencia agregado a métodos educativos y psicológicos tradicionales. (ii) Los nuevos hallazgos ayudan a los investigadores a decidir entre enfoques rivales competitivos. (iii) La investigación en neurociencia permite la generación de nuevas hipótesis que no podrían generarse sin conocimiento más profundo del cerebro .

Lo que coloca a la investigación educativa como aporte al mejoramiento de escenarios para intencionar aprendizaje. Con la salvedad de la disposición al aprender del estudiante que se relaciona con factores internos y externos, donde los profesores no pueden controlar todo, pero si aminorarlos con el conocimiento del funcionamiento del cerebro.

4.4 Experiencias de investigación de neurociencia educativa para aplicación en el aula

Algunos proyectos de investigación como ejemplos, fueron realizados en Reino Unido en 2014, con aportes de fondos y colaboración entre educadores y neurocientíficos, quienes desarrollaron intervenciones basadas en evidencia de neurociencia para su uso en el aula. Se realizaron seis proyectos de investigación de neurociencia educativa que se relacionaron con (i) patrones de sueño en adolescentes, para evaluar su impacto en su logro educativo. También se investigó acerca (ii) del efecto de la actividad cardiovascular media a alta en el rendimiento académico de los estudiantes. Otra investigó (iii) el potencial de la capacitación del control inhibitorio sobre el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias por parte de los niños en edad primaria, basándose en que el aprendizaje conceptual en estos dominios requiere supresión de creencias preexistentes. Un siguiente proyecto evaluó (iv) la efectividad del "aprendizaje espaciado", un régimen donde se repite una unidad de trabajo tres veces, la que es intercalada con otras actividades. El quinto proyecto se basó (v) en la recompensa, evaluando la efectividad en el logro en ciencias. Y el proyecto final y sexto investigó (vi) el potencial de un juego de computadora para mejorar la lectura mediante el desarrollo de la conciencia fonológica a través de la "analogía de la rima" (Thomas, Ansari, & Knowland, 2019).

Otros estudios de diferentes procedencias y tiempo, se relaciona con el estrés, y cómo la exposición a este afecta al rendimiento académico de los estudiantes. Donde la evidencia indica que el estrés se incrementa en estudiantes que tienen un estado socioeconómico desfavorable, con bajos ingresos. Donde para disminuirlo se han

utilizado estrategias como “atención plena” o “mindfulness” en espacios como la sala de clases (Jaeggi & Shah, 2018).

Otro aporte del autor Sweet (citado en Hodis & Hancock, 2016) presenta métodos cuantitativos para analizar las redes sociales y sus características, donde una red social podría ser construida de las conexiones entre los niños dentro de un entorno de aula (con medición en número y naturaleza). Específicamente, el autor presenta tres modelos inferenciales importantes: modelos de gráficos aleatorios exponenciales, modelos espaciales latentes y modelos de bloques, que plantean varias preguntas ilustrativas que podrían abordarse mediante el uso de métodos de redes sociales (Hodis & Hancock, 2016).

Otra investigación presenta la relación de los movimientos oculares, la discriminación auditiva y la conciencia fonémica en el proceso lector. Con análisis correlacional indica que las variables son la lectura y las dificultades en movimientos oculares o de discriminación auditiva en los alumnos, obteniendo un nivel inferior en lectura. En ese estudio, se propuso un programa de intervención con base neuropsicológica para desarrollar las habilidades lectoras (Martin, 2017).

Esto indica que si bien es cierto que investigadores educativos estudian diversos temas relacionados con la educación (incluida la enseñanza y el aprendizaje), la investigación de la neurociencia sobre química y fisiología del cerebro difícilmente puede abordar teorías de psicología cognitiva sobre modelos de procesos mentales para aplicarlos como métodos efectivos de enseñanza en la educación.

4.5 Controversias de la aplicación de las neurociencias a la sala de clases

Una de las razones de controversias en la aplicación de neurociencias a la educación es que se tiene que asegurar la colaboración de temas de neurociencia educativa con científicos y educadores, porque ambos juegan un papel integral en el campo de la neurociencia educativa (Howard-Jones & et.al, 2016).

La creencia que los profesores son susceptibles a los neuromitos, según los neurocientíficos cognitivos, se ve incrementada por empresas educativas comerciales o medios sin escrúpulos, que utilizan terminología neurocientífica para promocionar

sus productos o vender historias, colocando argumentos en los profesores en una posición de ignorancia. La comprensión básica de neurociencias desvaloriza el conocimiento y dominio por parte de los profesores de sus asignaturas y trivializa la inducción en el conocimiento científico de la neurociencia (Sehgal, 2014).

No se tiene que confundir que la investigación en neurociencia educativa está destinada como mensaje a los profesores, porque se pueden interpretar erróneamente los datos, por lo que nace la conciencia de neuromitos. Si se logra educar adecuadamente en neurociencias, los profesores estarían mejor preparados para inferir aplicaciones útiles para la práctica educativa. Ya que la investigación del sistema nervioso no es investigación sobre enseñanza, evaluación, manejo del aula o plan de estudios; y no es una cuestión simple el generar aplicaciones coherentes de uno para el otro .

A pesar que el conocimiento del sistema nervioso no es directamente compatible con la enseñanza, el trabajo de los neurocientíficos educativos podría mantener a los educadores con altos estándares de conocimiento con respecto a la aplicación de neurociencia a la teoría, la investigación y la práctica (Hruby, 2012). Y por otro lado, el campo de la educación podría proveer de preguntas de investigación a los neurocientíficos que proporcionen pautas para medir comportamientos, utilizados en neurociencia (Katzir & Pare-Blagoev, 2006).

Sin embargo, el progreso que acerca las brechas entre investigación básica y las necesidades del aula no se ha logrado, y no se podrá lograr rápidamente. Ya que el desafío es fomentar colaboraciones fructíferas entre neurocientíficos e investigadores educativos, lo que representaría una nueva frontera en la ciencia; y llevará tiempo y diligencia desarrollar conocimiento fundamental en este nuevo campo de estudios que incluye mente, cerebro y educación (Katzir & Pare-Blagoev, 2006).

CONCLUSIONES

Los procesos de investigación siempre han implicado la expertiz del ser humano, para visualizar los fenómenos que coinciden en preguntas, que esperan respuestas. Sin

embargo, en siglo XXI, los avances van mucho más rápido que lo que pueden hacer la mayoría de los investigadores, y que requiere llevar una delantera en recursos, más profesionales, y más tiempo.

Por ello, que el campo de la Neurociencias cognitivas son parte de ese progreso con la nueva tecnología que permite obtener datos, dando respuesta al área de Salud. Esto trae satisfacción para muchas personas que no pueden ser sanadas, y muchos otros van a esperar lo mismo.

En este informe como primer objetivo, que era “Organizar una visión general de la metodología cuantitativa, más recurrente para investigación experimental de las Neurociencias cognitiva, dando una visión general de la investigación, con la metodología cuantitativa”. Se muestran los tipos de metodologías , diseños y procesos de análisis de datos, comenzando con la conceptualización que están insertas de las Neurociencias: Psicología cognitiva y Neurociencias. Donde se pudo comprobar con ejemplos acerca de métodos utilizados para la disciplina con tecnología que buscaba investigar mente-cerebro.

Como segundo objetivo que es “Identificar los tipos de investigación y metodologías en el campo experimental de neurociencias cognitiva, neurobiología, neuropsicología cognitiva y psicología cognitiva, entre otros, se dió respuesta a través de ejemplos de investigaciones, mostrando lo relevante de la Metodología cuantitativa para conocer el funcionamiento del cerebro, y también incorporando Test psicológicos de metodología cualitativa, para conocer contexto donde se muestran ciertos comportamientos. Los ejemplos muestran los beneficios que implica ese conocimiento para asistir y en el futuro sanar, algunas patologías o trastornos con otra disciplina como Neurofarmología para lograrlo.

Como tercer objetivo indicado como “Especificar los modelos de investigación que se utilizan en Neurociencias cognitivas para análisis de datos desde técnicas de recopilación de información del funcionamiento del cerebro y procesos cognitivos, reconoce y ejemplifica los tipos de modelos formales en conjunto con la Teoría disponible, y con simulaciones digitales, y lo muestra como un proceso complejo, de interdisciplinariedad, y muchos conocimientos de metodologías previas para

seleccionar el tipo de modelo que se pueda aplicar y organizar los resultados. El tipo de recolección de datos, necesita un entorno experimental que permita que la participación del sujeto, aporte a recoger datos de una manera en que se pueda generalizar.

Como cuarto objetivo que indica “Identificar la investigación cuantitativa en Neuroeducación y Neurociencias educativas para su aplicación de educación, ejemplifica los tipos de investigación y el entorno de experimentación, que presenta resultados científicos incorporando el mundo educativo a las respuestas de funcionamiento de cerebro y cognición, mientras participa en en contexto escolar”. Entrega una conceptualización a los fenómenos en Neurociencias educativas y Neuroeducación, separándolas como visiones desde donde se estudia. Con este proceso de organizar el campo de investigación de las Neurociencias cognitivas, se puede ver como inevitablemente es un proceso complejo, lento y sobretodo de interdisciplinariedad. Todos los científicos están de acuerdo que para entregar más conocimientos acerca de qué sucede en el cerebro y mente, mientras los estudiantes están participando en el colegio, se necesita conocimiento y práctica en conjunto de Neurocientíficos y Educadores, donde el desafío será crear una nueva dimensión, aportando a una posible adecuación de la política educativa y el currículum para beneficio de las habilidades de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adrover, J., & Duarte, A. (2001). *La integracion entre psicologia cognitiva y neurociencias: una necesidad reciproca*. Subjetividad y procesos cognitivos.
- Aignerren, M. (s/f). *Diseños cuantitativos: Análisis e interpretación de la información*. Medellín: Editorial CEO.
- Ansari, D., Coch, D., & De Smedt, B. (2001). Connecting Education and Cognitive Neuroscience: Where will the journey take us?_705 37..42. *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 37-42.
- Ansari, D. (2012). Culture and education: new frontiers in brain plasticity. *Forum: Science & Society*, 16(2), 93-95.
- Arandes, J. (2013). El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación descriptiva. Un ejemplo de aplicación práctica utilizado para conocer las investigaciones realizadas sobre la imagen de marca de España y el efecto país de orig. *Provincia*(29), 135-173.
- Ávila, H. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. Chihuahua: Ed. Electrónica.
- Benedet, M. (2003). Metodología de la investigación básica en neuropsicología cognitiva. *Revista De Neurología*, 36(5), 457-466.
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Carter, M., & Shieh, J. (2015). *Guide to Research Techniques in Neuroscience*. Oxford: Elsevier.
- Dell, G., & Caramazza, A. (2008). Introduction to special issue on computational modelling in cognitive neuropsychology. *Cognitive Neuropsychology*, 25(2), 131–135.
- Dündar, S., & Ayvaz, Ü. (2016). From Cognitive to Educational Neuroscience. *International Education Studies*, 9(9), 50-57.
- Frigg, R., & Nguyen, J. (2017). Models and Representation. En L. Magnani, & T. Bertolotti, *Springer Handbook of Model-Based Science* (págs. 1-163). Berlin and New York.

- Fuentes, J., & Collado, J. (2019). Fundamentos epistemológicos transdisciplinarios de Goga, I. (2006). A practical introduction in computational neuroscience. *Romanian Association for Cognitive Science.*, 389-419.
- Gomez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba: Edit. Brujas.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Bastista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico DF: Mc Graw Hill.
- Hodis, F., & Hancock, G. (2016). Introduction to the Special Issue: Advances in Quantitative Methods to Further Research in Education and Educational Psychology. *Educational Psychologist*, 51(3-4), 301-304.
- Howard-Jones, P., & et.al. (2016). The Principles and Practices of Educational Neuroscience: Comment on Bowers (2016). *Psychological Review*, 123(5), 620–627.
- Hruby, G. (2012). Three requirements for justifying an educational neuroscience. *British Journal of Educational Psychology*(83), 1-23.
- Hueso, A., & Cascant, M. (2012). *Metodología y Técnicas Cuantitativas de Investigación*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.
- Irvine, E. (2016). Model-Based Theorizing in Cognitive Neuroscience. *British Society for the Philosophy of Science.*, 143–168.
- Jaeggi, S., & Shah, P. (2018). Editorial Special Topic: Neuroscience, Learning, and Educational Practice—Challenges, Promises, and Applications. *AERA Open*, 4(1), 1-4.
- Katzir, T., & Pare-Blagoev, J. (2006). Applying Cognitive Neuroscience Research to Education: The Case of Literacy. *Educational Psychologist*, 41(1), 53-74.
- Manning, L. (1990). Neuropsicología cognitiva : Consideraciones metodológicas. *Estudios de Psicología*, 43(44), 153-168.
- Martín, P. (2017). Proyectos de Neuropsicología en las aulas: experiencias e investigaciones. *Reidocrea Monográfico*(5), 31-39.

- Megino, E., Martín-Lobo, P., & Vergara, E. (2016). Influence of eye movements, auditory perception and phonemic awareness in the reading process. *Journal of educational research*, 567-573.
- Monje, C. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa Guía didáctica*. Universidad Surcolombiana, Facultad De Ciencias Sociales Y Humanas Programa De Comunicación Social Y Periodismo, Neiva.
- Mulder, M., Van Maanen, J., & Forstmann, B. (2014). Neuroscience forefront review perceptual decision neurosciences – a model-based review. *Neuroscience* 277, 872–884 .
- Munakata, Y., & et. al. (2008). Neural Network Models of Cognitive Development. En M. Collins, & C. Nelson, *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience* (págs. 367-376). Cambridge: The MIT Press.
- Power, S., & et., a. (2018). The SAGE Model of Social Psychological Research. *Perspectives on Psychological Science*, 13(3), 359–372.
- Ramos, C. (2015). Los paradigmas de La investigación científica. *Av.psicol.*, 23(1), 9-17.
- Rodríguez, O. (2014). Modelos cognitivos formales: Una herramienta para la integración del conocimiento en psicología cognitiva y neurociencia cognitiva. *Actualidades en Psicología*, 28(117), 79-91.
- Roger, G. (2019). *Neuropsicología*. España: Elsevier Health Sciences.
- Rodríguez, O. (2014). Modelos cognitivos formales: Una herramienta para la integración del conocimiento en psicología cognitiva y neurociencia cognitiva. *Actualidades en Psicología*, 28(117), 79-91.
- Ruiz de Mendoza, F., & Galera, A. (2012). Modelos cognitivos, operaciones cognitivas y usos figurados del lenguaje Forma y Función. *Universidad Nacional de Colombia*, 25(2), 11-38.
- Sehgal, A. (2014). Neuroscience and education: an incompatible relationship. *Sociology Compass*, 1-13.

- Segers, E., & Van den Broek, P. (2017). *Developmental Perspectives in Written Language and Literacy*. Amsterdam/Filadelfia: John Benjamins Publishing Company.
- Singh, K. (2007). *Quantitative Social Research Methods*. Los Angeles: Sage Publications.
- Slotnick, S. (2012). *Controversies in Cognitive Neuroscience*. New York: Macmillan International Higher Education.
- Sokhadze, E., & et al. (2017). Event-related Potentials (ERP) in Cognitive Neuroscience Research and Applications. *NeuroRegulation*, 4(1), 14–27.
- Suryo, A. (2014). Teaching transactional and interpersonal conversation: a classroom action research. *Language circle Journal of Language and Literature*, IX(1), 9-16.
- Thomas, M., Ansari, D., & Knowland, V. (2019). Annual Research Review: Educational neuroscience: progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 60(4), 477–492.
- Toro, I., & Parra, R. (2006). *Método y conocimiento: metodología de la investigación : investigación cualitativa/investigación cuantitativa*. Medellín: Universidad Eafit.
- Triviño , V., Zaidler, & Sanhueza, A. (2005). Paradigmas de investigación en enfermería. *Ciencia y enfermería*, 11(1), 17-24.
- Venturelli, N., & Branca, I. (2016). ncia y neurociencias cognitivas:El caso de la resonancia magnética funcional. *Tópicos, Revista de Filosofía* , 177-207.
- Vigo, V. (2019). Modelo metodológico de neuroestrategias para la comprensión lectora inferencial en estudiantes de educación primaria. *Tesis para obtener el grado académico de Doctor en ciencias de la Educ.* Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Weisberg , S., Hunter, D., Huber , R., Lemieux , J., Slaymaker, S., Vaddi, K., . . . Ferrante , A. (2006). CCR2 Modulates Inflammatory and Metabolic Effects of High-Fat Feeding. *J Clin Invest*(116), 115-124.

Weisberg, M. (2007). Who is a Modeler? *British Society for the Philosophy of Science*, 207–233.

Weingarten, S., & Penat, H. (2009). *Cognitive Psychology Research Developments*. New York: Nova Science Publishers.

Yuni, J., & Urbano, C. (2014). *Técnicas para investigar : análisis de datos y redacción científica* (Vol. 3). Córdoba: Editorial Brujas.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

Wikipedia (2019) Potencial relacionado con evento , Recuperado en https://es.wikipedia.org/wiki/Potencial_relacionado_con_evento