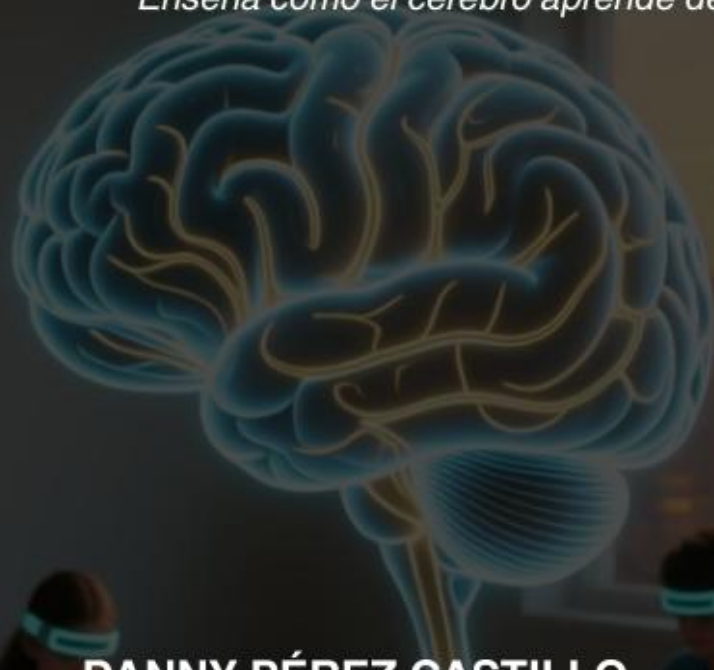




UEB
UNIVERSIDAD
ESTATAL DE BOLIVAR

NEUROEDUCACIÓN Y NEUROAPRENDIZAJE

Enseña como el cerebro aprende de verdad.



**DANNY PÉREZ CASTILLO
VERÓNICA GARCÍA GARCÍA
VICTOR CHIMBO ORELLANA**

ISBN: 978-9907-0-0439-7

2025

NEUROEDUCACIÓN Y NEUROAPRENDIZAJE

AUTORES:

**DANNY FERNANDO PÉREZ CASTILLO
VERÓNICA TATIANA GARCÍA GARCÍA**



Este libro ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad científica.

©Grupo Editorial BLR
Universidad Estatal de Bolívar
Riobamba – Ecuador
Correo: publicaciones@grupoblrl.com
<https://grupoblrl.com/libros-investig>
REPOSITORIO



Pérez , D., García, V. (2025) Neuroeducación y neuroaprendizaje.
Grupo Editorial BLR.

© Danny Fernando Pérez Castillo
Verónica Tatiana García García

ISBN: 978-9907-0-0439-7

El copyright promueve la libertad de expresión, protege la diversidad de ideas y conocimiento, además apoya la libre expresión. Se prohíbe de manera rigurosa la producción o el almacenamiento de esta publicación, ya sea en su totalidad o en parte, está estrictamente prohibido por ley, incluyendo el diseño de la portada, así como su difusión a través de cualquiera de sus medios, ya sean electrónicos, mecánicos, ópticos, de grabación o incluso de fotocopia, sin permiso de los propietarios de los derechos de autor.

FILIACIONES DE LOS AUTORES

Danny Fernando Pérez Castillo

Universidad Estatal de Bolívar

Correo Electrónico: dperez@ueb.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4418-0050>

Verónica Tatiana García García

Universidad Estatal de Bolívar

Correo Electrónico: vegarcia@ueb.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7829-4713>



PRÓLOGO

El vínculo entre mente, cerebro y educación ha despertado, en las últimas décadas, un creciente interés en la comunidad científica y pedagógica. La irrupción de la neurociencia en el ámbito educativo ha abierto nuevas posibilidades para comprender cómo aprenden las personas, cómo se construyen los procesos cognitivos y cuál es el papel de las emociones en la formación integral del ser humano. En este escenario surge la neuroeducación, un campo interdisciplinario que combina aportes de la neurociencia, la psicología y la pedagogía para ofrecer una mirada más profunda y coherente sobre el aprendizaje.

El presente libro, “Neuroeducación y Neuroaprendizaje”, invita al lector a reflexionar sobre los fundamentos, aplicaciones y desafíos de este nuevo horizonte educativo. Más allá de las modas académicas o de los llamados “neuromitos”, lo que aquí se propone es un acercamiento riguroso y crítico a las evidencias científicas que explican el papel de la memoria, la atención, la motivación y la plasticidad cerebral en el desarrollo del aprendizaje.

Asimismo, se abordan cuestiones esenciales como el impacto de las emociones en el aula, la importancia de un entorno enriquecido y seguro para el cerebro que aprende, y las implicaciones de la neurociencia en la atención a la diversidad y a las necesidades educativas especiales. La obra también pone de relieve la relevancia de la formación docente en este campo y la necesidad de construir puentes sólidos entre la investigación científica y la práctica educativa cotidiana.

El objetivo no es reemplazar los métodos pedagógicos tradicionales, sino enriquecerlos con el conocimiento que hoy nos brinda la ciencia del cerebro. Se trata de comprender que cada experiencia educativa deja huellas en la arquitectura neuronal del estudiante, y que cada docente, con su manera de enseñar, contribuye a moldear no solo el conocimiento, sino también el desarrollo humano.

Este libro pretende ser, en suma, una invitación a explorar los alcances y limitaciones de la neuroeducación y el neuroaprendizaje, ofreciendo al lector herramientas conceptuales y prácticas para repensar la enseñanza en clave científica, humana y transformación.

ÍNDICE

PRÓLOGO.....	i
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
INTRODUCCIÓN.....	x
CAPÍTULO I	12
1 NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN: ALGUNAS NOTAS SOBRE UN “NUEVO” CAMPO DE ESTUDIO	12
1.1 Una relación de larga data.....	13
1.1.1 La neurociencia y la educación en el escenario académico actual.....	16
1.2 Algunas posiciones en cuanto a las posibilidades de integración entre neurociencia y educación	20
1.3 ¿Cuáles son los desafíos que enfrentamos cuando se quiere aplicar la neurociencia al aula?	21
1.4 El problema de la relación mente-cerebro	26
1.5 Teoría de la mente.....	27
1.5.1 Perspectiva histórica de la neurociencia cognitiva.....	29
1.5.2 El cerebro en la edad antigua y la edad media	30

1.5.3 El cerebro en el renacimiento y la edad moderna	33
1.5.4 Fin de los espíritus animales	35
1.5.5 Electricidad animal.....	36
1.5.6 Siglo XIX: La corteza cerebral y los debates sobre su función .	38
1.5.7 Frenología	38
1.5.8 Localización del lenguaje.....	39
1.5.9 Principios de la neurociencia cognitiva.....	42
1.5.10 Dos enfoques convergentes	42
1.5.11 Niveles de análisis de la neurociencia cognitiva	43
1.5.12 Análisis molecular	43
1.5.13 Análisis celular	44
1.5.14 Análisis de sistemas o redes neuronales	44
1.5.15 Análisis conductual.....	45
1.5.16 Análisis cognitivo	45
1.5.17 Neurociencia y psicología cognitiva: Una relación no siempre fácil.....	45
1.5.18 Neurociencia y educación.....	49
1.5.19 La teoría del cerebro Triuno	55

1.5.20 El sistema Límbico	56
1.5.21 La Neocorteza	57
1.5.22 Está dividida en lóbulos que cumplen funciones específicas ..	58
1.5.23 La teoría del cerebro total	59
1.5.24 Implicaciones educativas	61
1.5.25 Lateralidad y aprendizaje	62
1.5.26 Estimulación del hemisferio derecho.....	63
1.5.27 Estilos de Aprendizaje: El Modelo de los hemisferios cerebrales.....	64
1.5.28 El proceso creador a la luz de la neurociencia.....	68
1.5.29 Complementariedad de las estructuras cerebrales	72
1.5.30 Dinámica del proceso creador	75
CAPÍTULO II.....	77
2 EL CEREBRO ORGANIZACIÓN Y FUNCIÓN.....	77
2.1 El cerebro y el sistema nervioso.....	77
2.2 El cerebro	78
2.3 El cerebro y tronco encefálico.....	78
2.4 El cerebro interior	79

2.5	El sistema nervioso periférico	79
2.6	Células nerviosas.....	79
2.7	Neurotransmisores.....	80
2.8	Una rápida visión anatómica del cerebro	80
2.9	Organización del cerebro	81
2.10	Interconectividad cerebral.....	86
2.11	Neuromitos.....	87
2.11.1	El origen del mito	88
2.12	Música	89
2.12.1	¿Utiliza el músico solo su hemisferio derecho?	89
2.13	Lenguaje.....	91
2.13.1	¿Es lingüístico el hemisferio izquierdo?	91
2.14	Creatividad	91
2.15	Bases Neurocognitivas	92
2.15.1	Redes cerebrales involucradas	92
2.15.2	Lóbulos cerebrales implicados	92
2.16	Aritmética.....	94

2.16.1	Procesos involucrados en el cálculo	94
2.16.2	Áreas cerebrales implicadas.....	94
2.16.3	Redes neuronales	95
CAPÍTULO III		97
3	TEORÍA, PROGRAMAS Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO DEL PENSAMIENTO.....	97
3.1	El proceso de pensamiento.....	97
3.2	Pensamiento y lenguaje.....	98
3.2.1	El origen del lenguaje.....	98
3.3	Evolución del pensamiento	101
3.3.1	En el niño	101
3.4	Pensamiento y apropiación	103
3.5	El acto verbal del pensamiento	105
3.6	El pensamiento intuitivo	106
3.7	El pensamiento lógico concreto.	107
3.8	El adulto	111
3.9	Desarrollo de habilidades del pensamiento.....	113
3.10	Enseñar a pensar.....	114

3.11 Funciones ejecutivas	119
BIBLIOGRAFÍA	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Modos de pensamiento.	66
--	----

INTRODUCCIÓN

La presente obra, “Neuroeducación y Neuroaprendizaje”, se propone analizar los fundamentos y aplicaciones de esta disciplina, abordando aspectos esenciales como la memoria, la atención, la motivación, la plasticidad cerebral, el papel de las emociones en el aprendizaje y las implicaciones en la atención a la diversidad. Además, se pone de relieve la importancia de desmitificar ciertas creencias erróneas —los llamados neuromitos— que, lejos de enriquecer, han limitado el verdadero alcance de la neurociencia aplicada a la educación.

Este libro está pensado tanto para docentes como para estudiantes, investigadores y profesionales interesados en explorar cómo el conocimiento del cerebro puede enriquecer las prácticas educativas. El objetivo no es ofrecer recetas universales, sino aportar una mirada científica y reflexiva que permita mejorar la enseñanza, favorecer aprendizajes más significativos y responder a los retos educativos de la sociedad contemporánea.

En definitiva, la neuroeducación y el neuroaprendizaje nos recuerdan que enseñar es transformar el cerebro y que cada experiencia educativa deja una huella que contribuye al desarrollo integral de la persona.

Es por eso que en el presente texto se va a bordar los siguientes capítulos:

1.- NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN: ALGUNAS NOTAS SOBRE UN “NUEVO” CAMPO DE ESTUDIO. En esta Unidad se centra en

conocer los hallazgos sobre la naturaleza cerebral y la práctica pedagógica, mismo que ayuda a mejorar el aprendizaje significativo de los estudiantes.

2.- EL CEREBRO ORGANIZACIÓN Y FUNCIÓN. En este capítulo se dará a conocer sobre la organización y las funciones cerebrales y así poder entender sobre su incidencia en las estrategias educativas más adecuadas en las mentes estudiantiles.

3.- TEORÍA, PROGRAMAS Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO DEL PENSAMIENTO. En el presente tema en cambio se abordarán las distintas manifestaciones científicas, mismos que beneficiarán para la implementación de una educación duradera

CAPÍTULO I

1 NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN: ALGUNAS NOTAS SOBRE UN “NUEVO” CAMPO DE ESTUDIO

La neurociencia es el conjunto de disciplinas que estudia el sistema nervioso, especialmente el cerebro, en sus aspectos estructurales, funcionales, químicos y cognitivos. La educación, por su parte, es el proceso intencional de transmisión, construcción y transformación del conocimiento. La unión de ambas da lugar a la neuroeducación, un campo interdisciplinario que busca aplicar los descubrimientos neurocientíficos a la mejora de la enseñanza y el aprendizaje.

Por lo que es indispensable saber sobre la naturaleza de la mente humana y su rol indispensable para el procesamiento de la información, mismo que permite el procesamiento indispensable para la adquisición de conocimiento y desarrollo pleno del ser en su máximo esplendor

Este campo es relativamente “nuevo” porque surge de la convergencia entre la neurociencia cognitiva, la psicología del aprendizaje y la pedagogía, integrando saberes antes fragmentados. Se podría considerar como una fusión útil e indispensable para su desarrollo.

En los últimos años, la llamada “neuroeducación” o “neurociencia educativa” se ha presentado como un campo de conocimiento con potencial para introducir modificaciones en las estrategias pedagógicas y prácticas de intervención educativas. Si bien para algunos autores el diálogo entre la neurociencia y la educación está aún en su infancia Howard, (2011), las articulaciones entre estas disciplinas han alcanzado

en la actualidad un nivel de desarrollo significativo, que se manifiesta en un inusitado crecimiento de las publicaciones sobre el tema y el desarrollo de múltiples programas de formación en todo el mundo Sebastián Lipina, (2012). En donde se encuentra muy de acuerdo con los autores al mencionar de la importancia que han dado en este último tiempo al vínculo intrínseco que tienen estas ramas para conocer a fondo las razones existentes del proceso de aprendizaje.

En este capítulo se hará referencia al estado actual y al lugar que la integración neurociencia-educación tiene en los ámbitos académicos y científicos, y se presentarán algunos de los diferentes términos y conceptualizaciones que los investigadores que trabajan en el campo de la neurociencia y la educación han empleado para hacer referencia al mismo. Por último, se presentarán una serie de propuestas concretas que diversos autores han desarrollado a los fines de establecer conexiones o “puentes” entre ambas disciplinas.

Este “nuevo” campo de estudio no busca reemplazar a la pedagogía ni a la psicología educativa, sino complementarlas con el conocimiento del cerebro. La neurociencia aplicada a la educación ofrece un horizonte prometedor, siempre que se aborde con rigor científico, espíritu crítico y compromiso humano. Añadiendo además de la importancia que tienen todos los miembros de la educación al conocer estos temas de relevancia al aplicarlos en su vida profesional en cada instante de su vida académica.

1.1 Una relación de larga data

Si bien se suele presentar como una empresa absolutamente novedosa, los primeros intentos por integrar los conocimientos de la neurociencia

con aquellos propios de la pedagogía y las ciencias de la educación se remontan a más de un siglo. Los trabajos de un neurólogo, Donaldson H. H. (1895), y “La educación del sistema nervioso central: un estudio de los fundamentos, especialmente del entrenamiento sensorial y motor”.

Halleck (1895), se cuentan entre los primeros esfuerzos por aplicar los conocimientos de la neurociencia, en especial la neurobiología, a la educación (Triarhou, 2009). Por otro lado, hace más de 30 años, Fuller & Glendening (1985), señalaban que “La cuestión de cómo el cerebro se construye y cómo funciona en los procesos de aprendizaje es considerada, por algunos, como una de las preguntas más profundas que está siendo planteada en los círculos educativos contemporáneos” (p.135). En este documento se intenta interpretar de cómo las personas vamos construyendo de a poco todo nuestro aprendizaje mediante un meticuloso estudio del cerebro. Nos damos cuenta que a través del tiempo siempre ha existido esa gran pregunta del “cómo”, y mediante el paso del tiempo algunos autores se han interesado a dar respuesta a esa gran incógnita mediante la aplicación de varios métodos científicos observacionales al cual han llegado a la conclusión de ese Cómo mediante la interacción de la ley que proponía la escuela Psicológica denominada Conductismo “Estímulo - Respuesta”.

Desde hace más de un siglo, científicos, psicólogos y pedagogos han buscado comprender cómo funciona el cerebro para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Mediante el aporte importante de varios autores se han dado origen a la nueva tendencia de comprender y generar respuestas oportunas al estudiantado.

En el siglo XIX, pensadores como James, (1899) ya planteaban la necesidad de relacionar los hallazgos de la psicología experimental con la práctica docente. Más tarde, teorías como las de Piaget, La psicología de la inteligencia (1947), y Vygotsky (1931), aportaron una visión evolutiva y sociocultural del aprendizaje, que, aunque no utilizaban el término neuroeducación, anticipaban la importancia de los procesos cerebrales y sociales en la construcción del conocimiento. Los aportes científicos de los aspectos socioculturales resaltan la incidencia que tiene la sociedad para con las nuevas sociedades y que éstas son manipulables al no tener bases sólidas.

El siglo XX trajo consigo un avance decisivo: el desarrollo de la neuropsicología Luria (1962) y Hebb (1949), y la introducción de tecnologías como la neuroimagen, que permitieron observar en tiempo real cómo el cerebro procesa información, recuerda, se emociona y cambia con la experiencia. Estos descubrimientos reforzaron la idea de que el aprendizaje es un fenómeno biológico, cognitivo y social al mismo tiempo. Con el pasar del tiempo nos percatamos de la necesidad inquebrantable de tener como aliado a la tecnología, mismo que ha dado paso en identificar y descubrir con ciencia cierta la ubicación exacta de muchos aspectos relacionados a los procesos mentales que inciden en las decisiones de los seres humanos.

De este modo, la neuroeducación surge como la convergencia natural de una relación histórica: la neurociencia aporta el conocimiento sobre cómo aprende y se desarrolla el cerebro; la pedagogía traduce este conocimiento en estrategias didácticas; y la psicología actúa como puente entre ambas, integrando los procesos cognitivos y emocionales

del ser humano. Todo funciona en situación holística en pro de desarrollar aspectos resaltantes sin excluir a ningún aspecto que influye sobre el Ser.

Hablar de neuroeducación es reconocer que existe una continuidad histórica en la búsqueda de unir ciencia y educación. Lo que antes eran intuiciones y teorías, hoy se respalda con evidencias empíricas sobre la plasticidad cerebral, la importancia de las emociones en el aprendizaje, la memoria, la atención y el impacto del entorno. Para llegar a dicha deducción ha sido necesario pasar por años de ignorancia e irse alimentando de varios apartados teóricos que han sido puestos a experimentación y todo eso ha dado paso a la creación de una rama que trasciende en los procesos educativos.

Por lo que se podría decir que la relación entre neurociencia y neuroeducación no es fortuita ni reciente: es el resultado de un largo recorrido intelectual y científico que, desde hace décadas, viene consolidando un nuevo paradigma educativo basado en la comprensión profunda del cerebro y sus procesos.

1.1.1 La neurociencia y la educación en el escenario académico actual

En los últimos años ha crecido el interés de los docentes por el conocimiento y aplicación de resultados de investigaciones neurocientíficas en su práctica educativa, paralelamente con un crecimiento significativo del cuerpo de investigaciones en neurociencia que se ocupan de problemáticas del campo educativo (S. Dekker. &

Jolles, 2012). Ha crecido el interés por descubrir muchas más cosas que aporten al desarrollo científico de esta ciencia oculta durante años.

Esto se ha visto reflejado en la creación de nuevas revistas científicas, centros de investigación, proyectos internacionales, y numerosos cursos y programas de postgrado. En nuestro contexto, sobre las bases del simposio Educación temprana y desarrollo cerebral que tuvo lugar en la Chile (2011), se creó la primera Escuela Latinoamericana de Educación, Ciencias Cognitivas y Neurociencias. El objetivo de la misma es formar una comunidad internacional de investigadores comprometidos con la investigación en neurociencia y psicología cognitiva, en busca de herramientas para mejorar los procesos de aprendizaje de los niños no sólo de América Latina, sino del mundo (Brier, 2014). A partir de contribuciones significativas para la ciencia nos percatamos de tener la necesidad de encontrarnos mucho mejor preparados en temas relacionados como el de neurociencia y seamos los portadores de un escenario innovador en las aulas.

Al tratarse de un campo de estudio en pleno desarrollo, no existe un acuerdo explícito en cuanto a su denominación. Aquellos investigadores y docentes interesados por la neurociencia y la educación eligen términos diversos para hacer referencia su actividad, y hacen hincapié en elementos distintos en su definición. Algunos autores utilizan el término “neuroeducación” Battro (2011), o “investigación neuroeducativa” Daniel Ansari (2012), otros emplean el término “neurociencia educativa” Geake J., (2009), algunos optan por “estudios neuroeducativos” (Nouri, 2016), y otros llaman a este campo “Mente, cerebro y educación” (K. W. FISCHER & KOIZUMI., 2007).

Sea cual sea el título que se ubique, el resultado siempre será el mismo en búsqueda de una tendencia que mejore los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Battro (2011), elige emplear término neuroeducación para hacer referencia a una nueva forma de encarar la educación con el auxilio de las ciencias del cerebro y de la mente. Para este autor, la neuroeducación constituye una nueva interdisciplina (porque representa la intersección de diversas especialidades relacionadas con el aprendizaje y la enseñanza) y transdisciplina (porque es una nueva integración original, tanto conceptual como práctica, de aquéllas). Sin embargo, resalta que no es suficiente con anteponer el prefijo neuro a otra palabra para inaugurar un nuevo campo de estudio, sino que es necesaria una nueva generación de neuroeducadores que aborden “temas de interés común donde la investigación del cerebro ilumine la actividad educativa, y ésta, a su vez, abra nuevos caminos a las ciencias neurocognitivas” (Battro, 2011). En cambio, para el presente postulado genera una dinámica adecuada hacia una colaboración entre todos los entendidos y se pueda otorgar el interés necesario de todas las disciplinas inmiscuidas en la enseñanza.

Por su parte, Jones P.A., (2008), utiliza el término neurociencia educacional para referirse a las iniciativas tendientes a combinar los conocimientos en educación con los conocimientos biológicos y psicológicos acerca del cerebro y el aprendizaje. Este autor señala que, dado que la investigación neurocientífica no parece dar soluciones para el aula, es necesario el desarrollo de la investigación neuroeducativa que integre evidencias biológicas, sociales y experimentales, a los fines de

reducir la brecha existente entre el laboratorio y el aula. Para este autor resulta necesario conocer los aspectos bilógicos que influyen en el cerebro humano. Dado la necesidad de apreciar la no solución de vacíos instalados en el aula se cuestiona nuevos postulados que vayan de la mano a solventar cuestiones necesarias y sean útiles en la práctica educativa.

Otro conjunto de autores denomina Mente, cerebro y educación a este campo de investigaciones que busca conectar los conocimientos sobre neurociencia, educación y ciencias cognitivas. A partir de la interacción recíproca entre investigadores y educadores, este enfoque persigue, entre otros, un fin “aplicado”, albergar por la promoción de prácticas educativas efectivas, a la vez que busca desarrollar conocimiento básico acerca de cómo los niños y adultos aprenden y se desarrollan (Fischer, 2007). Se busca esa influencia instintiva que tiene la mente para generar el conocimiento pero que se trata de desarrollar prácticas efectivas que pudiesen alcanzar todos los estudiantes desde un proceso educativo interactivo.

Por su parte, Nouri (2016), opta por la denominación “estudios neuroeducativos” para hacer referencia a este “creciente campo interdisciplinario basado en la conexión sinérgica entre neurociencia, ciencias cognitivas, psicología y educación, que constituye un esfuerzo por mejorar nuestros conocimientos teóricos y prácticos acerca del aprendizaje y la educación” (Nouri, 2016). Este autor señala que al emplear la palabra “estudios” se hace hincapié en la naturaleza interdisciplinaria de este campo, tal y como se ha utilizado en otros campos de conocimiento como los “estudios culturales”, “estudios de

género” y “estudios legales”, entre otros Nouri (2016). Los investigadores en este campo deben cumplir un doble rol al intentar proveer evidencias sistemáticas y conclusiones que sean tanto científicamente confiables y válidas como educativamente relevantes y aplicables (Nouri, 2016).

1.2 Algunas posiciones en cuanto a las posibilidades de integración entre neurociencia y educación

En la actualidad, hay un profundo debate en los círculos educativos y en los centros de investigación en todo el mundo acerca de las dificultades, beneficios y posibles riesgos de la integración entre la neurociencia y la educación. Esta situación se ve reflejada en el hecho de que la mayor parte de la literatura sobre el tema es meta-científica, centrándose en las promesas y los problemas relativos a integrar la neurociencia y la educación, más que en aplicaciones concretas de resultados de investigaciones neurocientíficas a los procesos de enseñanza y aprendizaje (Bruer, 2014).

En un interesante trabajo realizado en base al análisis del discurso que se emplea en el campo de la neurociencia educativa Flobakk (2011), sostiene que existen cuatro grandes posiciones respecto a las posibilidades de integrar la neurociencia con los conocimientos sobre enseñanza y aprendizaje para mejorar las prácticas pedagógicas.

En primer lugar, el entusiasmo ingenuo incluye a aquellos que pretenden cruzar la brecha “de un salto”, y promueven la comercialización de ciertos programas de aprendizaje “basados en el cerebro” que fomentan prácticas con escasa evidencia empírica y muchas veces con base en

neuromitos. Para el autor resalta como indispensable la necesidad de pasar la página de estrategias centradas en el mito, si bien es cierto en épocas antiguas todas las explicaciones lógicas se remontaban a prácticas relacionadas con suposiciones pero que en tiempos actuales se deben de considerar aspectos relacionados con los avances científicos que tengan sustentos lógicos basados en estudios comprobados.

En el extremo contrario, el escepticismo pesimista sostiene que las relaciones entre neurociencia y educación son imposibles de principio debido a importantes diferencias teóricas y metodológicas entre ambos campos de conocimiento. Como señala Willingham (2009), “la brecha, por lo tanto, no debe ser cruzada en absoluto”. Entre los extremos del entusiasmo ingenuo y el escepticismo pesimista, existen dos posiciones intermedias.

El optimismo vacilante incluye a quienes resaltan la importancia del estudio del cerebro en sus relaciones con la enseñanza y el aprendizaje para enriquecer el campo de la educación, aunque sostienen que entre dichas disciplinas habría que construir “un puente demasiado lejano.

1.3 ¿Cuáles son los desafíos que enfrentamos cuando se quiere aplicar la neurociencia al aula?

La aplicación de la neurociencia al proceso de aprendizaje real en las aulas de nuestras escuelas supone la necesidad de identificar múltiples desafíos a los que nos enfrentamos, tanto desde el ámbito científico como desde el ámbito docente; ello nos permitirá pensar en estrategias comunes a todos los protagonistas involucrados en la creencia de que

una revolución educativa es posible y necesaria en América Latina (Román & Poenitz, 2019).

1. **El paradigma:** La educación y sus modelos están en crisis hace varias décadas, la aparición del nuevo paradigma basado en la neurociencia pone en evidencia con más contundencia esa crisis de los modelos educativos clásicos. Para Khun (1962), las crisis de un modelo y la aparición de nuevos paradigmas, son dos condiciones necesarias para una revolución científica. Por lo que resulta necesario la actualización constante por parte del docente ya que es el responsable de atender las necesidades del alumnado, así como también saber identificarlas dentro de un proceso de interacción que se basa en la aplicación de la experiencia adquirida a través de los años y en su formación.

La neurociencia viene cumpliendo las etapas descritas para construirse como nuevo paradigma en el que diversas disciplinas basen sus cambios en los próximos años. Varias disciplinas se han visto de cara con la neurociencia y están incorporándola a su núcleo de conocimiento. Conocer cómo funciona nuestro cerebro, sus condiciones, sus respuestas a diferentes estímulos y escenarios de aprendizaje, impacta en los modelos teóricos de antaño y nos ubica como partícipes activos de sus contradicciones y asombrosos descubrimientos.

En ese choque de paradigmas las ideologías, los temores al cambio y las zonas de confort juegan un papel fundamental en la lucha por lo que creemos que es mejor para nuestra práctica cotidiana. La única respuesta posible, que nos da mayor luz sobre esas sombras, es más formación e

investigación, la fórmula que nos ha llevado siempre al progreso y al consenso de la comunidad científica internacional.

2. Los docentes: Somos humanos. Los cambios de paradigma generan no solo crisis disciplinares, sino también en el interior de cada uno de nosotros, despertando seguridades y contradicciones, adeptos y detractores, evangelizadores y herejes. Más allá de las polarizaciones, los únicos protagonistas reales de la revolución educativa son los docentes, solo ellos pueden cambiar hacia un nuevo paradigma, solo ellos pueden apropiarse de los conocimientos de la neurociencia aplicada en el aula. Por todo lo antes mencionado resulta necesario la interiorización de estos temas para que como docentes adoptemos una nueva postura al cambio generacional y se utilice a la Neuroeducación como un nuevo abordaje como un cambio eficiente a la adquisición y sea un puente del poder conseguir los conocimientos necesarios para la vida y existencia.

Este es un desafío, tanto para docentes como para científicos. Si entre ellos logran construir un puente entre la neurociencia y el aula, ello permitirá la creación de un lenguaje disciplinar y la generación de investigaciones comunes, dos elementos facilitadores del cambio. Para los docentes el desafío es aún mayor, ya que involucra un cambio sustancial en su práctica cotidiana, el clásico axioma de “saber y saber hacer” se pone en juego en su máxima expresión.

Los docentes no solo deben cambiar sus conocimientos sobre cuáles son las mejores estrategias de aprendizaje, sino que deben “saber hacer” que

los estudiantes aprendan mejor. Pero esto se podrá aplicar mediante la aplicabilidad de diferentes estrategias capaces de generar una verdadera innovación educativa, quizás en este punto esté marcada la tendencia de los últimos años donde “el saber” estaba representado por una educación basada en contenidos, cuyo contrapunto esta hoy en el “saber hacer” representado por una educación basada en competencia, lo cual no solo implica dos diseños de currículos distintos, sino implica un cambio en la metodología de evaluación de los propios estudiantes y del mismo sistema educativo. En donde se denota los cambios generacionales del antes y el ahora en donde el antes se aplicaba mediante un abordaje tradicionalista basado en el aspecto memorístico y el ahora en aprendizaje significativo que perdure en el tiempo, es por eso que constituyen en necesaria la transformación educacional en el que se implemente primeramente por parte de todos aquellos que transmiten los conocimientos dejando de lado aspectos tradicionales que en tiempos actuales se constituyen como erróneos y pasados de moda.

3. Román & Poenitz., (2019): Los programas de formación: el gran número de investigaciones basadas en la neurociencia sobre como el cerebro aprende y su impacto en la práctica docente es de tal magnitud que actualmente nos coloca en el Rubi con dejando atrás a los modelos educativos clásicos. Lo dicho por el autor remarca la vocación que deberían tener los docentes sobre como aprendemos ya que eso permitirá en responder oportunamente a las exigencias del estudiantado.

De adoptar modelos que expliquen el aprendizaje enunciado por grandes pensadores educativos, hoy nos enfrentamos con evidencia científica que nos muestra con contundencia qué ocurre realmente en el cerebro que aprende; dejamos de leer teorías para evidenciarlas. Esto enfrenta a los docentes con un grave problema, ya que, en general, hasta ahora su formación no había contemplado a la ciencia como generadora de conocimiento sobre su práctica. A lo que se resalta la necesidad de la constante actualización en conocimientos sobre la labor docente y su importancia en la práctica profesional efectiva.

Es infrecuente que los programas de formación docente contemplen conocimientos sobre estadística, grados de evidencia, diseño de investigaciones, todo lo cual genera pensamiento crítico frente a la lectura de la ciencia y sus aportes. Por otro lado, en general hasta el momento las investigaciones en educación son realizadas por psicólogos o psicopedagogos, es infrecuente también que los docentes investiguen sobre su práctica en el aula; por lo cual, más allá de la dificultad de aportar a las investigaciones la impronta propia de la experiencia en el aula, esto dificulta muchas veces la apropiación del conocimiento generado por las investigaciones.

Estos son puntos vulnerables para poder discriminar entre el ilusionismo y la neurociencia, entre los falsos Houdinis y los auténticos Vigosky. El incipiente aporte de Docentes hacia la contribución de teorías de la Educación ha hecho que exista una dificultad considerable puesto que la formación docente viene determinada por teorías basadas por otras especialidades pero que resultaría interesante que en alguna ocasión este

paradigma pase a manos de aquellos que están involucrados en el quehacer educativo

La política Román & Poenitz., (2019): Si la falta de formación para discriminar entre lo académico y el oportunismo es una barrera, el problema político es un camino minado de peligros impensados. Las respuestas políticas en general, frente a la aplicación de las neurociencias a la educación, van desde un entusiasta e incondicional apoyo hasta la más inmutable reacción frente al fracaso evidente.

1.4 El problema de la relación mente-cerebro

Se estaría de acuerdo en que una piedra que rueda por el monte, ladera abajo, no tiene ni pizca de psiquismo, se mueve, pero carece de comportamiento, en el sentido estricto y psicológico del término. Es un objeto, un conjunto de moléculas que sigue de forma ciega la acción de la gravedad, y no se adivina intención en su movimiento, ni el menor rastro de una subjetividad que sienta, que quiera algo o (mucho menos). que piense Tampoco en un muelle, aunque el movimiento sea propio y provenga de su interior. No se concederá intención a un girasol cuando sigue al sol, no parece que desee» ir tras él, sólo es un impersonal automatismo fotoquímico, similar a una reacción química en el tubo de ensayo. Y ¿qué pasa con una cucaracha?, ¿le reconocemos intención de huir del fuego o de nuestra sombra?, desea escapar esta campeona de la velocidad unos 350 km/hora en nuestra escala?, ¿se atisba un deseo en esa urgente y apresurada conducta de huida? Algún psiquismo entre comillas debe poseer que no tiene la piedra o el girasol.

En estas preguntas que se ha generado en pocas palabras se pretende de establecer cómo los pensamientos, emociones, conciencia, y demás fenómenos psíquicos se van relacionando con el cerebro físico compuesto por estructuras neuronales y conexiones eléctricas y químicas.

1.5 Teoría de la mente

Teoría propuesta por Woodruff & Premack (1978), cuando intentaron resolver algunas cuestiones generadas por el estudio de chimpancés. La Teoría de la Mente. Hace referencia a la habilidad de las personas para explicar, predecir, e interpretar la conducta en términos de estados mentales, tales como creer, pensar o imaginar. A lo cual se evidencia claramente en aportar y definir de manera exclusiva que tal descripción es única y exclusiva de los seres humanos quienes hemos ido desarrollando de poco con el pasar de los años los estados de conciencia.

La publicación realizada por estos dos etólogos tuvo una amplia discusión que se mantuvo a través de las páginas de la revista *Pie Behavioral and Brain Sciences* (Salazar F. G., 1993). Uno de los autores que aportó al desarrollo de dicha discusión fue Dennett (1983), quien fue el que estableció los criterios mínimos necesarios para que el comportamiento de una persona pudiese ser interpretado por un observador como el producto de una atribución de creencias sobre la representación de unos pensamientos que otra persona tiene.

Leslie (1987), propone un mecanismo, llamado “desacoplador”, que explica que las meta representaciones están desacopladas del contenido de la realidad. “Desacoplar” una representación crea una ficción, es

decir, permite al niño tratar el contenido al margen de las relaciones normales de los objetos, personas o acontecimientos reales. Según él, existe un mecanismo innato y específico, llamado ‘módulo de la teoría de la mente’, que hace posible que el niño separe información simbólica de la real, lo cual sugiere que ambas informaciones son producciones de nuestro sistema perceptivo y cognitivo, lo que haría posible que esta función estuviera dañada en una persona que presentara una inteligencia normal en otros aspectos. Según el autor establece como primordial el proceso de desarrollo basándose de manera natural desde las primeras edades en donde cualquier persona no sabe nada hasta ir de a poco nutriendo de experiencias y necesidades en la mente.

Leslie (1987), habla de representaciones primarias, que son representaciones exactas acerca del mundo que empiezan a formarse en la infancia. También habla de representaciones secundarias, que son creencias sobre el mundo, y que no tienen que mantener algún parecido con la realidad. Estas últimas son las llamadas meta representaciones. En base a los postulados se puede considerar que el mismo ser va despejando sus interrogantes que han sido incorporados a través de supersticiones y creencias.

Para Leslie (1987), el juego simbólico es la señal o punto de partida para pensar que en el ser humano se empiezan a formar estas representaciones. Por lo que este autor al igual que Piaget (1952), establece que los sujetos poseen los conocimientos en base a la interacción y el desarrollo aportados desde las etapas de la niñez.

De acuerdo con Leslie (1987), “Teoría de la Mente” se encuentra en el ser humano de forma innata, pero sólo madura en el segundo año de vida. Momento en el cual el niño comienza a desarrollar la capacidad de crear “ficciones”. Estas invenciones del niño irán evolucionando gradualmente hasta convertirse en su capacidad mentalista y, finalmente, en una teoría de la mente completamente elaborada, lo cual es un avance evolutivo de gran significación y de enorme importancia para todas las funciones mentales superiores.

La teoría de Leslie (1987), es de gran relevancia a la hora de comprender el autismo, puesto que las capacidades mentalistas y el juego de ficción presentan deficiencias en los niños que manifiestan este cuadro patológico, lo cual condujo a la hipótesis de que el autismo podría constituir una alteración específica del mecanismo cognitivo necesario para representarse estados mentales o ‘mentalizar’. Está comprobado que los niños autistas no hacen nunca (o casi nunca) juegos de ficción; dedican su tiempo a hacer juegos orientados a la realidad. Los principales postulados del autor dan fe de sus investigaciones que a la posterioridad serían puestos en experimentación y generarían discusión entre los entendidos las contraponer las postulaciones otorgadas hasta el momento.

1.5.1 Perspectiva histórica de la neurociencia cognitiva

La neurociencia cognitiva surge como un campo interdisciplinario que integra la psicología, la neurología y la neurobiología para comprender cómo los procesos mentales se sustentan en la actividad cerebral, a partir

de este sustento daría el inicio al vuelco total de las postulaciones de una nueva disciplina.

El primer documento escrito en el que aparece nombrado el órgano del cerebro fue el Papiro Quirúrgico de (Smith), así llamado en honor a su descubridor. Corresponde a un papiro egipcio de aproximadamente el año 1700 antes de la era cristiana, el que, a su vez, probablemente se basaba en un texto del 3000 a. C. Parece que los antiguos egipcios no concedían ninguna importancia al cerebro, ya que al pre parar las momias lo extraían por la nariz y lo desechaban, mientras que conservaban con mimo otros órganos internos que debían acompañar a su dueño en la otra vida (Historia del cerebro: del antiguo Egipto a Galeno., 2008).

1.5.2 El cerebro en la edad antigua y la edad media

En la actualidad es obvio que la mente reside en el cerebro, pero esto no fue siempre así. En la Grecia Antigua, (Aristóteles, 350 a. C.), creía que un órgano tan inmóvil, grasiento y escaso de sangre en cadáveres era prácticamente inútil. Puesto que en aquellos tiempos no existía aportes que digan lo contrario y más bien se otorgaban la valides de creencias por ello lo consideraba una flema sobrante que a veces se filtraba hacia las fosas nasales en forma de moco, y que sólo servía para refrigerar la sangre, una especie de radiador natural.

Juzgaba más lógico atribuir al corazón el origen de la función mental: ocupa un lugar central en el cuerpo, se mueve, está caliente, contiene sangre, y si se detiene cesa la vida y toda actividad anímica. Esta concepción cardiocéntrica contó con algunos partidarios hasta bien

entrado el siglo XVII y quedan reminiscencias de ella en la etimología de palabras como cordura», recordar, recuerdo, etc., cuya raíz latina es cor (corazón).

Sin embargo, no todos los autores clásicos compartían esta explicación cardio céntrica. De forma paralela, una nueva corriente de pensamiento había surgido décadas antes a partir de las observaciones de (Hipócrates, 460 - 377 a.C.), el padre de la medicina. Son conocidas sus palabras sobre el protagonismo del cerebro: “Los hombres deberían saber que del cerebro y nada más que del cerebro vienen las alegrías, el placer, la risa, el ocio, las penas, el dolor, el abatimiento y las lamentaciones”. En su Corpus hippocraticum aparecen múltiples referencias a perturbaciones del movimiento causadas por una lesión cerebral, y el autor vinculó certeramente las heridas en un lado de la cabeza con convulsiones y parálisis en la mitad opuesta del cuerpo. Es por eso que el padre de la medicina considera al cerebro cómo el órgano más útil e indispensable del ser humano. En ese sentido nos percatamos del interés que han tenido las antiguas civilizaciones para tratar de conocer la fuente de energía del cuerpo y esa gran incógnita para llegar a entenderlo.

Varios siglos después (Galeno, 130–200 d.C.), se convierte en una referencia clave durante largo tiempo. De origen griego, nacido en Pergamo bajo el Imperio Romano, se trasladó a Roma y llegó a ser médico de la corte con cuatro emperadores sucesivos, enfrentándose a sectas y charlatanes de todos los pelajes. No pudo diseccionar cadáveres humanos porque lo prohibía la ley romana, pero sí lo hizo en numerosas especies vertebradas, como gatos, perros, camellos, leones, lobos, osos, comadrejas, pájaros, peces, etc. No pudo hacerlo en invertebrados, al

carecer de cristales de aumento. Para estudiar al cerebro prefería los bueyes porque, siendo un animal de gran tamaño, podía disponer con facilidad de sesos enteros ya deshuesados en el mercado.

Hay una descripción muy citada en la que (Galeno, 130–200 d.C.), enseña a sus estudiantes cómo llevar a cabo, paso a paso, la disección del cerebro de un buey de forma sistemática. (Galeno, 130–200 d.C.), prestó mucha atención a los nervios y presumida de que, por simple palpación, podía distinguir los sensitivos, más suaves, de los motores, muy robustos porque transmiten el movimiento a los músculos.

Pese a existir una gran imposibilidad de buscar información el investigador se ingenió para seguir avanzando con sus posibles postulaciones es por eso que hizo suya una tradición que se remontaba a los antiguos médicos alejandrinos, según la cual los nervios eran huecos, una especie de tubos por donde viajaban los “espíritus animales” del cerebro para mover las partes del cuerpo. Esta explicación duraría toda la Edad Media, y la influencia de (Galeno, 130–200 d.C.), se extendió en Europa durante más de 1.000 años a través de sus abundantes escritos.

Junto a la creencia en los nervios huecos, la explicación medieval del cerebro consistiría, fundamentalmente, en la denominada teoría ventricular. Los padres de la Iglesia establecieron que los espíritus animales y, por lo tanto, las funciones psíquicas, se creaban en los ventrículos o cavidades cerebrales; para la mentalidad cristiana, el tejido cerebral era demasiado térreo, demasiado sucio para actuar de intermediario entre el alma y el cuerpo.

Una diferencia importante con el período clásico es que en la Edad Media se tendía a localizar las principales facultades mentales en ventrículos específicos. Así (Nemesius, IV d.C.), médico y obispo de Emesa, en Siria, bastante influyente en su tiempo, resumió en el siglo IV lo esencial de la teoría ventricular: «Los sentidos tienen sus fuentes y raíces en los ventrículos frontales del cerebro, los de la facultad del intelecto están en la parte media del cerebro, y los de la facultad de la memoria están en la parte trasera del cerebro. Todos los sentidos –vista, oído, tacto, etc.- confluirían con sus nervios en un sentido común, o senso comune, ubicado en un ventrículo frontal, donde también se alojaría el alma en el caso de los seres humanos. Por supuesto, nada de esto se corresponde con lo que hoy se sabe; de hecho, no existe un ventrículo frontal delantero. De las conclusiones puestas en consideración del investigador resaltamos el valor que le otorga al cerebro y que luego fueron contradichas pero que se dejó como antecedente a futuras indagaciones efectuadas sobre el tema central.

1.5.3 El cerebro en el renacimiento y la edad moderna

Con la llegada del Renacimiento europeo y el inicio de la Edad Moderna se volvió a la observación de la naturaleza y a la tabla de disecciones. De la repetición de los antiguos dogmas, basados en las traducciones árabe-latinas de los textos clásicos, se pasó a la búsqueda de conocimiento nuevo, lo que supuso un verdadero renacer, un volver a nacer de las ciencias y el pensamiento humanista. En este contexto, (Leonardo da Vinci, 1452–1519) aplicó su extraordinario talento a la neuroanatomía y quiso conocer la forma de los ventrículos cerebrales a través de un ingenioso método, Inyectó cera líquida caliente en el

interior de estas cavidades y al enfriarse la cera, obtuvo por primera vez un modelo tridimensional de todo el sistema ventricular del cerebro, se llevó un chasco al comprobar que el modelo obtenido no encajaba con la doctrina medieval, pues no aparecía un gran ventrículo frontal que sirviera de alojamiento para el censo commune y el alma. Sin pretender renunciar a la teoría ventricular, Leonardo adoptó una solución de compromiso y recolocó el censo commune en el ventrículo del medio. Lamentablemente, al no publicar sus maravillosos dibujos, estos descubrimientos tuvieron poco impacto en la anatomía de la época

La monumental obra del italiano (Vesalius, 1543) o Vesalio, *De humani corporis fabrica*, traducida como *De la estructura del cuerpo humano*, o también *de los trabajos del cuerpo humano*, publica en 1543, constituye un hito en la historia de la anatomía humana y quizás uno de los libros médicos más relevantes jamás escritos. Dualismo cartesiano (Descartes, 1662), es muy citado desde la neurociencia y la filosofía de la mente como paradigma de la concepción dualista del ser humano. Desde su punto de vista, el mundo se compone de dos clases de sustancias radicalmente distintas; la materia del espíritu, La mente (alma) sería algo con existencia propia, una entidad separable del cuerpo. El cuerpo sin la mente es sólo una máquina, un autómatas muy perfecto pero vacío, al igual que el de los animales.

Cuando el cerebro muere y se descompone, desaparece todo vestigio de conducta y actividad mental de esa persona o animal, eso es lo que enseña una y otra vez la experiencia de la vida, generación tras generación, sin excepciones. Si el cerebro se deteriora por una enfermedad neuro degenerativa, también se asiste, desgraciadamente a

la paulatina disolución de la personalidad y de la función mental del enfermo.

1.5.4 Fin de los espíritus animales

Durante el siglo XVII, el largo reinado de los espíritus animales comenzó a tambalearse, y en unas décadas cayó definitivamente. Al intentar explicarlos desde las leyes físicas de la hidrodinámica, se los veía con una mirada cada vez más naturalista, y esto fue su sentencia de muerte porque, sencillamente las observaciones no coincidían con lo que cabía esperar.

Por ejemplo, si los espíritus animales circulaban dentro de los nervios huecos, éstos no se mostraban huecos por ninguna parte (Leeuwenhoek, 1960), el gran pionero microscopista, por más que lo intentara no conseguía apreciar el orificio del nervio óptico de una vaca, pese a que (Galeno, 130–200 d.C.), había asegurado que era perceptible incluso a simple vista, Si se ligaba un nervio con fuerza, no se hinchaba por la presión de los espíritus, y así un largo etcétera.

El biólogo holandés (Swammerdam J. , 1637–1680), llevó a cabo lo que algunos consideran, uno de los experimentos más importantes del siglo XVII. Demostró de manera introvertible que cuando los músculos se contraen, éstos no aumentan de volumen por la llegada de los espíritus animales a la masa muscular, siendo éste un aspecto clave en la hipótesis espiritual, no debe olvidarse que, según Descartes (1662), los espíritus animales tenían una realidad material.

Por otra parte Swammerdam (1737), tuvo una idea genial que marcaría el futuro de la investigación neurocientífica. Escogió a la rana como animal de experimentación porque, además de abundante, le pareció apropiada este tipo de estudios ya que los nervios son muy visibles en estos animales pueden ser localizados y puestos fácilmente al descubierto empleaba los músculos de las ancas junto con su largo nervio ciático, y con esta decisión el holandés proporcionó a la ciencia una herramienta biológica de primer orden.

Es el tipo de experimentos, en opinión de profesor Cobb (2002), además de demostrar un hecho particular, abre nuevos caminos metodológicos. Concretamente, muestra el poder del método reduccionista en la ciencia, puesto que, como afirma Cobb (2002) y Swammerdam (1737), redujo literalmente la rana a sus partes componentes, en este caso un nervio y un músculo, y sugirió que algo podía ser aprendido sobre la conducta y organización de la rana completa -de hecho, de todos los animales- sobre la base de este ejemplo. Su concepción se acerca a la visión contemporánea de la conducta de los organismos como una suma de respuestas a los estímulos que recibe.

1.5.5 Electricidad animal

El concepto de electricidad animal se refiere a los estudios iniciales sobre la actividad eléctrica en los organismos vivos, particularmente en los músculos y nervios, que marcaron los comienzos de la fisiología eléctrica y la neurociencia experimental

Si los músculos del cuerpo no se contraen por la acción de unos misteriosos espíritus animales, como había demostrado Swammerdam

(1737), ¿cuál es la causa de su movimiento, que tan dócilmente sigue la voluntad del cerebro? El holandés comprendió que la ciencia de su época no podía resolver este dilema y confesó impotente que la respuesta -se entierra en la impenetrable oscuridad. Habría que esperar casi un siglo hasta los decisivos experimentos de (Galvani, 1791).

En el siglo XVIII se puso de moda la electricidad estática generada por grandes máquinas de fricción. Inicialmente, la máquina más común era una gran bola de azufre que se hacía girar en torno a un eje, mientras se colocaba una mano sobre ellas; después se sustituyó por ruedas de vidrio y otros materiales más efectivos. El caso que la persona quedaba tan cargada de electricidad, que causaba un tremendo chispazo al tocar cualquier objeto.

Galvani (1791), junto a esto, la invención de la denominada botella de Leyden permitió almacenar la electricidad para uso futuro, En la alta sociedad de aquellos años era corriente un juego que consistía en formar un círculo de personas se cerraba, todo el corro experimentaba una violenta e inofensiva descarga. En los mercados algunos tipos hacían demostraciones matando pajarillos o pequeños ratones de un chispazo.

La nueva fuerza tenía también una propiedad asombrosa: era capaz de agitar piernas y brazos paralizados durante años; así que no es extraño que le atribuyeran virtudes casi milagrosas que el tiempo se encargaría de desmentir. En ese ambiente del siglo de las luces y una vez descartada la hipótesis de los espíritus animales, los fisiólogos pensaron que tal vez era electricidad lo que secretamente recorría los nervios para mover el cuerpo. Galvani (1791), demostró que el fluido eléctrico procedía del

interior del animal y que ése era el enigmático elemento que viajaba por los nervios y accionaba los músculos.

1.5.6 Siglo XIX: La corteza cerebral y los debates sobre su función

Para Mora (2017), hoy se conoce que los procesos cognitivos más complejos se asientan sobre redes neuronales en las que participa de modo fundamental la corteza o córtex cerebral. Durante el siglo XVIII, y antes, a esta envoltura gris rosácea se la consideró una mera e insignificante “corteza” o revestimiento que es el sentido que tiene la palabra córtex en latín. Por lo que el autor resalta en base a contenidos científicos la diferencia entre los contenidos científicos del antes y el ahora.

En el siglo XIX se empieza a comprender su importancia y podría afirmarse que éste es el siglo de la corteza cerebral y de los acalorados debates en torno a su función. Mora (2017), hay un eje de discusión que recorre la centuria, que es el entablado entre los localizacionistas, convencidos de que cada facultad mental se localiza en un lugar específico de la corteza, y los holistas que ven a la corteza como un todo indiferenciado.

1.5.7 Frenología

A principios del siglo XIX surgió la denominada frenología, un movimiento no se lo puede calificar de ciencia- fundado por el alemán Gall F (1809), que ejercería una enérgica influencia a lo largo de los años siguientes Apareció en un contexto receptivo, una época en la que estaba en boga la fisiognomía. o arte-tampoco se lo puede considerar

ciencia- de adivinar los rasgos de la personalidad a través las características físicas de la cara y el cuerpo.

Ahora puede afirmarse que, en el terreno científico de las diferencias individuales, la correlación matemática entre rasgos físicos y rasgos psicológicos es, en general, muy baja o prácticamente nula; pero en aquellas épocas la gente tendía a otorgar carta de naturaleza a esa convicción, legitimada por “expertos” con pretensiones científicas, sirva de anécdota que Darwin (1871), estuvo a punto de no embarcar en el Beagle paper al capitán Fitz-Roy no le gustó su nariz y temía que careciera, según los manuales al uso, de la energía y determinación suficientes para el viaje. Quizás la historia científica de la evolución habría sido otra por culpa de un apéndice nasal. Se pone de manifiesto la importancia que se otorgaba a los Prejuicios antes que la razón pero que sin embargo influían en las decisiones de todos aquellos que se interrelacionaban entre sí.

1.5.8 Localización del lenguaje

El lenguaje es una de las funciones cognitivas superiores más complejas del ser humano. Su localización cerebral ha sido objeto de estudio desde el siglo XIX, cuando los hallazgos de la neurología clínica y la neuroanatomía comenzaron a relacionar lesiones cerebrales específicas con déficits lingüísticos (afasias) (E. R. Kandel & Hudspeth, 2013).

a) Primeros descubrimientos

Broca (1861), identificó que lesiones en la parte posterior del giro frontal inferior del hemisferio izquierdo producían dificultad en la producción

verbal, conservando la comprensión. Esta zona se denominó posteriormente Área de Broca.

Wernicke (1874), describió que lesiones en la parte posterior del giro temporal superior izquierdo ocasionaban problemas de comprensión del lenguaje, manteniendo una fluidez verbal vacía de sentido. Esta región fue llamada Área de Wernicke.

De estos hallazgos surgió el modelo clásico de localización del lenguaje, donde se establecía una división entre producción (Broca) y comprensión (Wernicke), conectadas por el fascículo arqueado. Sin duda alguna un aporte que hasta en días actuales se constituye como primordial para el entendimiento de lo que es el lenguaje y su fisonomía.

b) Localización hemisférica

Kolb & Whishaw (2015), menciona que en la mayoría de los individuos (aprox. 90–95% de diestros y 70–80% de zurdos), el hemisferio izquierdo es dominante para el lenguaje.

Kandel & Hudspeth (2013), menciona que, el hemisferio derecho contribuye a aspectos prosódicos (entonación, ritmo) y pragmáticos (uso social del lenguaje).

c) Principales regiones cerebrales implicadas

- **Área de Broca (giro frontal inferior, BA 44 y 45):** Articulación, gramática, planificación motora del habla.
- **Área de Wernicke (giro temporal superior posterior, BA 22):** Comprensión semántica y procesamiento auditivo-lingüístico.

- **Fascículo arqueado:** Conecta áreas frontales y temporales, facilitando la integración entre comprensión y producción.
- **Corteza perisilviana:** Región alrededor de la cisura de Silvio, considerada el núcleo de la red lingüística.
- **Áreas adicionales:** Corteza parietal inferior (giro supramarginal y angular), corteza motora suplementaria y regiones subcorticales (tálamo, ganglios basales).

d) Modelos actuales

La visión moderna ha superado el esquema rígido de Broca–Wernicke y reconoce al lenguaje como una red distribuida:

Modelo dual (Hickok & Poeppel)

Vía dorsal: integra sonido y articulación (fonología y producción).

Vía ventral: procesa el significado y la comprensión semántica.

Neuroimagen funcional (fMRI, PET, EEG, MEG): Ha mostrado activación simultánea de múltiples regiones, confirmando que el lenguaje es un proceso en red y no una función localizada en un solo sitio.

e) Evidencia clínica

Afasias: Distintos síndromes (Broca, Wernicke, de conducción, global, anómica), evidencian cómo la lesión en áreas específicas altera diferentes dimensiones del lenguaje de (Kolb & Whishaw, 2015).

Neurocirugía y estimulación cortical: En pacientes epilépticos o sometidos a resecciones tumorales, la estimulación eléctrica directa permite mapear con precisión las áreas críticas del lenguaje.

Plasticidad cerebral: En niños y en ciertos adultos, otras áreas cerebrales pueden reorganizarse para compensar la función lingüística tras una lesión. En estas indagaciones científicas se van descubriendo de la regeneración neuronal que se da paso desde edades tempranas y su regeneración aporta a un aprendizaje con el lenguaje de forma rápida.

1.5.9 Principios de la neurociencia cognitiva

La neurociencia cognitiva es una disciplina científica que estudia los procesos mentales superiores (como percepción, memoria, atención, lenguaje, pensamiento y toma de decisiones) y su correlato neuronal, es decir, cómo se manifiestan y se organizan en el cerebro. Combina conocimientos de psicología cognitiva, neurobiología, neuroanatomía y neurofisiología, buscando entender cómo el cerebro produce la cognición. Condiciones necesarias para establecer una vida totalmente independiente con uso pleno de conciencia y desenvolverse en sociedad (M. S. Gazzaniga & Mangun, 2018).

1.5.10 Dos enfoques convergentes

La neurociencia cognitiva constituye un campo científico relativamente reciente que surge de la convergencia de dos disciplinas que, hasta hace escasas décadas, habían transitado por caminos distanciados la neurociencia y la psicología cognitiva. Cuenta cada una con su propia tradición investigadora, sus métodos y sus técnicas de trabajo

específicas, y las dos han acumulado notables progresos teóricos y empíricos que llega dos a este punto de madurez epistemológica, pueden compartir de forma enriquecedora y sinérgica (M. S. Gazzaniga J. E., 1965;1967).

La evolución en estos temas en los últimos años y la aparición de las nuevas técnicas de neuroimagen y de registro electrofisiológico han dado paso a los puentes necesarios para que surja un nuevo terreno multidisciplinar que se beneficia de ambos enfoques complementarios.

1.5.11 Niveles de análisis de la neurociencia cognitiva

La neurociencia cognitiva aborda el estudio del funcionamiento cerebral desde una perspectiva multidisciplinar, incidiendo en distintos planos de análisis o explicación que, en un orden de complejidad ascendente, comprenden los niveles moleculares, celular, sistémico, conductual y cognitivo (Vaya, 2013).

1.5.12 Análisis molecular

El conocimiento íntimo de los procesos que se encuentran en la base de las funciones mentales conduce al estudio del papel fundamental que desempeñan las distintas moléculas y sus interacciones en la actividad neural y endocrina. Entre otros objetivos, este estudio intenta describir las bases moleculares del impulso nervioso, así como la fisiología y bioquímica de los neurotransmisores o sustancias químicas que actúan de mediadores en la comunicación entre las neuronas y hacen posible el registro de nueva información mediante la modificación de esas

conexiones; también se propone la comprensión de los mecanismos moleculares ligados a las sustancias adictivas (Vaya, 2013).

1.5.13 Análisis celular

El nivel siguiente de análisis tiene a la célula, y concretamente a la neurona, como principal unidad de estudio. Pretende responder a interrogantes sobre el funcionamiento de las células nerviosas, sus diversos tipos y formas, sus especializaciones, cómo interaccionan las neuronas entre ellas, cómo crecen y se conectan durante el desarrollo fetal, qué cambios experimentan a lo largo de la vida, etcétera (E. R. Kandel & Hudspeth, 2013).

1.5.14 Análisis de sistemas o redes neuronales

Es el estudio de los sistemas o conjuntos de neuronas que constituyen redes de actividad que están en la base de los distintos subprocesos cognitivos y emocionales. Es un nivel de análisis sumamente interesante, imprescindible para entender los niveles siguientes, y cuyo desarrollo no ha hecho más que empezar. Implica la cartografía y la comprensión de los circuitos neuronales que intervienen en las distintas etapas de procesamiento de los sistemas visual, auditivo, motor, etc., y que en los últimos años ha experimentado grandes avances gracias a las técnicas de identificación de tractos individuales de materia blanca, como las imágenes por tensor de difusión (diffusion tensor imaging, DTI), y otras técnicas relacionadas (E. R. Kandel & Hudspeth, 2013).

1.5.15 Análisis conductual

Este nivel de análisis examina cómo trabajan de forma conjunta y orquestada los distintos sistemas neuronales que dan lugar a las conductas complejas del organismo: cómo funcionan de modo integrado las redes de memoria, o los sistemas que participan en las conductas motivadas, como el hambre la sed, o el sexo; qué partes cerebrales intervienen en los estados de alerta o en el origen de los sueños, etc. (M. F. Bear & Paradiso, 2020)

1.5.16 Análisis cognitivo

El nivel de análisis más ambicioso corresponde a la comprensión de los mecanismos neurales que hacen posible las funciones mentales superiores, como el lenguaje, el razonamiento, la imaginación, la planificación y el control ejecutivo de las acciones, la conciencia de uno mismo y de la mente del otro, etc. En definitiva, persigue desvelar la base material de la actividad mental de orden superior que alcanza su máxima expresión en el animal humano (M. S. Gazzaniga & Mangun, 2021).

1.5.17 Neurociencia y psicología cognitiva: Una relación no siempre fácil

La psicología cognitiva surgió en la década de 1950 como reacción al conductismo dominante de la primera mitad del siglo XX. Pronto demostró que los procesos mentales, desdeñados por los conductistas por no ser directamente observables, podían inferirse y ser estudiados

de forma científica a través de medidas indirectas obtenidas en experimentos cuidadosamente diseñados para tal fin (Matlin, 2009).

Ciertas variables dependientes, como los tiempos de reacción o el rendimiento en las tareas planteadas, que arrojan luz sobre las funciones psíquicas que intervienen. Desde entonces se ha ido acumulando un volumen impresionante de datos que verifican o refutan distintas hipótesis, y que son explicados desde modelos teóricos que pretenden describir el funcionamiento de la mente humana en sus diversos componentes (Matlin, 2009).

Paralelamente, Matlin, (2009) desde la neuropsicología et estudio de las lesiones cerebrales, y de sus consecuencias sobre la conducta cognitivo emocional y lingüística del paciente, ha ayudado a entender mejor el funcionamiento general de la mente y el cerebro. Estas posibilidades se han multiplicado en las últimas décadas al beneficiarse la neurociencia de las revolucionarias técnicas de neuroimagen y de registro electrofisiológico, que permiten observar al cerebro intacto “en acción”, mientras realiza una determinada función mental.

a) ¿Qué aporta el estudio del cerebro al conocimiento de la mente?

Cada función mental (memoria, atención, lenguaje, emociones, razonamiento) tiene un correlato neuronal: áreas y redes cerebrales específicas que la sustentan (M. S. Gazzaniga & Mangun, 2018).

Conocer qué regiones se activan durante ciertas tareas permite entender cómo se genera la cognición. Al estudiar el cerebro mediante técnicas como fMRI, EEG o TMS, los científicos pueden observar cómo se

procesa, integra y transmite la información (M. S. Gazzaniga & Mangun, 2018).

Esto permite explicar fenómenos como la memoria, la percepción, la toma de decisiones o el aprendizaje en términos biológicos.

El estudio del cerebro ayuda a entender qué ocurre cuando la mente no funciona correctamente: por ejemplo, en casos de demencia, daño cerebral, autismo o depresión (M. S. Gazzaniga & Mangun, 2018).

En base a todo lo descrito ha permitido efectuar aplicaciones clínicas y terapias basadas en la certeza, el cerebro no es estancado, cambia con la experiencia y el aprendizaje, ha permitido comprender cómo la mente puede adaptarse y desarrollarse, tal cual lo proponía Charles Darwin con la teoría de la evolución de las especies

La psicología cognitiva y la ciencia del cerebro han avanzado por caminos relativamente independientes y con frecuencia recíprocamente ignorados. A veces la psicología cognitiva ha mirado con escepticismo la utilidad que podía ofrecer el estudio del cerebro en la comprensión de los procesos mentales. Se ha producido dicho escepticismo por la razón de no saber las consecuencias que podría originarse por adoptar caminos distintos y no existir datos contundentes de un trabajo mancomunado en la disciplina.

Los trabajos de Friedmann Pulvermüller (2005), y sus colaboradores muestran que al leer un verbo de acción como *to pick* (coger) se activan, además de las áreas del lenguaje, las zonas motoras que re presentan a la mano, los verbos como *to Kiss* (besar) activan las áreas del rostro, y

verbos como to kick (chutar), las áreas del pie (Hauk, 2004) y (Pulvermüller & Fadiga). Todos estos son claros ejemplos de que conocer el dónde de las activaciones cerebrales proporciona pistas sobre el cómo de los procesos mentales y su naturaleza íntima, y ese es el camino para los próximos años.

a) ¿Qué aporta la psicología cognitiva a la neurociencia?

De forma recíproca, la psicología cognitiva enriquece y guía a la neurociencia en el planteamiento de las cuestiones pertinentes que deben ser abordadas y respondidas, a la vez que contribuye a la interpretación teórica de los datos que se obtienen. La neurociencia cognitiva no es el mero estudio anatómico y fisiológico del cerebro, sino que busca encontrar la base material de los procesos cognitivos y emocionales que operan en el funcionamiento de nuestras vidas (Posner & DiGirolamo, 2000).

En ese sentido, la psicología cuenta con un arsenal de herramientas y un valioso conjunto de observaciones y modelos teóricos que intentan explicar la actividad mental y conducta humana. Si la frenología fracasó como intento de avance en la comprensión del cerebro y sus funciones, fue evidentemente porque su método era acientífico, pero una razón adicional es que sus conceptos psicológicos eran totalmente ingenuos, alejados de cualquier ciencia psicológica (Posner & DiGirolamo, 2000).

En su libro *the new phrenology*, el profesor Uttal (2001), destaca la importancia de contar con una buena teoría psicológica para aproximarse al estudio de las funciones cerebrales. También alerta, sea dicho de paso, con respecto al peligro de una nueva frenología, si se cae

en un excesivo localizacionismo que olvide la unidad dinámica del cerebro y la mente.

Las imágenes funcionales, los registros electrofisiológicos y las observaciones neurocientíficas en su conjunto necesitan ser explicadas y relacionadas dentro de una teoría coherente que, a su vez, sea fuente de nuevas hipótesis verificables. De lo contrario, sólo se dispondría de un conjunto disperso de datos a la espera de su unificación e integración teórica. En este proceso hay que aprovechar todos los conocimientos brindados por la psicología cognitiva. Se trata, desde luego, de un enfoque sinérgico que va más allá de la simple suma de dos disciplinas que convergen. Como ejemplo de una cuestión de gran calado en la psicología cognitiva de la década de 1980 y años siguientes (M.S Gazzaniga, 2004).

1.5.18 Neurociencia y educación

La neurociencia aplicada a la educación, también conocida como neuroeducación, es un campo interdisciplinario que conecta la neurociencia, la psicología cognitiva y la pedagogía para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Howard-Jones P. A., 2014).

La meta fue comprender cómo aprende el cerebro, cómo se procesan la información y la memoria, y cómo se puede optimizar la educación basada en evidencia científica. Tras esas interrogantes de a poco fue percatándose de lo indispensable que es el cerebro y su rol en el aprendizaje como:

Plasticidad cerebral: El cerebro se adapta y reorganiza continuamente en respuesta a experiencias y aprendizajes (Tokuhamu, 2011).

Esto implica que las estrategias educativas pueden potenciar el desarrollo cognitivo y socioemocional.

Neurotransmisores y aprendizaje: Sustancias como la dopamina, serotonina y acetilcolina modulan la atención, motivación y memoria (Tokuhamu, 2011).

Un entorno educativo estimulante activa estos neurotransmisores, favoreciendo el aprendizaje significativo.

Procesamiento de la información: La información se procesa a través de redes neuronales interconectadas, integrando percepción, memoria y razonamiento (Tokuhamu, 2011).

La enseñanza debe considerar la atención selectiva, la memoria de trabajo y la consolidación de la memoria a largo plazo.

Factores emocionales y motivacionales: La emoción influye en la cognición; entornos positivos y motivadores facilitan la retención de información y la creatividad.

a) Principios relevantes para la educación

Aprendizaje multisensorial: Integrar estímulos visuales, auditivos y kinestésicos fortalece la codificación neuronal.

Repetición y práctica distribuida: Refuerza las conexiones sinápticas y facilita la memoria a largo plazo.

Atención y concentración: Clave para que la información llegue a la memoria de trabajo y se consolide.

Neurodesarrollo: La educación debe adaptarse a las etapas de maduración cerebral de los estudiantes (Howard-Jones P. A., 2014).

b) Aplicaciones prácticas

Diseño de estrategias de enseñanza: Uso de actividades interactivas, juegos y proyectos que involucren varias áreas del cerebro (Tokuhamu, 2011)

Evaluación del aprendizaje: Incorporar técnicas que midan no solo la memorización, sino la comprensión y el pensamiento crítico.

Inclusión educativa: Adaptación de métodos para estudiantes con necesidades educativas especiales, considerando diferencias neurocognitivas.

Prevención de dificultades de aprendizaje: Identificación temprana de trastornos como dislexia, TDAH o déficit de atención, aplicando estrategias basadas en la evidencia (Tokuhamu, 2011).

Una de las explicaciones más recientes que se ha intentado sobre el comportamiento inteligente ha sido formulada desde la perspectiva de la neurociencia (Beauport & Melasecca, 1994); es decir, la disciplina que se encarga del estudio interdisciplinario del cerebro humano, lo que

ha derivado en una mayor comprensión acerca de la relación entre el funcionamiento del cerebro y la conducta.

Uno de los resultados más relevantes de los trabajos de investigación que se han realizado sobre este tema ha consistido en descubrir los dos hemisferios difieren significativamente en su funcionamiento. La naturaleza de esta diferencia ha sido intensivamente estudiada desde los años 50, particularmente por científicos relacionados a las temáticas interesadas. Uno de los trabajos pioneros en esta área ha sido realizado por Gazzaniga y colaboradores (M. S. Gazzaniga J. E., 1965;1967).

De igual forma, ha sido importante la contribución de autores tales como MacLean (1978), y Herrmann (1989), entre otros.

De estas investigaciones han dado origen a diferentes interpretaciones acerca del funcionamiento del cerebro.

c) La investigación sobre los hemisferios cerebrales

Hasta mediado del Siglo XIX los investigadores todavía no habían advertido la especialización de los hemisferios cerebrales. Los primeros hallazgos, en este sentido, se deben al médico francés Broca (1861), y al neurofisiólogo alemán Wernicke (1874), quienes a partir de sus observaciones clínicas en pacientes con daños cerebrales llegaron a la conclusión de que había una relación directa entre el daño de ciertas zonas del cerebro y la pérdida de la capacidad de hablar.

Específicamente Broca (1861), observó en 1885, que las lesiones en cierta zona de la parte izquierda del cerebro producían, casi

invariablemente, trastornos en el habla, en tanto que ello no corría con las lesiones en la misma zona del hemisferio derecho.

Posteriormente Wernicke (1874), identificó otra región, diferente a la ya descubierta por Broca, relacionada con otro tipo de dificultad en el habla.

De nuevo, constató que el lenguaje sólo era afectado por una lesión en el hemisferio izquierdo. En ambos casos, los investigadores determinaron que la incapacidad no estaba relacionada con los músculos productores del habla, sino que cada zona intervenía en su proceso mental básico necesario para la producción de un lenguaje articulado y con significado (M. S. Gazzaniga & Mangun, 2018).

Los hallazgos anteriores no sólo permitieron confirmar la diferenciación funcional de los dos hemisferios cerebrales, sino que hicieron pensar en el cerebro izquierdo, además, de ser diferente, era también superior al derecho, por el hecho mismo de estar asociado con la capacidad de hablar. Así surgió la teoría de la dominancia cerebral. Esta teoría parecía estar respaldada por el hecho de que en la mayoría de las personas la mano derecha (controlada por el hemisferio izquierdo) es la dominante, lo cual llevó a pensar que el hemisferio derecho no jugaba ningún papel importante en el pensamiento (M. S. Gazzaniga & Mangun, 2018).

Fue después de la Segunda Guerra Mundial que se llegó a determinar, en soldados con lesiones cerebrales, que el daño de ciertas zonas del hemisferio derecho producía dificultades en ciertas funciones del organismo (Lee, 1986).

A través de las investigaciones en el área de la neurociencia se ha podido establecer que muchas de las habilidades mentales específicas son lateralizadas; es decir, son llevadas a cabo, son apoyadas y coordinadas en uno u otro de los dos hemisferios cerebrales. Así tenemos que la capacidad de hablar, escribir, leer y de razonar con números es fundamentalmente una responsabilidad del hemisferio izquierdo en muchas personas (M. S. Gazzaniga & Mangun, 2018).

Mientras que la capacidad para percibir y orientarse en el espacio, trabajar con tareas de geometría, elaboración de mapas mentales y la habilidad para rotar mentalmente formas o figuras son ejecutadas predominantemente por el hemisferio derecho.

La diferencia de procesamiento de los dos hemisferios puede ser establecida de la manera siguiente: por una parte, el hemisferio izquierdo procesa secuencialmente, paso a paso. Este proceso lineal es temporal, en el sentido de reconocer que un estímulo viene antes que otro. La percepción y la generación verbales dependen del conocimiento del orden o secuencia en el que se producen los sonidos. Este tipo de proceso se basa en la operación de análisis. Es decir, en la capacidad para discriminar las características relevantes, para reducir un todo a sus partes significativas (M. S. Gazzaniga & Mangun, 2018).

El hemisferio derecho, por otra parte, parece especializado en el proceso simultáneo o de proceso en paralelo; es decir, no pasa de una característica a otra, sino que busca pautas y gestalts. Integra partes componentes y las organiza en un todo. Se interesa por las relaciones. Este método de procesar tiene plena eficiencia para la mayoría de las

tareas visuales y espaciales y para reconocer melodías musicales, puesto que estas tareas requieren que la mente construya una sensación del todo al percibir una pauta en estímulos visuales y auditivos (M. S. Gazzaniga & Mangun, 2018).

1.5.19 La teoría del cerebro Triuno

La teoría del cerebro triuno propuesta por (MacLean, Sobre el origen y la evolución progresiva del cerebro trino, 1978) presenta otra visión del funcionamiento del cerebro humano y sus implicaciones para la educación. Sin embargo, esta conceptualización no es opuesta a la de la dominación cerebral; por el contrario, la complementa y amplía.

Esta teoría ha sido desarrollada a partir de estudios fisiológicos realizados con animales. MacLean, (1978), considera que el cerebro humano está formado por tres cerebros integrados en uno. Estos cerebros son: (a) el reptiliano; (b) el sistema límbico; y (c) la neocorteza. Cada una de estas áreas del cerebro ejerce diferentes funciones que, en última instancia, son responsables por la conducta humana.

a) El cerebro Reptiliano

Esta parte del cerebro está formada por los ganglios basales, el tallo cerebral y el sistema reticular. Es el responsable de la conducta automática o programada, tales como las que se refieren a la preservación de la especie y a los cambios fisiológicos necesarios para la sobrevivencia. Algunas veces, es denominado complejo reptiliano porque es típico de los reptiles y tiene un papel muy importante en el control de la vida instintiva (MacLean, 1990).

En consecuencia, este cerebro no está en capacidad de pensar, ni de sentir; su función es la de actuar, cuando el estado del organismo así lo demanda.

Desde un punto de vista evolutivo, el cerebro reptiliano es el más primario y está muy relacionado con la piel y con los poros. Esta área del cerebro controla las necesidades básicas y la reacción de "luchar o volar", la cual se refiere a los cambios en el funcionamiento fisiológico que acompañan al estrés o a la amenaza (MacLean, 1990).

El complejo reptiliano, en los seres humanos, incluye conductas que se asemejan a los rituales animales como el anidarse o aparearse. La conducta animal está en gran medida controlada por esta área del cerebro. Se trata de un tipo de conducta instintiva programada y poderosa y, por lo tanto, es muy resistente al cambio.

En el cerebro reptiliano se procesan las experiencias primarias, no verbales, de aceptación o rechazo. Aquí se organizan y procesan las funciones que tienen que ver con el hacer y el actuar, lo cual incluye: las rutinas, los valores, los hábitos, la territorialidad, el espacio vital, condicionamiento, adicciones, rituales, ritmos, imitaciones, inhibiciones y seguridad. En síntesis, este cerebro se caracteriza por la acción (MacLean, 1990).

1.5.20 El sistema Límbico

De acuerdo con (MacLean, 1978), el segundo cerebro está representado por el sistema límbico, cuya función principal es la de controlar la vida

emotiva, lo cual incluye los sentimientos, el sexo, la regulación endocrina, el dolor y el placer.

Anatómicamente está formado por los bulbos olfatorios, el tálamo (placer dolor), las amígdalas (nutrición, oralidad, protección, hostilidad), el núcleo hipotalámico (cuidado de los otros, características de los mamíferos), el hipocampo (memoria de largo plazo), el área septal (sexualidad) y la pituitaria (directora del sistema bioquímico del organismo). Puede ser considerado como el cerebro afectivo, el que energiza la conducta para el logro de las metas. El desbalance de dicho sistema conduce a estados agresivos, depresiones severas y pérdida de la memoria, entre otras enfermedades (MacLean, 1978).

La Indagación de esta área parece apoyar la noción de que toda la información que penetra al organismo es supervisada y controlada por el sistema límbico, lo cual constituye una función vital para la sobrevivencia.

1.5.21 La Neocorteza

La neocorteza es la capa más externa del cerebro, perteneciente al cerebro anterior (prosencéfalo), que en los seres humanos representa aproximadamente el 80% de la masa cortical (E. R. Kandel & Hudspeth, 2013).

Se caracteriza por ser la región responsable de las funciones cognitivas superiores, como el pensamiento, la percepción, la memoria y la planificación.

La neocorteza tiene un grosor aproximado de 2 a 4 mm y está organizada en seis capas celulares (I a VI), cada una con distintas funciones y tipos de neuronas.

1.5.22 Está dividida en lóbulos que cumplen funciones específicas

Kandel & Hudspeth (2013), propone las siguientes divisiones de los lóbulos cerebrales:

- **Lóbulo frontal:** Pensamiento, planificación, toma de decisiones, control ejecutivo y movimiento voluntario.
- **Lóbulo parietal:** Percepción sensorial, integración sensorial y orientación espacial.
- **Lóbulo temporal:** Procesamiento auditivo, memoria y lenguaje.
- **Lóbulo occipital:** Procesamiento visual.

Cada lóbulo está organizado en columnas corticales, que son unidades funcionales que procesan información específica de manera vertical y horizontal.

El tercer cerebro está constitutivo por la neocorteza, la cual está conformada por los dos hemisferios en donde se llevan a efecto los procesos intelectuales superiores. De allí que la neocorteza se la identifique, también, como el cerebro que rige la vida intelectual. La neocorteza se convierte en el foco principal de atención en las lecciones que requieren generación o resolución de problemas, análisis y síntesis de información, del uso del razonamiento analógico y del pensamiento crítico y creativo. Las dos características básicas de la neocorteza son: (a) la “visión”, la cual se refiere al sentido de globalidad, síntesis e

integración con que actúa el hemisferio derecho; y (b) el análisis, que se refiere al estilo de procesamiento del hemisferio izquierdo, el cual hace énfasis en la relación parte-todo, la lógica, la relación causa-efecto, el razonamiento hipotético y en la precisión y exactitud (E. R. Kandel & Hudspeth, 2013).

1.5.23 La teoría del cerebro total

La Teoría del Cerebro busca explicar cómo las diferentes estructuras cerebrales se organizan y funcionan para producir cognición, emociones y comportamiento. Entre las teorías más conocidas se encuentra el modelo del cerebro triuno, propuesto por MacLean, Sobre el origen y la evolución progresiva del cerebro trino (1978), que conceptualiza al cerebro como compuesto por tres niveles evolutivos interrelacionados:

- **Cerebro reptiliano:** Incluye estructuras subcorticales como el tronco encefálico y el cerebelo, responsables de funciones básicas de supervivencia, instintos y comportamientos automáticos.
- **Sistema límbico:** Asociado con emociones, memoria y motivación, comprende estructuras como el hipocampo, la amígdala y el hipotálamo.
- **Neocorteza:** La capa más evolucionada, encargada del pensamiento abstracto, lenguaje, razonamiento lógico y planificación, especialmente en los seres humanos.

Herrmann (1989), basado en los estudios previos sobre la dominancia cerebral Sperry (1973), y en la teoría del cerebro triuno MacLean (1978), así como en los resultados de sus propias investigaciones, utilizando

equipos de retroalimentación biológica (bio-feedback) y de electroencefalografía, ha replanteado el problema de la dominancia cerebral (Ruiz & Cols, 1994). Él ha propuesto la teoría del cerebro total que se expresa en un modelo que integra la neocorteza (hemisferios derecho e izquierdo) con el sistema límbico.

Herrmann (1996), concibe esta integración como una totalidad orgánica dividida en cuatro áreas o cuadrantes, a partir de cuyas interacciones se puede lograr un estudio más amplio y completo de la operatividad del cerebro y sus implicaciones para la creatividad y el aprendizaje. Cada una de las áreas cerebrales o cuadrantes realiza funciones diferenciadas. Así, el lóbulo superior izquierdo (Cuadrante A) se especializa en el pensamiento lógico, cualitativo, analítico, crítico, matemático y basado en hechos concretos. Por su parte, el lóbulo inferior izquierdo (Cuadrante B), se caracteriza por un estilo de pensamiento secuencial, organizado, planificado, detallado y controlado; el lóbulo inferior derecho (Cuadrante C) se caracteriza por un estilo de pensamiento emocional, sensorial, humanístico, interpersonal, musical, simbólico y espiritual. Finalmente, el lóbulo superior derecho (Cuadrante D), se destaca por su estilo de pensamiento conceptual, holístico, integrador, global, sintético, creativo, artístico, espacial, visual y metafórico. Las cuatro áreas antes señaladas se recombinan y forman, a su vez, cuatro nuevas modalidades de pensamiento, estas son: (a) realista y del sentido común formado por las áreas A y B (hemisferio izquierdo); (b) idealista y kinestésico (Herrmann, 1996).

1.5.24 Implicaciones educativas

Las implicaciones educativas se refieren a cómo los hallazgos científicos sobre el cerebro y la cognición pueden aplicarse al diseño de estrategias de enseñanza y aprendizaje, optimizando la educación y el desarrollo integral del estudiante (Jones P. A., 2008).

a) Plasticidad cerebral

El cerebro cambia y se adapta con la experiencia y el aprendizaje.

Esto implica que la educación puede moldear habilidades cognitivas y socioemocionales si se diseñan estrategias adecuadas.

Atención y memoria: La retención de información depende de la atención sostenida, la memoria de trabajo y la consolidación de la memoria a largo plazo (Tokuhamu, 2011).

Métodos que promuevan la atención activa, la repetición distribuida y la práctica significativa son más eficaces.

Emoción y motivación: La motivación intrínseca y las emociones positivas potencian el aprendizaje.

Estrategias que generan curiosidad, interés y seguridad emocional mejoran la adquisición de conocimientos (Tokuhamu, 2011).

Desarrollo por etapas: Cada etapa del desarrollo cognitivo y cerebral requiere estrategias pedagógicas adaptadas.

Ejemplo: niños en edad preescolar se benefician del aprendizaje sensorial y lúdico, mientras que adolescentes pueden desarrollar pensamiento crítico y metacognición (Tokuhamu, 2011).

1.5.25 Lateralidad y aprendizaje

Uno de los aprendizajes que emergen de la presentación anterior es que existen dos modalidades de pensamiento: una verbal y otra no verbal, representadas por los hemisferios cerebrales izquierdo y derecho respectivamente. No obstante, los sistemas educativos de la mayoría de las sociedades occidentales tienden a privilegiar el desarrollo del hemisferio izquierdo. Esta tendencia puede ser claramente observada cuando se constata que las áreas curriculares que tienen mayor énfasis en la escuela elemental son las de: lectura, escritura y aritmética (Howard-Jones P. A., 2014).

De esta manera la otra mitad de la potencialidad del individuo con una posibilidad de desarrollo bastante limitada, por decir lo menos. En general, la noción de que existen dos modalidades laterizadas de pensamiento sugiere que la enseñanza, ya sea a través de conferencia o de la imitación, afecta primariamente a uno de los dos hemisferios (Howard-Jones P. A., 2014).

Por lo tanto, el aprendizaje de cualquier área de contenido será más afectivo en la medida en que se activen ambas modalidades, mediante la presentación diversificada de dicho contenido y a través de la utilización de un currículo que estimule el desarrollo de ambos hemisferios de manera balanceada.

La influencia de los procesos educativos ha sido relevante en la manera de influir en el aprendizaje por cuanto ha influenciado en el desarrollo del área lógico verbal ha hecho aparecer, erróneamente, a dicha área como la determinante en el aprendizaje escolar; sin embargo, esta aparente superioridad del hemisferio izquierdo en el área lógico verbal, no implica necesariamente superioridad en otras áreas, como la visoespacial, por ejemplo. De hecho, existen individuos que, por diferentes razones, están más orientadas hacia un tipo de procesamiento de información verbal; mientras que otros son más eficientes cuando trabajan con información no verbal (Howard-Jones P. A., 2014).

1.5.26 Estimulación del hemisferio derecho

Con el desarrollo de las ciencias nos percatamos de la importancia de la estimulación en el que es comprobado los avances significativos hacia los nuevos seres, es por esa razón que una de las enseñanzas que los educadores deben aprender, de los hallazgos reportados sobre la investigación en el área de la neurociencia, es que la efectividad de la instrucción aumenta en la medida en que el contenido se presenta no sólo en la modalidad verbal tradicional (estímulo al hemisferio izquierdo) sino también en la modalidad no verbal o figural (gráfica, imaginal, pictórica u otra), lo cual contribuirá a estimular el hemisferio derecho.

Howard (2014), lo anterior lleva a plantear la necesidad de utilizar en el aula de clase una estrategia instruccional mixta que combine las técnicas secuenciales, lineales, con otros enfoques que permitan a los alumnos ver pautas, hacer uso del pensamiento visual y espacial, y tratar con el todo, además de las partes. Al respecto, se podría utilizar las siguientes

estrategias de enseñanza: el pensamiento visual, la fantasía, el lenguaje evocador, metáfora, la experiencia directa, el aprendizaje multisensorial y la música.

1.5.27 Estilos de Aprendizaje: El Modelo de los hemisferios cerebrales

Howard (2014), aprender no consiste en almacenar datos aislados. El cerebro humano se caracteriza por su capacidad de relacionar y asociar la gran cantidad de información que recibe continuamente y buscar pautas y crear esquemas que nos permitan entender el mundo que nos rodea. Pero no todos seguimos el mismo procedimiento, y la manera en que organicemos esa información afectará a nuestro estilo de aprendizaje.

Howard (2014), cada hemisferio procesa la información que recibe de distinta manera, es decir, hay distintas formas de pensamiento asociadas con cada hemisferio. Según como organicemos la información recibida, podemos distinguir entre alumnos hemisferio derecho y alumnos hemisferio izquierdo. El hemisferio lógico, normalmente el izquierdo, procesa la información de manera secuencial y lineal. El hemisferio lógico forma la imagen del todo a partir de las partes y es el que se ocupa de analizar los detalles. El hemisferio lógico piensa en palabras y en números, es decir contiene la capacidad para la matemática y para leer y escribir.

Howard (2014), este hemisferio emplea un estilo de pensamiento convergente obteniendo nueva información al usar datos ya disponibles, formando nuevas ideas o datos convencionalmente aceptables. El

hemisferio holístico, normalmente el derecho, procesa la información de manera global, partiendo del todo para entender las distintas partes que componen ese todo. El hemisferio holístico es intuitivo en vez de lógico, piensa en imágenes y sentimientos. Este hemisferio emplea un estilo de pensamiento divergente, creando una variedad y cantidad de ideas nuevas, más allá de los patrones convencionales.

El currículum escolar toma en cuenta las habilidades de este hemisferio para los cursos de arte, música y educación física. Aunque no siempre el hemisferio lógico se corresponde con el hemisferio izquierdo ni el holístico con el derecho en un principio se pensó que así era, por lo que con frecuencia se habla de alumnos hemisferio izquierdo (o alumnos analíticos) y alumnos hemisferio derecho (o alumnos relajados o globales).

Howard (2014), un hemisferio no es más importante que el otro: para poder realizar cualquier tarea necesitamos usar los dos hemisferios, especialmente si es una tarea complicada. Para poder aprender bien necesitamos usar los dos hemisferios, pero la mayoría de nosotros tendemos a usar uno más que el otro, o preferimos pensar de una manera o de otra. Cada manera de pensar está asociada con distintas habilidades.

El comportamiento en el aula de los alumnos variará en función del modo de pensamiento que prefieran. Nuestro sistema escolar tiende a privilegiar el hemisferio lógico sobre el hemisferio holístico (los currículums dan mucha importancia materias como matemática y lengua, se privilegia la rapidez para contestar, los manuales contienen ejercicios aptos para el hemisferio lógico, etc.).

Howard (2014), además, muchos profesores tuvieron éxito personal con un estilo verbal, secuencial y lógico, y asumen que esto funciona para todos los estudiantes. Lo que nos interesa es organizar el trabajo en el aula de tal forma que las actividades potencien la utilización de ambos modos de pensamiento.

Tabla 1. Modos de pensamiento.

	Hemisferio lógico (Normalmente el izquierdo)	Hemisferio holístico (Normalmente el derecho)
Modos de pensamiento	Lógico y analítico Abstracto Secuencial (de la parte al todo) Lineal Realista Verbal Temporal Simbólico Cuantitativo Lógico	Holístico e intuitivo Concreto Global (del todo a la parte) Aleatorio Fantástico No verbal Atemporal Literal Cualitativo Analógico
Habilidades asociadas	Escritura	Relaciones espaciales

	Símbolos Lenguaje Lectura Ortografía Oratoria Escucha Localización de hechos y detalles Asociaciones auditivas Procesa una cosa por vez Sabe cómo hacer algo	Formas y pautas Cálculos matemáticos Canto y música Sensibilidad al color Expresión artística Creatividad Visualización, mira la totalidad Emociones y sentimientos Procesa todo al mismo tiempo Descubre qué puede hacerse
Comportamiento en el aula	Visualiza símbolos abstractos (letras, números) y no tiene problemas para comprender conceptos abstractos. Verbaliza sus ideas. Aprende de la parte al todo y absorbe rápidamente los detalles, hechos y reglas. Analiza la información	Visualiza imágenes de objetos concretos, pero no símbolos abstractos como letras o números. Piensa en imágenes, sonidos, sensaciones, pero no verbaliza esos pensamientos. Aprende del todo a la parte. Para entender las partes

	paso a paso. Quiere entender los componentes uno por uno. Les gustan las cosas bien organizadas y no se van por las ramas. Necesita orientación clara, por escrito y específica. Se siente incómodo con las actividades abiertas y poco estructuradas. Le preocupa el resultado final. Le gusta comprobar los ejercicios y le parece importante no equivocarse. Quiere verificar su trabajo. Lee el libro antes de ir a ver la película. Su tiempo de reacción promedio es 2 sg.	necesita partir de la imagen global. No analiza la información, la sintetiza. Es relacional, no le preocupan las partes en sí, sino saber cómo encajan y se relacionan unas partes con otras. Aprende mejor con actividades abiertas, creativas y poco estructuradas. Les preocupa más el proceso que el resultado final. No le gusta comprobar los ejercicios, alcanzan el resultado final por intuición. Necesita imágenes, ve la película antes de leer el libro. Su tiempo de reacción promedio es 3 sg
--	---	--

Fuente: (educativa, 80-90).

1.5.28 El proceso creador a la luz de la neurociencia

a) Orientación Introductoria

Gazzaniga, (1992), hace unos años, el Congreso Norteamericano emitió una Resolución por medio de la cual designó la década del 90 como "década del cerebro", y destinó más de 500 millones de dólares para el

estudio de la Neurociencia durante ese año. Las expectativas que se han formado sobre los estudios de la maquinaria neuronal son ilimitadas.

Gazzaniga, (1992), como en otro tiempo se estudiaron las aves para fabricar máquinas volantes y los peces para hacer submarinos, ahora se trata de arrancarle los secretos a la dinámica cerebral para sustituir al hombre por máquinas pensantes que lo imiten y, si es posible, lo superen en el nivel de eficacia de las decisiones a tomar.

No podemos formarnos una idea exacta del futuro promisor que pueden tener los estudios de la Neurociencia. Quizá, no mucho más precisa de la que se podrían haber formado los cavernícolas sobre nuestra civilización actual. En esta conferencia, nos preguntamos hasta qué punto los estudios actuales sobre Neurociencia iluminan el proceso creador. Es decir, qué aportes nos ofrecen la neurofisiología, la neuroquímica, la neurocirugía, la neurofarmacología y la neuropsicología en la comprensión del origen, dinámica y éxito del pensamiento divergente, innovador y enriquecedor (Gazzaniga M. S., 1992).

En una palabra, nos preguntamos qué relación directa existe entre la experiencia interna subjetiva, que es nuestra realidad primaria, y el cerebro como sede de la misma. Las neurociencias señaladas abundan en datos semi-empíricos que corren el riesgo de ser poco explotados si no son ubicados en sus contextos específicos, si no se relaciona y armoniza la estructura de estos hallazgos con la estructura y funcionamiento del cerebro y si no se le hace avanzar de su estado actual de datos primarios con una organización estructural y sistémica, es decir,

a través de un proceso de teorización que los integre y le dé pleno sentido. (Gazzaniga M. S., 1992).

En fin, de cuentas, como solía decir Einstein, la ciencia consiste en crear teorías. Por otra parte, el principio rector que nos guiará en el ordenamiento y en la expresión de estas ideas será el principio de economía de estructuras, principio de una validez incuestionable en la naturaleza humana, y que pudiéramos concretar más precisamente de la manera siguiente: a cada estructura específica del cerebro corresponde una función, y esta función será tanto más acabada y perfecta cuanto más siga y respete la estructura en que se apoya (Gazzaniga M. S., 1992).

Complejidad estructural y funcional. Los datos que especifican la naturaleza constitutiva del cerebro humano son todos muy sorprendentes, aparentemente increíbles y casi imposibles de imaginar. Veamos sólo algunos de ellos:

- El cerebro tiene sólo el 2% del peso del cuerpo, pero consume el 20% de su energía.
- Está compuesto por unos 10 a 15 mil millones de neuronas, cada una de las cuales se interconecta con otras por un número de sinapsis que va de varios centenares a más de 20.000, formando una red estructural que es unas 100 veces más compleja que la red telefónica mundial.
- Sin embargo, el tiempo de activación entre dos sinapsis es inferior a un milisegundo (Eccles, 1973).
- Una estimación modesta de la frecuencia de impulsos entre los dos hemisferios supera los 4000 millones por segundo, 4000 Mega

Hertz (MHz), (Eccles,1980, p. 366), cuando las computadoras más sofisticadas se acercan ahora a los 80 o 100 MHz.

- De esta manera, la velocidad de procesamiento de información del sistema nervioso no consciente supera toda posible imaginación humana, siendo de uno a diez millones de bits (unidades de información) por segundo (Hainer, 1968), lo cual equivale a unas 300 páginas de lenguaje de un libro normal.
- Toda experiencia sensorial, consciente o inconsciente, queda registrada en el aparato neuronal y podrá ser evocada posteriormente, si se dan ciertas condiciones propicias; y algo parecido sucede con nuestro conocimiento hereditario inconsciente que constituye una base de potencialidad aún mucho mayor (Popper, 1980; 136-137).

Parece ser que el cerebro, al igual que algunos sentidos como la vista y el oído, utilizan los principios holográficos para almacenamiento de información, de modo que, registrando únicamente la pauta de difracción de un evento, conserva la información de la totalidad y el aprendizaje se reduce a la organización jerárquica de estructuras de estructuras. Esto indicaría que el cerebro sigue el sabio concepto de no poner en la cabeza nada que pueda ubicarse en una estantería. Igualmente, la vastedad y los recursos de la mente son tan grandes que el hombre puede elegir, en un instante dado, cada una de las 1040 sentencias diferentes de que dispone una lengua culta (Polanyi, 1969; p.151). Estos y otros datos similares nos llevan a concluir que el cerebro humano es la realidad más compleja del universo que habitamos.

1.5.29 Complementariedad de las estructuras cerebrales

La actividad cerebral no se explica por la acción aislada de una sola región o hemisferio, sino por la interacción complementaria de múltiples estructuras especializadas que trabajan en red. Esta complementariedad garantiza que las funciones cognitivas, emocionales y motoras se realicen de manera eficaz y flexible.

a) Complementariedad hemisférica

El hemisferio izquierdo suele especializarse en el procesamiento analítico, lógico, secuencial y lingüístico.

El hemisferio derecho muestra ventajas en el procesamiento holístico, visoespacial, intuitivo, emocional y creativo.

Ambos hemisferios están unidos por el cuerpo calloso, que posibilita la integración interhemisférica.

Ejemplo: en la lectura, el hemisferio izquierdo analiza la estructura del lenguaje (gramática, fonología), mientras que el derecho aporta la comprensión global, la prosodia y la interpretación contextual.

b) Complementariedad cortical-subcortical

Kandel & Hudspeth (2013), la corteza cerebral regula procesos conscientes, reflexivos y de alto nivel (razonamiento, planificación, lenguaje).

Las estructuras subcorticales (sistema límbico, ganglios basales, tálamo) participan en la regulación emocional, motivación, memoria y automatización de conductas.

Ambas dimensiones se influyen mutuamente: por ejemplo, la amígdala (emociones) interactúa con la corteza prefrontal (control cognitivo) en la gestión de emociones y toma de decisiones (E. R. Kandel & Hudspeth, 2013).

c) Complementariedad funcional

Memoria: El hipocampo consolida experiencias en memoria a largo plazo, mientras que la corteza frontal mantiene activa la información en memoria de trabajo para resolver problemas inmediatos.

Lenguaje y pensamiento: El giro de Broca organiza la producción verbal, mientras que el lóbulo parietal y temporal asisten en la comprensión semántica y conceptual.

Procesos matemáticos: El hemisferio izquierdo interviene en cálculos exactos y simbólicos, mientras que el derecho colabora en estimaciones aproximadas y en la representación espacial de cantidades (Dehaene, El sentido numérico: cómo la mente crea las matemáticas, 2014).

d) Implicaciones Neuroeducativas

- El aprendizaje se potencia cuando las tareas involucran tanto procesos analíticos y lógicos como visoespaciales y creativos, favoreciendo la activación coordinada de ambos hemisferios (Howard-Jones P. A., 2014).

- Estrategias que integran emociones, lenguaje, memoria y razonamiento promueven aprendizajes más significativos (Howard-Jones P. A., 2014).
- La complementariedad cerebral desmiente los neuromitos de que “solo usamos un hemisferio” o que “las personas son puramente de hemisferio derecho o izquierdo”; en realidad, todo aprendizaje depende de la interacción dinámica de múltiples estructuras (Howard-Jones P. , 2011).

En 1981 le fue otorgado a (Sperry R. W., 1968), entre otras cosas, ha dicho: "Cada uno de los dos hemisferios cerebrales parece tener sus propias sensaciones, percepciones, pensamientos, sensibilidad y memoria". Y, al especificar las funciones propias de cada uno, viene a precisar, integrar y, en ciertos aspectos, a completar hallazgos de muchos otros investigadores, de extraordinarias implicaciones para la comprensión del proceso creador.

El hemisferio izquierdo, que es consciente, realiza todas las funciones que requieren un pensamiento analítico, elementalista y atomista; su modo de operar es lineal, sucesivo y secuencial en el tiempo, en el sentido de que va paso a paso; recibe la información dato a dato, la procesa en forma lógica, discursiva, causal y sistemática y razona verbal y matemáticamente, al estilo de una computadora donde toda "decisión" depende de la anterior; su modo de pensar le permite conocer una parte a la vez, no todas ni el todo; es predominantemente simbólico, abstracto y proposicional en su función, poseyendo una especialización y control casi completo de la expresión del habla, la escritura, la aritmética y el

cálculo, con las capacidades verbales e ideativas, semánticas, sintácticas, lógicas y numéricas (Martínez M. , 1987).

El hemisferio derecho, en cambio, que es siempre inconsciente, desarrolla todas las funciones que requieren un pensamiento o una visión intelectual sintética y simultánea de muchas cosas a la vez. Por ello, este hemisferio está dotado de un pensamiento intuitivo que es capaz de percepciones estructurales, sincréticas, geométricas, configuracionales o gestálticas, y puede comparar esquemas en forma no verbal, analógica, metafórica, alegórica e integral.(Martínez M. , 1987).

1.5.30 Dinámica del proceso creador

Howard (2014), al entrar en la dinámica del proceso creador, aspecto central de nuestro tema, conviene señalar, en honor a la clarificación y precisión de conceptos, tres hechos que, sin temor a exagerar, pudiéramos concretar en las siguientes expresiones: 1) la formación del pensamiento crítico y el desarrollo de la creatividad son los objetivos más frecuentes en los planes de estudio a todo nivel; 2) estos objetivos son, paradójicamente, los menos cultivados en forma expresa y, cuando emergen espontáneamente, los más perseguidos, y, 3) esta falta de cultivo y esta persecución se interpretan ordinariamente como un interés en neutralizar individuos revolucionarios, anárquicos o desestabilizadores del 183 sistema y nunca como lo que realmente son, una afirmación de la personalidad inmadura o incapaz del docente, o de los intereses de los directivos.

Howard (2014), el proceso creador, en acción, sigue una dinámica constituida por varias etapas o pasos, cuya naturaleza y secuencia podemos ordenar integrando una gran variedad de aportes de las diferentes neurociencias.

CAPÍTULO II

2 EL CEREBRO ORGANIZACIÓN Y FUNCIÓN

Kandel & Hudspeth (2013), el cerebro es el órgano que nos hace pensar, sentir, desear y actuar. Es el asiento de múltiples y diferentes acciones tanto conscientes como no conscientes, que nos permite responder a un mundo en continuo cambio y que demanda respuestas rápidas y precisas.

La anatomía del cerebro es compleja debido a su intrincada estructura y función. Este increíble órgano actúa como un centro de control al recibir, interpretar y dirigir la información sensorial por todo el cuerpo. El cerebro y la médula espinal son las dos estructuras principales del sistema nervioso central. Hay tres divisiones principales del cerebro. Son el prosencéfalo, el mesencéfalo y el rombencéfalo (E. R. Kandel & Hudspeth, 2013).

2.1 El cerebro y el sistema nervioso

Clinic (2017), el cerebro contiene miles de millones de neuronas organizadas en estructuras que coordinan el pensamiento, las emociones, la conducta, el movimiento y las sensaciones.

Un sistema complejo de vías de nervios conecta el cerebro con el resto del cuerpo, por lo que la comunicación puede ocurrir en segundos. Piensa en la velocidad con la que retiras la mano de una estufa caliente. Aunque todas las partes del cerebro trabajan juntas, cada una es responsable de una función específica, y controlan todo, desde la frecuencia cardíaca hasta el estado de ánimo.

2.2 El cerebro

Clinic (2017), el cerebro es la parte más grande del encéfalo. Probablemente sea lo que visualizas cuando piensas en los encéfalos en general. La capa exterior del cerebro es la corteza cerebral, que también se conoce como la materia gris del encéfalo. Los pliegues y las arrugas profundos del encéfalo aumentan la superficie de materia gris, de modo que se pueda procesar más información.

Al cerebro lo divide un surco profundo, que también se lo conoce como una fisura. El surco divide el encéfalo en dos mitades conocidas como hemisferios. Los hemisferios se comunican entre sí a través de un tracto nervioso grueso que se llama cuerpo calloso y que se encuentra en la base de surco. De hecho, a los mensajes que se envían hacia un lado del cuerpo o desde este, generalmente los maneja el lado opuesto del encéfalo.

2.3 El cerebro y tronco encefálico

Clinic (2017), el cerebelo es una bola arrugada de tejido que se encuentra debajo y detrás del resto del cerebro. La función del cerebelo es combinar la información sensorial de los ojos, los oídos y los músculos para ayudar a coordinar el movimiento. El cerebelo se activa, por ejemplo, cuando aprendes a tocar el piano.

El tronco encefálico une el cerebro con la médula espinal. Controla muchas funciones esenciales para la vida, como la frecuencia cardíaca, la presión arterial y la respiración. El tronco encefálico también es importante para dormir.

2.4 El cerebro interior

Clinic (2017), las estructuras profundas del cerebro controlan las emociones y los recuerdos. Estas estructuras que se conocen como el sistema límbico se presentan de a dos. Cada parte de este sistema está presente en ambas mitades del cerebro.

- El tálamo actúa como portero de los mensajes que pasan entre la médula espinal y el cerebro.
- El hipotálamo controla las emociones. También regula la temperatura corporal y controla funciones como comer o dormir.
- El hipocampo envía recuerdos para que se guarden en áreas del cerebro. Puede recordarlos más tarde.

2.5 El sistema nervioso periférico

El sistema nervioso periférico está compuesto por todos los nervios del cuerpo que se encuentran fuera del cerebro y la médula espinal.

Clinic (2017), transmite información entre el cerebro y las extremidades, como los brazos, las manos, las piernas o los pies. Por ejemplo, si tocas una estufa caliente, las señales de dolor viajan desde el dedo hasta el cerebro en una fracción de segundo. El cerebro indica a los músculos del brazo y de la mano que retiren rápidamente el dedo de la estufa caliente.

2.6 Células nerviosas

Las neuronas, que son las células neurales, envían y reciben señales nerviosas. Tienen dos tipos principales de ramas que salen de los

cuerpos celulares. Las dendritas reciben mensajes que provienen de otras neuronas. Los axones transportan mensajes salientes desde el cuerpo de la célula hacia otras células, como una neurona cercana o una célula muscular

Clinic (2017), las neuronas están interconectadas entre sí y permiten que haya una comunicación eficiente, a la velocidad de la luz.

2.7 Neurotransmisores

Una célula nerviosa se comunica con otras células a través de impulsos eléctricos cuando se la estimula. Dentro de una neurona, el impulso va hacia la punta de un axón y hace que se liberen neurotransmisores, que son sustancias químicas que actúan como mensajeros.

Clinic (2017), los neurotransmisores pasan a través de la sinapsis, que es el espacio entre dos células nerviosas. Luego, se unen a los receptores de la célula receptora. Este proceso se repite de una neurona a otra, a medida que el impulso eléctrico se dirige hacia su destino. Esta red de comunicación permite que te muevas, pienses, sientas y te comuniques.

2.8 Una rápida visión anatómica del cerebro

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), el encéfalo pesa aproximadamente 1,3 kg y su tamaño es de 1380 centímetros cúbicos. Está alojado en la cavidad craneal que lo protege, con su cubierta ósea, del medio externo, y está envuelto por unas membranas meníngeas y bañado por líquido cefalorraquídeo. Mediante la abertura del agujero magno, el encéfalo se continúa con la médula espinal, estructura compacta que contiene

múltiples circuitos intramedulares y haces de fibras nerviosas ascendentes y descendentes que permiten al cerebro dirigir o supervisar la sensación y acción del resto del cuerpo.

2.9 Organización del cerebro

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), el cerebro tiene miles de millones de células nerviosas (neuronas) y al menos el doble de otras células (gliales). Las neuronas son los ladrillos con los que está construido el cerebro y su propiedad más desarrollada es recibir, procesar y transmitir información mediante la emisión de impulsos bio-eléctricos a cientos de otras neuronas.

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), esta aparentemente enmarañada red de neuronas se organiza en la corteza cerebral, a nivel microscópico, en varias capas (6) cada una con unas entradas (aferencias) y salidas (eferencias) diferentes, conectando con partes específicas del sistema nervioso. A la organización en capas se superpone una organización modular, que permitiría el tratamiento específico de ciertas informaciones por conjuntos de neuronas (las columnas).

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), la complejidad de la organización del sistema nervioso humano sigue planteando importantes retos a la ciencia, aunque mucho se ha avanzado en las últimas décadas.

El cerebro tiene dos hemisferios (mitades), unidos por varios puentes, el mayor es el cuerpo calloso con millones de fibras nerviosas que comunican ambos lados.

Cada hemisferio cerebral tiene unos territorios definidos como lóbulos cerebrales, delimitados por grandes surcos (Cisuras). Estos lóbulos son: el frontal, parietal, temporal y occipital.

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), hay una diferenciación y complementariedad de funciones entre cada uno de ellos. A modo esquemático se puede decir que lóbulo Frontal es el encargado de decidir la conducta motora apropiada en cada caso. Cuando vemos un objeto que nuestro cerebro identifica como peligrosa - una serpiente-, la decisión de salir corriendo o quedarnos quietos se efectúa a nivel del lóbulo frontal, interviniendo el sistema de detección de peligros (sistema límbico) cargando de fuerza y emoción a nuestro accionar.

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), otro ejemplo más cotidiano, pero no menos significativo, se da diariamente cuando colocamos la mano de forma diferente para coger una taza o una cuchara. La manera que la mano actúa- el plan motor- se define y decide en el lóbulo frontal. En el lóbulo frontal hay una banda de tejido a modo de mapa anatómico de nuestro cuerpo “el homúnculo motor” donde el tamaño de cada segmento corporal es proporcional a la complejidad del movimiento y acción a realizar. Así la mano, los dedos y la cara tienen, en este mapa, una mayor extensión que los hombros o las caderas.

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), el lóbulo frontal está muy desarrollado en el ser humano albergando importantes tareas no motoras como la planificación de la conducta, el control de nuestras emociones, el razonamiento y juicio que son funciones complejas no siempre fáciles de analizar en el paciente con ictus. Las áreas responsables de estas

habilidades están por delante de las consagradas a la función motora (áreas premotoras y prefrontales).

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), para actuar necesitamos información de nuestro entorno y de nuestro propio cuerpo. Así siguiendo con el ejemplo de la taza de café, no podríamos realizar una tarea tan sencilla, si no detectáramos mediante nuestros sentidos el peso de la cucharita que movemos, el tamaño de esta, el mapa de donde esta nuestra mano y el recorrido que debemos realizar.

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), el lóbulo parietal está involucrado en el mapa de “donde actuar” integrando la información sensorial interoceptiva (de nuestro cuerpo: los músculos, articulaciones, tendones) y exteroceptiva (del exterior). Se le atribuyen básicamente funciones sensitivas, asociativas, así como de reconocimiento del espacio.

El lóbulo occipital se encarga básicamente de la visión, elabora la información visual, aunque esta trasciende a los lóbulos parietales y temporales.

El lóbulo temporal es el asiento de los últimos peldaños de procesamiento auditivo, así como el lugar donde, en su cara medial, asientan importantes estructuras de la memoria (hipocampo), y del sistema emotivo inconsciente (sistema límbico) (E. R. Kandel & Hudspeth, 2013).

Pero los 2 hemisferios cerebrales no hacen lo mismo. En los seres humanos se reconoce una lateralización de funciones. Es decir que la evolución se ha encargado de sacar mayor partido mediante una división

del trabajo entre las dos mitades del cerebro (los hemisferios cerebrales). Así para el lenguaje el hemisferio que contribuye en su producción y comprensión es – habitualmente - el hemisferio izquierdo, destacando las siguientes áreas: la porción inferior del lóbulo frontal (área de Broca); la región del lóbulo temporal lateral y superior (área de Wernicke) y las zonas circundantes entre estas áreas (E. R. Kandel & Hudspeth, 2013).

La mayor parte de la población es diestra, lo que significa que su mano más hábil es la derecha, y el lado izquierdo del cerebro es el que domina dicha mano y la mayoría de aspectos del lenguaje.

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), así como el desarrollo de la división de trabajo en la humanidad consiguió enriquecer las artes y la ciencia hasta niveles desconocidos anteriormente este reparto de funciones entre el lado derecho e izquierdo del cerebro habría posibilitado el desarrollo de nuestras más refinadas habilidades intelectuales.

Pero el cerebro pese a dividirse el trabajo entre diversas regiones y hemisferios funciona como una unidad, logrando en tiempo real una acción coordinada y precisa.

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), por debajo del manto cortical (córtex cerebral) está la sustancia blanca cerebral por donde cruzan los haces o manojos de fibras nerviosas, cada una con un rumbo y tipo de información diferente. Debajo de esta sustancia blanca se localizan los núcleos grises profundos (ganglios basales) que intervienen en múltiples funciones, especialmente en la conducta motora.

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), el diencefalo está, entre y algo por debajo de los 2 hemisferios, formado por el Tálamo y el Hipotálamo. El Tálamo es la estructura que sirve de estación de procesamiento de información sensitiva, motora, e interviene en el nivel de atención y alerta.

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), el hipotálamo, siguiendo hacia abajo, tiene un rol central en la integración y regulación de las funciones autonómica y hormonal. Las relaciones del diencefalo hacia arriba con los hemisferios cerebrales y hacia abajo con el tronco del encéfalo lo convierten en la gran puerta de entrada al cerebro.

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), el tronco encéfalo es asiento de importantes funciones vegetativas que, mediante automatismos bien conservados en el curso evolutivo, consiguen reajustar nuestro organismo a las diferentes situaciones. Estos automatismos nos permiten seguir respirando mientras dormimos, o despertarnos preparándonos para la acción cuando un ruido intenso e inesperado rompe el descanso nocturno. E. R. Kandel & Hudspeth (2013), se finalizó el recorrido con el cerebelo que ocupa su posición por detrás y debajo del cerebro. Conectado con el tronco cerebral, y a través de este con el cerebro y la médula espinal se encarga fundamentalmente de la coordinación motora, determinando el ritmo y ajuste perfecto de nuestros movimientos, así como del aprendizaje motor.

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), el tronco encéfalo se continua al salir del cráneo (la cabeza) con la médula espinal que transcurre por el canal

raquídeo (la columna) y que raramente se afecta en el ictus, por lo que aquí se acaba nuestro recorrido anatómico.

2.10 Interconectividad cerebral

Mora (2017), el hecho de que algunas regiones específicas del cerebro se ocupen de funciones concretas, y de que determinadas actividades cerebrales puedan ocurrir predominantemente en un hemisferio u otro, significa que el cerebro tiene un comportamiento modular. Sin embargo, este modelo de explicación de la organización cerebral que mediante módulos permite describir, por ejemplo, el funcionamiento de la corteza visual o auditiva resulta insuficiente para explicar procesos cognitivos complejos que no están asociados con regiones del cerebro aisladas y que necesitan la integración de diferentes redes neurales, lamentablemente, las famosas imágenes coloreadas, que nos proporcionan técnicas como la resonancia magnética funcional, no han ayudado a entender este proceso.

Mora (2017), estas técnicas utilizan procedimientos estadísticos, y en las imágenes se muestran las regiones que son más activas durante el procesamiento de la tarea cognitiva, lo que no significa que no haya otras regiones que intervengan también en el proceso, aunque en menor medida. De hecho, todas las regiones del cerebro están activas y reciben el flujo sanguíneo correspondiente.

Las actividades de aprendizaje en el aula requieren de la integración necesaria de información entre el hemisferio izquierdo y el derecho, y de la interconexión de diferentes funciones que realiza el cerebro, en las

que intervienen muchas regiones distintas. Por ejemplo, Geake (2008), cita las siguientes:

- Memoria de trabajo (corteza frontal).
- Memoria a largo plazo (hipocampo y otras regiones corticales)
- Toma de decisiones (corteza orbitofrontal).
- Gestión emocional (sistema límbico y áreas frontales asociadas).
- Secuenciación de la representación simbólica (giro fusiforme y lóbulo temporal).
- Interrelaciones conceptuales (lóbulo parietal).
- Entrenamiento de tareas motoras y conceptuales (cerebelo).

Mora (2017), por lo tanto, en cerebros normales los dos hemisferios no están aislados el uno del otro, sino que continuamente comparten información a través del cuerpo calloso. Es decir, el cerebro humano trabaja en paralelo y su actividad es permanente

Mora (2017), analiza algunos ejemplos concretos que revelan la participación de ambos hemisferios cerebrales, independientemente de que uno de ellos pueda intervenir de forma más activa en el proceso.

2.11 Neuromitos

Son ideas erróneas o simplificaciones excesivas sobre el funcionamiento del cerebro y el aprendizaje que, a pesar de carecer de evidencia científica sólida, se han difundido ampliamente en educación y pedagogía. Estos mitos pueden influir en las prácticas docentes y limitar la efectividad del aprendizaje si no se identifican y corrigen (Goswami, 2006); (Howard-Jones P. A., 2014).

¿Utilizamos solo el 10% de nuestro cerebro?, por (Gamo, 2025).

2.11.1 El origen del mito

Howard (2014), buscar los núcleos afirmativos que dieron origen al mito ha sido, en este caso, tarea harto difícil y con resultados difusos. Lo que es seguro es que el neuromito se ancla en las prácticas sociales y en el discurso social, y una idea novedosa como pensar cuál es en definitiva la capacidad humana puede conllevar inexactitudes e imaginarios que permiten finalmente acercarse a algo que es a priori desconocido. Si a una idea de esa naturaleza le añadimos hechos y acontecimientos concatenados en el tiempo, resulta que en las interacciones sociales se construye la máxima de que solo utilizamos el 10% del nuestro cerebro.

Vamos a seguir las huellas que parecen haber originado este neuromito. Situémonos en 1936, acerquémonos a una librería en busca de una explicación que nos permita comprender cómo nos relacionamos y nos influimos las personas. Buscamos y nos encontramos con una publicación: *Cómo ganar amigos e influir sobre las personas*, escrito por (Carnegie, 1936). Abrimos el libro, leemos el prólogo de Thomas (1935), nos topamos con que citando a James (1899), allá por 1908, defendía que solo utilizamos una pequeña parte de nuestros recursos mentales y físicos

Sigamos la línea del tiempo y búsqúenos en qué se podría haber inspirado James Podría haberse basado en los trabajos realizados por Gall (1809), el que es considerado padre de la frenología Gall fue el primero en estudiar la relación entre las diferentes regiones del cráneo y las funciones mentales del cerebro

Gall (1806), defendía la existencia de una correlación entre la estructura craneoencefálica y las áreas del cerebro para así asociar estas regiones anatómicas con diferentes funciones mentales. Así mismo, establecía una relación entre los ferie tipos del cranco y el carácter, e incluso las tendencias criminales de las personas.

Gall (1806), hizo su primera disertación pública sobre craneoscopias, pero la comunidad científica, representada por la Academia de Ciencias de París, no reconoció sus teorías, pues consideró que no había utilizado el método científico, en 1806 abandona Viena, pero después de dos años vuelve a París con su colega Johann Gaspar Spurzheim (1776-1832) y publican *Anatomie et physiologie du systeme sont en general* (1810), considerada la mayor aportación de Gall a la neuroanatomía. De esta obra se desprenden tres grandes conjeturas:

Las características del cráneo destellan capacidades mentales que son inherentes y fijas del relativo de desarrollo de una capacidad innata es un reflejo del tamaño del cerebro heredado

2.12 Música

2.12.1 ¿Utiliza el músico solo su hemisferio derecho?

La idea de que el músico utiliza solo su hemisferio derecho es arraigada, pues, según esta, la producción musical es una manifestación clara de la comunicación no verbal, Sin embargo, las neuroimágenes demuestran que no solo hay diferencias en la activación de áreas primarias entre las redes neurales de percepción rítmica y melódica, sino que los diferentes componentes de la percepción rítmica como el tempo o el metro-activan

distintas redes, que incluyen algunas asociadas con el hemisferio izquierdo (Thaut, 2009).

Incluso el surgimiento de emociones como consecuencia de la música activa regiones del hemisferio izquierdo asociadas con el lenguaje (S. Hsieh & Hodges, 2012). Y es que la forma como responde el cerebro humano cuando escucha música difiere mucho de cuando la crea

Estos son muchos de los grandes ejemplos de la interconectividad cerebral. Los estudios de lateralidad sugieren múltiples aspectos relevantes sobre el funcionamiento de la mente. Y esto ha favorecido que ciertas metodologías sean bien vistas para el aprendizaje -solo por eso ha valido la pena (S. Hsieh & Hodges, 2012).

Relacionamos el hemisferio izquierdo con la habilidad de procesar información, pues este interpreta y ofrece una explicación lógica, pero frecuentemente carece de sustancia contextual. El hemisferio derecho se especializa en la capacidad de percibir los estados mentales de los demás y representar otras mentes (Siegel, 2010).

El hemisferio derecho Mora (2013), es fundamentalmente un cerebro holístico, global, que realiza asociaciones de tiempos y espacios muy distantes y cuya función requiere de un tipo de atención que es dispersa e inconsciente frente a la atención ejecutiva persistente y focalizada es el hemicerebro creador el hemicerebro izquierdo, por su parte, es el cerebro del lenguaje, la lógica, las matemáticas y durante el proceso de aprendizaje requiere de la atención focalizada, es el cerebro analítico.

2.13 Lenguaje

2.13.1 ¿Es lingüístico el hemisferio izquierdo?

M. S. Gazzaniga & Mangun (2018), considera que el lenguaje está lateralizado a la izquierda, pues áreas que intervienen en su producción (área de Broca) o en su comprensión (área de Wernicke), se localizan en la mayoría de las personas -incluidas las zurdas en el hemisferio izquierdo, Sin embargo, en determinadas tareas lingüísticas el protagonismo también parece recaer sobre el hemisferio derecho.

En un experimento en el que se midió la actividad cerebral extra cuando los participantes generaban verbos inusuales mencionados con sustantivos sugeridos (por ejemplo, «el perro pinto», en lugar de «el perro ladro), se encontró que se activaban regiones amplias del hemisferio derecho C.A Seger & Gabrieli (2000), uso de una semántica menos usual, como en el caso del lenguaje metafórico, hace que participe activamente este hemisferio. En la práctica, al relatar, por ejemplo, una historia, intervienen diferentes redes neurales de todo el cerebro que nos permiten memorizar hechos, integrar conceptos o construir de forma adecuada frases, en definitiva, nos permiten integrar la información entre diferentes regiones cerebrales que pertenecen a ambos hemisferios.

2.14 Creatividad

Dietrich (2004), la creatividad es la capacidad de generar ideas, soluciones o productos novedosos y útiles, mediante procesos mentales

que combinan imaginación, pensamiento divergente, flexibilidad cognitiva y conocimiento previo.

En términos neurocognitivos, la creatividad surge de la interacción dinámica de múltiples redes cerebrales, incluyendo áreas asociadas con la memoria, la atención, la emoción y el control ejecutivo (Dietrich, 2004).

2.15 Bases Neurocognitivas

2.15.1 Redes cerebrales involucradas

- Red de modo predeterminado (DMN): Activa durante la imaginación, introspección y pensamiento espontáneo.
- Red ejecutiva central (CEN): Responsable de planificación, organización y evaluación crítica de ideas.
- Red de control saliente (SN): Facilita la transición entre pensamiento espontáneo y evaluativo, filtrando información relevante (R. E. Beaty & Schacter, 2016).

2.15.2 Lóbulos cerebrales implicados

- Lóbulo frontal: Pensamiento abstracto, planificación y resolución de problemas.
- Lóbulo temporal: Asociación de ideas y memoria semántica.
- Lóbulo parietal: Integración sensorial y espacial, importante en creatividad visual y artística.

La creatividad es un proceso neurocognitivo complejo, resultado de la interacción entre estructuras cerebrales, neurotransmisores, emociones

y experiencias. Su desarrollo puede ser potenciado mediante estrategias educativas activas y motivadoras, favoreciendo la innovación, el pensamiento crítico y la capacidad de resolver problemas de manera original (R. E. Beaty & Schacter, 2016).

a) ¿Ser creativos depende del hemisferio derecho?

¡Un ejemplo de resolución creativa corresponde a lo que se conoce como insight-el famoso <jeureka!», que nos permite encontrar, de forma repentina y sin ser conscientes del proceso, la solución a un problema con el que estábamos atascados y que no sabíamos cómo resolver. Cuando en estos procesos se han analizado los escáneres cerebrales, se ha encontrado una mayor actividad en una zona del hemisferio derecho: el giro temporal superior (M. Jung-Beeman & Kounios, 2004).

Los autores de un estudio sugirieron que en el insight el hemisferio derecho facilitaba la asociación y la integración de la información de recursos diferentes, a diferencia del hemisferio izquierdo, que se caracteriza por un procesamiento de la información más fino o analítico, y que nos permite resolver problemas menos creativos. Sin embargo, hay evidencias que contradicen estos supuestos.

Por ejemplo, cuando inventamos historias en las que objetos o fenómenos sin aparente relación acaban integrando una narrativa coherente, aumenta la activación del hemisferio izquierdo, incluso la constatación de que en general los zurdos, que tienen cerebros menos lateralizados que los diestros, suelen ser más creativos, estaría en consonancia con la idea de que la creatividad depende de la capacidad de integrar la información entre ambos hemisferios (Sherman, 2013).

2.16 Aritmética

Dehaene, El sentido del número: Cómo la mente crea las matemáticas (edición revisada y ampliada) (2011), menciona que, la aritmética involucra procesos mentales como atención, memoria de trabajo, razonamiento lógico y planificación, que permiten resolver problemas numéricos de manera eficiente.

2.16.1 Procesos involucrados en el cálculo

(Dehaene, El sentido numérico: cómo la mente crea las matemáticas, 2011) :

- Memoria de trabajo: Retiene temporalmente los números y operaciones para manipularlos mentalmente.
- Atención: Concentra recursos cognitivos en la tarea numérica y evita distracciones.
- Razonamiento lógico: Identifica relaciones entre números y operaciones.
- Automatización: Memorización de hechos aritméticos (tablas de multiplicar, sumas básicas) para liberar recursos cognitivos.

2.16.2 Áreas cerebrales implicadas

(Dehaene, El sentido numérico: cómo la mente crea las matemáticas, 2014) :

- Lóbulo parietal (circunvolución intraparietal): Procesamiento de cantidad, número y magnitudes.

- Lóbulo frontal: Planificación y resolución de problemas complejos, control ejecutivo y estrategias de cálculo.
- Lóbulo temporal: Memoria de hechos aritméticos aprendidos.

2.16.3 Redes neuronales

Interacción entre redes de control ejecutivo y redes de memoria permite realizar cálculos complejos y transferir conocimientos a nuevas situaciones Dehaene, El sentido numérico: cómo la mente crea las matemáticas (2014).

a) ¿Son los números o la lógica exclusivos del hemisferio izquierdo?

Hay una tendencia muy generalizada a creer que las operaciones numéricas-a veces, incluso, se hace mención de toda la matemática o la lógica están asociadas exclusivamente con el hemisferio izquierdo y directamente relacionadas con las Funciones lingüísticas. Lo cierto es que gracias-principalmente a los estudios de Dehaene, El sentido numérico: cómo la mente crea las matemáticas (2011), sabemos que en los cálculos exactos se observa una mayor activación de las áreas del cerebro involucradas con el lenguaje, lo que no ocurre en los cálculos aproximados o las estimaciones, en los que se activa más el lóbulo parietal de ambos hemisferios.

S. Dehaene & Cohen (2003), en relación con esto se ha identificado el uso de tres sistemas diferentes de procesamiento numéricos, y que activan áreas cerebrales distintas un sistema verbal, en el que los números se representan mediante palabras (stress) y en el que se activa el giro angular izquierdo que interviene en las cálculos exactos; un

sistema visual, asociado con los números arábigos conocidos (3) que activa una región del lóbulo parietal relacionada con la atención, y un sistema cuantitativo que hace intervenir el surco intraparietal, una región cerebral muy importante en el procesamiento numérico. Pues bien, tanto en el sistema visual como en el cuantitativo intervienen áreas de ambos hemisferios cerebrales.

CAPÍTULO III

3 TEORÍA, PROGRAMAS Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO DEL PENSAMIENTO

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), responder a la pregunta ¿qué es el pensamiento?, no es una tarea fácil, ya que no es algo físico, palpable; aunque, realmente, tenga un soporte físico, las neuronas cerebrales. Por tanto, hablar de pensamiento es aventurarnos en proposiciones o modelos teóricos –constructos– acerca de lo que se cree que es, en función de sus manifestaciones, más que de forma directa. En cualquier caso, parece ser que el pensamiento constituye un proceso o sistemas de procesos complejos que abarcan desde la captación de estímulos, hasta su almacenaje en memoria y su posterior utilización, lo que requiere el análisis detallado que se ofrece a continuación.

3.1 El proceso de pensamiento

Desde una perspectiva simplista, podemos entender por pensamiento el proceso o sistema de procesos que establecen, justifican y/o determinan las relaciones funcionales entre estímulos y respuestas. Pylyshyn & Eysenck. (1984), lo consideran, desde otro punto de vista también sencillo, pero más claro, como sistema de procesos que operan sobre representaciones; es decir, el trabajo que nuestra mente realiza con las creaciones representativas (simbólicas) que elabora del mundo de lo real.

E. R. Kandel & Hudspeth (2013), no obstante, como lo que aquí se pretende es tener una idea lo más clara posible, nos introduciremos de forma sencilla en los términos, intentando que quede patente la estructura dinámica del pensamiento, sus componentes y funcionamiento. Podemos decir que el proceso de pensamiento comienza por una estimulación (foco estimular) a la que dirigimos nuestra atención. En ese momento, nuestra mente está dispuesta de forma selectiva a recibir cualquier información. Una vez focalizada la atención; es decir, una vez centrada en los estímulos que le interesan despreciando el resto, por medio de los sentidos, obtenemos sensaciones que no son más que los datos del mundo exterior

3.2 Pensamiento y lenguaje

Vigotsky (1934), planteó que el pensamiento y el lenguaje están íntimamente relacionados: el lenguaje no solo sirve para comunicar, sino también para organizar y desarrollar el pensamiento, lo que denota en algo indispensable para la buena interacción entre todos los sujetos constituidos en una misma sociedad

3.2.1 El origen del lenguaje

P. Lieberman (2007), a pesar de las innumerables investigaciones realizadas, no se sabe con certeza cuándo y cómo nació el lenguaje, esa facultad que el hombre tiene para comunicarse con sus semejantes, valiéndose de un sistema formado por el conjunto de signos lingüísticos y sus relaciones, y, aunque muchos investigadores tratan de encontrar luz sobre este “misterio”, sus resultados no pasan de ser más que meras especulaciones.

P. Lieberman (2007), no obstante, por la observación de los gritos de ciertos animales superiores, algunos creen que tales sonidos fueron los cimientos del lenguaje hablado. Desde el punto de vista antropológico y etnológico, es indudable que el lenguaje articulado constituye una de las manifestaciones características que separan al hombre de los seres irracionales. Éstos últimos expresan y comunican sus sensaciones por medios instintivos, pero no hablan, a diferencia de los seres dotados de conciencia.

P. Lieberman (2007), por lo tanto, si tuviésemos que añadir un sexto sentido a los cinco tradicionales, sin duda alguna, sería el habla; ya que la lengua, además de servir para el sentido del gusto y otras funciones cotidianas, tiene también la aplicación de facilitar la emisión de sonidos articulados, particularidad que nos diferencia de los animales. Por otra parte, el animal no es capaz de planificar sus acciones, puesto que toda su conducta instintiva está determinada por su sistema de reflejos condicionados e incondicionados.

P. Lieberman (2007), la conducta humana, en cambio, se define de forma absolutamente diferente. La situación típica del individuo es el proceso de planteamiento y solución de una tarea mediante la actividad intelectual, para lo que se vale, no sólo de la experiencia individual, sino también de la colectiva. Consiguientemente, el hombre, a diferencia del resto de los animales, sabe planificar sus acciones, y el instrumento fundamental para tal planificación y solución de sus tareas mentales es el lenguaje.

P. Lieberman (2007), aquí nos encontramos con una de sus funciones más elementales: la de servir de instrumento del acto intelectual, que se expresa en la percepción, memoria, conceptualización, razonamiento, etc. Los primeros signos articulados por los pitecántropos que habitaron en Asia y África, datan de hace unos 600.000 a. de J.C. después vinieron otros homínidos cuya capacidad craneal, superior al “Homo Erectus”, les permitió fabricar utensilios rudimentarios y descubrir el fuego, pero también idearon un código de signos lingüísticos que les permitiera comunicar sus pensamientos y sentimientos.

P. Lieberman (2007), durante el paleolítico (aproximadamente 35.000 a. de J.C.), tanto el “Hombre de Neandertal” como el “Hombre de Cro-Magnon” dieron señales de que poseían un idioma comunicativo y una anatomía equiparable a la del hombre moderno. Quizás éstos sean algunos posibles “momentos” en la evolución del lenguaje humano, desde la remota época en que el “Homo Sapiens” hacía simples gestos acompañados de gritos o interjecciones –a la manera de ciertos animales–, hasta la descripción oral de los objetos que le rodeaban y la designación de ideas mediante sonidos que suponían el aumento de la capacidad de abstracción.

P. Lieberman (2007), éste es el período en el que nacen las primeras lenguas, coincidiendo con el desplazamiento de los hombres primitivos. Con el transcurso del tiempo, los hombres primitivos empezaron a vivir en pequeños grupos familiares, usando un lenguaje que era de uso exclusivo del grupo, con palabras que expresaban una idea común para todos. Poco a poco, se fueron reuniendo en comunidades más grandes, formando tribus y poblados.

P. Lieberman (2007), algunos grupos se desplazaron a lugares más o menos lejanos buscando nuevos territorios donde se podía encontrar caza y pesca, mientras otros se trasladaron en busca de regiones más cálidas, generalmente junto a los ríos, donde construyeron sus chozas y consolidaron su lengua materna.

P. Lieberman (2007), valga aclarar que, si los habitantes de un lugar carecían de relaciones con los de otros, no es nada probable que usaran el mismo lenguaje para comunicarse entre sí, lo que hace suponer que desde el principio hubo varias lenguas y no una sola “lengua madre”, como generalmente creen los defensores del mito bíblico sobre “La Torre de Babel”.

3.3 Evolución del pensamiento

3.3.1 En el niño

Peaget (1952), el pensamiento simbólico y las funciones de representación. Las manifestaciones más importantes de la función semiótica son:

- **1º. Imitación:** Se hace específicamente representación al ser imitación diferida, es decir, en ausencia del modelo. Constituirá un elemento importantísimo de avance cognitivo, ya que permite poner en marcha respuestas inicialmente poco personales pero que se perfeccionan con el uso y se interiorizan pasando a aumentar el bagaje adaptativo propio.
- **2º. Juego simbólico:** Instrumento de desarrollo cognitivo y de equilibrio personal, puesto que proporciona la posibilidad de

expresión propia. Con el juego no se persigue una adaptación a lo real, sino una manifestación del yo sin coacciones, mediante significantes de creación individual (símbolos), que pueden llegar a ser colectivos (signos) en función de acuerdos de grupo.

- **3°. Dibujo:** Función de representación que tiene conjuntamente un intento de imitación de la realidad y un deseo expresivo de creación personal. Su evolución está relacionada con la estructuración de la representación mental del espacio.
- **4°. Imagen mental:** Permite representar mentalmente –cosas, personas, situaciones– mediante significantes ligados a los objetos (entendido el término en su sentido más amplio de opuesto a sujeto) y apoyados en la experiencia perceptiva del sujeto. Esta representación puede llevarse a cabo, ya sea en un intento de aproximación a la realidad como tal, ya sea con un deseo de organización y combinación nueva de los elementos perceptivos reales.

Piaget, La psicología de la inteligencia (1947), la primera manifestación de la imagen mental, que se denomina imaginación reproductora, aparece en primer lugar en el proceso de evolución cronológica, la imaginación creadora o anticipadora surge algo más tarde en este proceso evolutivo y relacionada con la estructuración lógica del pensamiento.

- **5°. Memoria:** Capacidad psíquica ligada a la función semiótica que permite al niño desligarse del aquí y el ahora, pudiendo conservar la información captada en un determinado momento y utilizarla en situaciones posteriores.

- **6°. Lenguaje:** Manifestación más específicamente humana de la función semiótica, que amplía las posibilidades adaptativas a niveles de complejidad considerables dada la amplitud y flexibilidad de sus posibilidades de comunicación. Es necesario subrayar que es la única manifestación de la función semiótica que está ya elaborada socialmente.

Piaget, La psicología de la inteligencia (1947), en las demás, el niño construye sus propios significantes, aunque con influencia de la circunstancia ambiental. En el lenguaje el niño se encuentra inmerso en un sistema de signos colectivos, que él irá adquiriendo por aprendizaje. Este sistema de signos colectivo contiene una serie de instrumentos cognitivos que están al servicio del pensamiento y que responden a una estructura lógica, relaciones, clasificaciones y categorías.

Piaget, La psicología de la inteligencia (1947), la utilización del vocabulario lingüístico por parte del niño, no implica que necesariamente comprenda todo el contenido de estructuración lógica que está detrás de dicho vocabulario, ni que lo utilice con el significado preciso que tiene en el mundo adulto. Son estas cuestiones muy importantes a tener en cuenta en el proceso educativo, ya que en función de las mismas el lenguaje puede ser un medio que facilite la comprensión y el aprendizaje, o por el contrario una fuente de imprecisiones e inseguridades.

3.4 Pensamiento y apropiación

Jara (2012), Es posible que una persona se apropie del pensamiento de otra o es posible considerar que ese otro simplemente no tiene

pensamiento. Se podría considerar la apropiación como una manifestación inconsciente de expresiones que se quiere mantener vivas en la mente de los demás, como un recuerdo de algo valedero o que merece ser recordado.

La participación en las formas de pensamiento ajeno solo se hace en virtud de una previa apropiación. “pero esta ha de ser activa [...] desde un pensamiento personal, nunca receptivamente [...]. Para adueñarse del pensamiento de ámbitos históricos o sociales distantes, no hay más remedio que pasar por la ejemplaridad de un pensamiento creador cercano, perteneciente a la misma sociedad” (Marías, 1961).

Es importante reflexionar qué sucede con los adultos mayores cuando repiten situaciones dadas, recuerdan hechos, vuelven a vivir diferentes épocas, se emocionan y también se entristecen. ¿Acaso son los pensamientos los que los ayudan a volver a vivir? De ser así, los pensamientos perduran en la mente y no necesitan ser pensados de nuevo, sino recordados para sacar a la luz todo el potencial que poseen. (Jara, 2012).

Según De Bono, la mente humana no se basa en un proceso de ordenación de la información, esta es incorporada automáticamente a los modelos ya establecidos o bien forma nuevos modelos. La mente es simplemente un medio donde dicha incorporación tiene lugar. Una memoria es un dispositivo registrador. El registro puede ser más o menos permanente o solo transitorio (Bono, Ser creativo: Un manual para desarrollar el pensamiento creativo., 2002:37).

3.5 El acto verbal del pensamiento

La persona es un ser que actúa, piensa y habla. Es sociable por naturaleza, característica que no se podría dar, sino a través de la comunicación, de la interpretación de signos, es decir, del lenguaje (Vygotsky L. , 1986).

Al considerar el habla como la manifestación externa del pensamiento, al cual sirve de mero revestimiento, y al intentar liberar el pensamiento de todo componente sensitivo, incluyendo las palabras, como hace la Escuela de Würzburg, no solo plantean el problema de la relación entre las dos funciones, sino que intentan resolverlo a su modo (Vygotsky L. , 1986).

Se ha demostrado que los movimientos del habla facilitan el razonamiento. En el caso de una tarea cognitiva difícil relacionada con material verbal, el habla interna ayuda a “grabar” y organizar el contenido consciente [...], se considera que el habla interna es un factor importante en la transición del pensamiento al hablar en voz alta [...]. Cada palabra es ya, por tanto, una generalización. La generalización es un acto verbal de pensamiento y refleja la realidad de un modo radicalmente diferente a como la reflejan la sensación y la percepción (Vygotsky L. , 1986).

“El pensamiento es un reflejo generalizado de la realidad”. Esto significa que el pensamiento resalta las características generales que los objetos presentan, el pensamiento abstrae y generaliza aquellas propiedades que los objetos guardan y mantienen (Izquierdo, 2006:31).

El pensamiento surge en cada mente individual suscitado por el espectáculo de su ejercicio (Marías, 1961).

Las situaciones problemáticas son estimulantes del pensamiento reflexivo, pero cada paso de este –definir el problema, formular hipótesis, evaluarlas y verificarlas– carecería de sentido y sería imposible a menos que pudiéramos percibir directa e inmediatamente ciertas cualidades y relaciones (Broudy, 1992:136).

3.6 El pensamiento intuitivo

Piaget, La formación del símbolo en el niño: Imaginación y pensamiento simbólico (1976), el pensamiento que aparece como resultado del dominio de la función semiótica no tiene todavía una estructura lógica. Esto se debe a que su función mental es todavía una acción interiorizada y, por ello, ligada a la información perceptiva.

El niño de esta etapa se somete a la evidencia de lo que percibe, sin tratar de establecer relaciones globales ni interpretaciones generales.

Las características intuitivas de los objetos que manipule o las vivencias afectivas que experimente condicionarán la interpretación de la realidad llevándole, a veces, a interpretaciones distorsionadas de la misma.

Piaget, La formación del símbolo en el niño: Imaginación y pensamiento simbólico (1976), la forma intuitiva de presentar la información que se desea transmitir al niño marcará de manera muy poderosa sus posibilidades de comprensión, esto es algo muy importante en repercusiones educativas. Por ejemplo, en el proceso de aprendizaje de

las diferencias entre sujeto y predicado en una clase de lengua, si los ejemplos que utiliza el educador presentan siempre al sujeto como la primera palabra de la oración –lo que ocurre frecuentemente en los libros de texto de los primeros niveles– los niños interpretaran, aunque no se les diga explícitamente que «el sujeto es la primera palabra de la oración» (Piaget, La formación del símbolo en el niño: Imaginación y pensamiento simbólico, 1976).

Algo parecido ocurre en geometría, los triángulos rectángulos se representan siempre con el cateto menor como base y esto lleva a que los niños sean incapaces de reconocerlo en otra posición. El dominio del dato perceptivo los lleva a codificar como relevantes datos de información que son secundarios (Piaget, La formación del símbolo en el niño: Imaginación y pensamiento simbólico, 1976).

3.7 El pensamiento lógico concreto.

El pensamiento lógico-concreto se refiere a la capacidad de razonar y resolver problemas basándose en objetos, situaciones y hechos concretos, en lugar de conceptos abstractos o hipotéticos. Este tipo de pensamiento es característico de los niños en la etapa de operaciones concretas, según la teoría del desarrollo cognitivo de Peaget (1952), que abarca aproximadamente entre los 7 y 11 años de edad.

Con la aparición de la estructura lógica en el pensamiento el niño se libera del impacto de la percepción. El ejemplo clásico de la teoría de Piaget sobre la conservación de la cantidad, nos puede ayudar para comprender la diferencia. El niño cuyo pensamiento no posee todavía estructura lógica cuando modifica la apariencia de dos bolas de

plastilina, inicialmente iguales y en las que ha admitido que hay la misma cantidad, piensa «si las percibo distintas es que son distintas, por tanto, no hay ya la misma cantidad» (Piaget, La formación del símbolo en el niño: Imaginación y pensamiento simbólico, 1976).

Por el contrario, el niño cuyo pensamiento tiene estructura lógica, no está preso del dato perceptivo y puede, por consiguiente, pensar «eran iguales al principio, únicamente las he cambiado de forma, no he añadido ni quitado nada, por lo tanto, tiene que haber la misma cantidad». Esta estructuración lógica le permite organizar y relacionar las secuencias espacio-temporales y alcanzar el equilibrio móvil entre la acomodación y la asimilación (Piaget, La psicología del niño, 1970).

Lo propio del esquema sensoriomotor y de la representación prelógica es que se quedan centrados en un caso particular del objeto o en un punto de vista particular del sujeto. Es decir, simultánea e indistintamente acomodación fenoménica (cuando se fija en una situación particular del objeto, «el sol calienta porque es amarillo») o asimilación egocéntrica (cuando se distorsiona la realidad en función de las propias apetencias «la luna me sigue»).

Lo propio del pensamiento lógico es que éste no se apega ya a los estados particulares de los objetos, sino que es capaz de seguir mentalmente todas las transformaciones sucesivas, según todos los rodeos y puntos de vista posibles, ni tampoco se apega al punto de vista particular del sujeto.

Pero esta capacidad lógica sigue ligada a la realidad concreta. Es decir, el niño puede establecer relaciones lógicas en sus contenidos mentales,

pero dependiendo de la lectura de los hechos. Esta limitado a la realidad física, a los pensamientos sobre cosas reales que pueden ser representadas, interiorizadas y relacionadas mentalmente. «Lo posible» se reduce a una prolongación virtual de las acciones u operaciones ligadas a un contenido dado (Piaget, La psicología del niño, 1970).

Por ejemplo, cuando después de seriar algunos objetos o algunas representaciones simbólicas, el sujeto sabe que podría continuar la seriación, manteniendo el mismo esquema anticipatorio. Este estar ligado a lo real origina que las posibilidades que ofrece la estructuración lógica dependan en su actualización del contexto en que se deban utilizar, del tipo de tareas a las que se deba hacer frente, de la presentación intuitiva de dichas tareas, de los procesos de codificación que utilice el niño para captar la información, de la amplitud de demanda de memoria a corto plazo que requiera la tarea, etc.

Una cuestión importante ligada a la operación lógica y con gran incidencia en las estrategias educativas, es el hecho de que la misma va acompañada de la toma de consciencia, de la reflexión sobre los propios procesos mentales (metacognición). La posibilidad de actualización plena de las posibilidades que ofrece esta nueva etapa del pensamiento dependerá también del tipo de interacciones sociales que el niño pueda establecer, de las oportunidades de expresión de sus propias interpretaciones de la realidad que el medio le permita y de las oportunidades de contrastar sus propias interpretaciones con las de los demás (Piaget, La psicología del niño, 1970).

La dinámica educativa juega, por tanto, un papel básico en el desarrollo cognitivo, ya que puede impulsarlo o favorecerlo al máximo o, por el contrario, frenarlo y limitarlo. Por ello las características generales del desarrollo cognitivo descritas tendrán manifestaciones diferenciales importantes, en función del contexto sociocultural en el que la persona viva y en función de la realidad individual de cada sujeto y de las oportunidades educativas que haya tenido. (Piaget, La formación del símbolo en el niño: Imaginación y pensamiento simbólico, 1976).

El adolescente: El pensamiento lógico formal. La aparición del pensamiento lógico formal opera un cambio importante en el desarrollo cognitivo al producirse una inversión de sentido entre lo real y lo posible. Lo posible en lugar de manifestarse como una prolongación de lo real o de las acciones ejecutadas sobre la realidad, subordina a lo real. Los hechos reales se conciben como un sector de realizaciones efectivas en el interior de un universo de transformaciones posibles.

El pensamiento formal es hipotético deductivo, la deducción ya no se refiere, de modo directo, a las realidades percibidas, sino a enunciados hipotéticos; es decir, a proposiciones que formulan las hipótesis o plantean los datos independientemente de su carácter actual. La deducción consiste entonces en vincular entre si esas presuposiciones extrayendo sus consecuencias necesarias incluso cuando su verdad experimental no vaya más allá de lo posible. Ahora bien, este dominio de lo posible que alcanza el pensamiento formal no es en absoluto el dominio de lo arbitrario o la imaginación libre de toda regla (Piaget, La psicología del niño, 1970).

3.8 El adulto

M. S. Knowles & Swanson (2015), el aprendizaje en el adulto se distingue del aprendizaje infantil por su madurez cognitiva, experiencias previas y motivación intrínseca. La educación de adultos, conocida como andragogía, se centra en aprovechar estas características para promover un aprendizaje significativo y aplicable a la vida cotidiana y profesional.

M. S. Knowles & Swanson (2015), culminado el proceso evolutivo de establecimiento de estructuras básicas, los procesos de modificación y cambio no se cierran. La actividad profesional del adulto marcará diferencialmente las características de esta evolución, pero lo que han demostrado las investigaciones más recientes es que no hay una pérdida de eficacia ni de potencial intelectual general. En relación con el desarrollo cognitivo, interesa diferenciar los conceptos de:

- Inteligencia fluida, que hace referencia a los procesos cognitivos que implican novedad y rapidez de respuesta. Este tipo de actividad intelectual parece verse más afectada con el paso de los años, aunque se manifiestan muy claras diferencias individuales en función de la práctica y la experiencia.
- Inteligencia cristalizada, relacionada con los aspectos de organización y estructuración de contenidos específicos. Con la orientación especializada hacia tareas concretas en procesos de profundización. Al respecto, la edad adulta marca un momento de máxima eficacia, en función de un mayor equilibrio, de una mayor posibilidad de integración de contenidos experienciales y de

puntos de vista diversos. Los aspectos relacionados con la valoración social, las oportunidades de actividad interesante y las relaciones interpersonales incidirán marcando diferencias significativas entre las personas.

La persona de edad avanzada. Entre los procesos cognoscitivos la memoria es la que parece más afectada en función de los procesos involutivos que aparecen con la edad. El olvido de acontecimientos recientes, o de realizaciones importantes para la adaptación vital (apagar el gas, cerrar la puerta, etc.), aparecen creando situaciones de angustia y preocupación. Los investigadores han estudiado que existen diferencias entre la memoria a corto y a largo plazo en estas situaciones involutivas. En la memoria a corto plazo, los estudios realizados al respecto muestran que existen diferencias significativas en cuanto a la eficacia de la memoria a corto plazo entre los grupos jóvenes y las personas adultas y ancianas, cuando se trata de retención de listas de números o palabras; pero, cuando interviene el contenido significativo en el material a recordar, las diferencias son menos acusadas (M. S. Knowles & Swanson, 2015).

La memoria a largo plazo, sin embargo, se ve menos afectada que la memoria a corto plazo por los procesos involutivos y aparecen claras diferencias entre los sujetos sometidos a estudios experimentales en torno al tema, en función de sus niveles formativos previos, de sus intereses, de la motivación específica con que asumen la tarea y de la planificación previa para recordar. Algunas hipótesis, entre ellas los estudios de Pascual Leone, relacionan las dificultades de memorización de las personas de edad avanzada con los niveles de atención y vigilancia.

Los operadores responsables del esfuerzo mental serían, según ellos, responsables, también, del deterioro de las capacidades mnémicas; pero, en todos los casos, lo que importa subrayar es que cada vez más estudiosos coinciden en destacar las grandes diferencias individuales que se producen en los procesos de desarrollo y cómo estas diferencias se acentúan con el paso del tiempo en función de la experiencia vital del sujeto (M. S. Knowles & Swanson, 2015).

3.9 Desarrollo de habilidades del pensamiento

El desarrollo de habilidades del pensamiento se centra en fortalecer las capacidades cognitivas que permiten a los estudiantes analizar, sintetizar, evaluar y crear conocimiento de manera autónoma. Estas habilidades son esenciales para el aprendizaje significativo y para la resolución de problemas en contextos académicos y de la vida cotidiana (Ennis, 2011).

En el ámbito académico, las habilidades del pensamiento de orden superior han adquirido una destacada importancia en años recientes. Diversas publicaciones actuales resaltan la relevancia de su estudio, ya que impulsa el desarrollo del pensamiento crítico y el uso de capacidades cognitivas que facilitan a los individuos la búsqueda de soluciones e innovaciones para problemas tanto cotidianos como complejos y abstractos (Ennis, 2011).

El pensamiento crítico se define como la capacidad inherente a toda persona de analizar, criticar, cuestionar, evaluar y llegar a conclusiones propias frente a hechos o temas. Una estrategia efectiva para cultivarlo es el modelo inductivo, que se presenta como un enfoque eficiente para enseñar conceptos, generalizaciones, principios y reglas académicas.

Este modelo posibilita la emisión de conclusiones que explican la realidad a partir de la información obtenida por la observación directa. A pesar de requerir un tiempo considerable como modelo de instrucción, tiene la ventaja de generar altos niveles de compromiso y motivación por parte del estudiante (Eggen & Kauchak, 2012).

Murillo (2018), llevaron a cabo una categorización de las habilidades del pensamiento basándose en la taxonomía de Bloom, que identifica seis niveles de complejidad cognitiva. Esta clasificación se estructura en una jerarquía de tres procesos de pensamiento: orden inferior, orden medio y orden superior.

3.10 Enseñar a pensar

Enseñar a pensar se refiere a la implementación de una infinidad de técnicas, estrategias y metodologías pedagógicas que buscan desarrollar habilidades cognitivas superiores en los estudiantes, tales como el análisis, la síntesis, la evaluación, la resolución de problemas y la creatividad. Más allá de la simple transmisión de contenidos, este enfoque promueve el aprendizaje autónomo y reflexivo, estimulando la capacidad de los estudiantes para pensar de manera crítica y flexible.

Jara (2012), para que el pensamiento se desarrolle es importante no solamente estimular a niños y jóvenes la generación de preguntas, sino también guiar y acompañar en el proceso de investigación, para que sean ellos mismos quienes respondan a sus inquietudes, desarrollando su capacidad de pensar. Para el autor considera en necesario generar un adecuado desarrollo de capacidades cognitivas mediante un desarrollo cognitivo desde tempranas edades.

En la actualidad, y siendo influenciados por una infinidad de tecnología por parte de las nuevas generaciones infantiles nos preguntarnos qué clase de enseñanza reciben en los diferentes niveles educativos (básica, bachillerato y superior). Paradójicamente, se enseña no para pensar o para ayudar a pensar, sino para evitar pensar, para recibir informaciones, para recoger datos o conocimientos elaborados por otros.

El “enseñar” está entonces enfrentado al “pensar”, ya que no se realiza tal como a veces se lo enuncia. Enseñar a pensar los obstáculos para orientar la enseñanza hacia el pensamiento no depende solo de los sujetos –docentes/alumnos–, sino de unas condiciones estructurales, de un condicionamiento previo que se va imponiendo al sujeto a medida que va pasando por el sistema educativo y que ahora estamos evidenciando en sus resultados negativos, cuando –solo con contadas y valiosas excepciones– nos hallamos ante un estudiante acrítico, con un grado más o menos alto de aversión ante todo lo que implique saber, apático frente a su proceso de formación, indiferente a las manifestaciones culturales, desinteresado ante el contenido o la forma en que le enseñan, sin un compromiso definido por un área concreta del conocimiento, como esperaríamos luego de haber llegado a la universidad (Bedoya, 2008).

Jara (2012), en la mayoría de los casos, la pregunta es la que más genera actuación de las neuronas y la participación de ambos hemisferios, para producir un pensamiento que dependerá de la capacidad y el conocimiento del ser humano. Es así que, por ejemplo, de la frase “pienso, luego, existo” puede surgir muchas interrogantes: ¿es posible que después de pensar exista? o ¿es necesario que primero exista para

luego pensar?, ¿se podría primero actuar para luego pensar? o ¿primero se piensa para luego actuar? Para que surjan interrogantes es importante la atención que preste el ser humano, porque la atención despierta el interés por indagar, investigar, conocer y aprender algo nuevo. Todas aquellas cuestiones hacen que genere un análisis específico de las capacidades que puede el humano efectuar a través de las preguntas y de las capacidades necesarias que le permitan responderse a las grandes incógnitas que han prevalecido en el pasar del tiempo.

Con respecto al pensamiento mismo surgen muchas preguntas como: ¿cuál es la diferencia entre pensamiento e ideas?, ¿si somos las cosas que pensamos entonces pensamos luego hacemos o hacemos y luego pensamos?, ¿si no pienso, no existo?, ¿se educa la manera pensar o se educa al pensamiento?, ¿cuál es la diferencia entre pensar y pensamiento?, ¿dónde nace el pensamiento?, ¿pensar exige mucho esfuerzo?, ¿cómo actúa el pensamiento en el conocimiento?, ¿es posible desarrollar el pensamiento en el proceso de enseñanza y aprendizaje?, ¿se podría considerar al pensamiento como elemento del quehacer educativo?, ¿será posible que el aprendizaje de lenguas extranjeras beneficie el desarrollo del pensamiento del ser humano? (Jara, 2012).

Jara (2012), en verdad, todo depende de lo que se piensa. Somos lo que pensamos y podemos desarrollar nuestro pensamiento a través de la observación, la reflexión, la valoración de la naturaleza y todo lo que ella engloba, el análisis y la síntesis, lo inductivo y lo deductivo, lo imaginativo, lo subjetivo y lo concreto. Y la observación ha sido el que ha permitido percatarnos de todos aquellos detalles capaces de definir los fenómenos coexistentes en la relación humano – naturaleza.

Según Kierkegaard, citado por Julián (1942), el pensamiento abstracto es sub specie aeterni, hace abstracción de lo concreto, lo temporal, del proceso de la existencia, de la angustia del hombre situado en la existencia por una conjunción de lo temporal y lo eterno. Todo pensamiento lógico se da en el lenguaje abstracto y sub specie aeterni. Pensar así la existencia significa abstraer la dificultad que hay en pensar lo eterno en el devenir, a lo cual uno está obligado, pues quien piensa se halla a sí mismo en el devenir.

De ello tenemos que pensar abstractamente sea más fácil que existir, dice Kierkegaard. Dios no piensa, crea. Dios no existe, es eterno. El hombre piensa y existe, y la existencia separa el pensar del ser, los mantiene distantes uno del otro en la sucesión. La subjetividad es la verdad, la subjetividad es la realidad (Julián, 1942).

El marco ideal para juzgar cualquier método de “enseñar a pensar” sería su coherencia con la naturaleza intrínseca del pensamiento [...]. El esfuerzo [...] de encontrar la mejor metodología para enseñar a pensar, coloca con frecuencia al investigador en una perspectiva analítica que por principio le oculta la especificidad del pensamiento: su carácter procesal, reflexivo y totalizante. La educación para el pensamiento no puede centrarse con exclusividad en el aprendizaje y el conocimiento particular; el pensar conduce [...] a la exigencia interna de ser “razonable” (Gómez, 2000: 331-333).

Pensamiento lateral y pensamiento vertical en el ámbito del enseñar-aprender

(Bono, *er creativo: Un manual para desarrollar el pensamiento creativo*, 2002), aportó una visión innovadora sobre el pensamiento humano en general. Es él quien señala las diferencias entre pensamiento vertical y pensamiento lateral. Según (Bono, *er creativo: Un manual para desarrollar el pensamiento creativo*, 2002), la mayoría de la gente considera el pensamiento vertical o lógico como la única forma posible de pensamiento efectivo.

(Jara, 2012), las diferencias entre pensamiento lateral y pensamiento vertical son básicas. El pensamiento vertical es selectivo, cada paso ha de ser correcto, se excluye lo que no parece relacionado con el tema, se mueve solo si hay una dirección en qué moverse, es analítico, se basa en la secuencia de las ideas, sus categorías, clasificaciones y etiquetas son fijas, es un proceso finito, prefiere preguntas cuyas respuestas son del tipo sí o no. Por su lado, el pensamiento lateral es creador, se mueve para abrir nuevas direcciones, no se sigue una sola vía concreta, es provocativo, no rechaza ningún camino, explora incluso lo que parece completamente ajeno al tema, no mira una realidad dicotómica. El pensador vertical afirma: “sé lo que estoy buscando”. El pensamiento lateral dice: “busco, pero no sabré lo que estoy buscando hasta que lo encuentre” (Bono, *er creativo: Un manual para desarrollar el pensamiento creativo*, 2002).

(Jara, 2012), ambos pensamientos son necesarios en el proceso de enseñanza- aprendizaje, aunque dependiendo del estilo de aprendizaje, los estudiantes pueden dar mayor realce a un tipo de pensamiento en especial, a unos les gusta ser concretos y a otros les motiva la creación, la investigación.

3.11 Funciones ejecutivas

Anderson V (2008), tradicionalmente, ha sido considerado un término paraguas, que aglutina una serie de procesos de orden superior (tales como control inhibitorio, memoria de trabajo y flexibilidad atencional...) que gobiernan la acción hacia un objetivo; y que permite emitir respuestas adaptativas a situaciones novedosas o complejas.

Los elementos claves que incluyen las Funciones ejecutivas son: (i) anticipación y desarrollo de la atención, (ii) control de impulsos y autorregulación, (iii) flexibilidad mental y utilización de la realimentación, (iv) planificación y organización, (v) selección de forma efectiva de estrategias para resolver problemas y (vi) monitorización (Anderson V. , 2008).

En relación a estos procesos que integran las Funciones ejecutivas se ha postulado una propuesta que considera este constructo desde una perspectiva dicotomía: procesos fríos (identificados como procesos cognitivos) y procesos calientes (procesos que representan respuestas afectivas a situaciones que son significativas y que implican regulación de los afectos y de las emociones) (P. D. Zelazo L. Q., 2004).

Estos procesos son especialmente importantes en situaciones novedosas que requieren un ajuste rápido y flexible a las demandas del contexto (P. D. Zelazo & Marcovitch., 2003), podemos resumir que estos modelos tienden a conceptualizar el Funciones ejecutivas desde una perspectiva «unitaria» tales como el modelo propuesto por (Baddeley, 1986) «Ejecutivo Central» o el modelo de «Sistema de Supervisión Activa» de (Norman & Shallice, 1986). Sin embargo, se ha demostrado que el

enfoque modular es demasiado simple para un constructo que está compuesto de distintos e interrelacionados componentes o dimensiones.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad Gallardo, C. S. (agosto de 2020). *Incidence of Avian Malaria on Wild Birds in Humid Premontane*. Repositorio yachaytech: <https://repositorio.yachaytech.edu.ec/bitstream/123456789/262/1/ECBI0044.pdf>
- Acha, P. N., & Szyfres, B. (2001). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. vol. 1 - Bacteriosis y micosis. *SCIELO*, 43(6), 398. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0036-46652001000600015>
- Agudelo, P., Botero, D., & Palacio, L. G. (2005). Evaluación del método ELISA de punto para el diagnóstico de la cisticercosis humana y para estimar valores de prevalencia en una región endémica en Colombia. *Biomédica*, 25(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.7705/biomedica.v25i4.1375>
- Aguirre, A. A., & al, e. (2020). One Health responses to emerging infectious diseases. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 42, e22.
- Aguirre, A. A., Ostfeld, R. S., Tabor, G. M., House, C., Pearl, M. C., & Delwart, E. (2012). *Conservation medicine and emerging infectious diseases: from humans to ecosystems*. Springer.

- Alarcón Becerra, J. O., Bustamante Campaña, A. J., Heredia Talledo, M. E., & Yacarini Martínez, A. E. (2023). One Health y bioética: desafíos hacia la integración en salud. *Apuntes de Bioética*, 6(2), 99-112. <https://doi.org/https://10.35383/apuntes.v6i2.1000>
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2002). *Molecular Biology of the Cell. 4th edition*. Garland Science.
<https://doi.org/https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK26917/>
- Altizer, S., Ostfeld, R. S., Johnson P, T. J., Kutz, S., & Harvell, C. D. (2013). Climate change and infectious diseases: From evidence to a predictive framework. *Science*, 341(6145), 514–519. <https://doi.org/https://doi.org/10.1126/science.1239401>
- Amend, M. R., Reid, J., & Gascon, C. (2007). Benefícios econômicos locais de áreas protegidas na região de Manaus, Amazonas. *REDESMA*.
https://doi.org/https://cebem.org/revistaredesma/vol2/pdf/articulos/redesma02_art07.pdf
- Anaconda, C., González C, F. E., Vásquez A, L. R., & Escandón, P. (2018). First isolation and molecular characterization of *Cryptococcus neoformans* var. *grubii* in excreta of birds in the urban perimeter of the Municipality of Popayán, Colombia. *Revista Iberoamericana de Micología*, 35(1), 123-129. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.riam.2018.01.005>

- Anderson , R., & May, R. (2020). Infectious diseases of humans: Dynamics and control. Oxford University Press.
- Anderson, V. (2008). *Funciones ejecutivas y lóbulos frontales: una perspectiva a lo largo de la vida*. New York: Psychology Press.
- Andrade Medina, F., & al., e. (2022). Estudio de la micobiota del suelo en áreas con diferente grado de intervención en el PNY. *Universidad San Francisco de Quito Datos no publicados*.
- Andrade Mendoza, K. (2009). Las áreas naturales protegidas frente a la actividad hidrocarburífera. Las organizaciones ambientalistas y la gobernanza ambiental en el Ecuador. El caso del Parque Nacional Yasuní. *Revista Latinoamericana De Estudios Socioambientales*(3), 14-16.
<https://doi.org/https://doi.org/10.17141/letrasverdes.3.2009.827>
- Angulo Silva, V. M. (2000). Aspectos ecológicos de la enfermedad de chagas en el oriente de Colombia. *Mvz Cordoba*, 5(1), 64-68.
<https://doi.org/10.21897/RMVZ.545>
- Aristóteles. (350 a. C.). *De anima*.
- Armas Chugcho, P. A., Chamorro, W. P., & Toscano Salazar, V. E. (2021). Calidad de agua del río Puyo y afluentes, Pastaza, Ecuador. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 12(3).
<https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-03-10>
- Arria, M., Rodríguez Morales, A. J., & Franco Paredes, C. (2005). Ecoepidemiología de las enfermedades tropicales en países de la

Cuenca Amazónica. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 22(3).
<https://doi.org/0.17843/RPMESP.2005.223.999>

Arrova Gonzales, K., Angamarca Monar, M., & Moreira Chiriap, J. (2020). Biodiversidad y turismo: Una propuesta para mejorar la economía, Parque Nacional Yasuní Biodiversity and tourism: A proposal to improve the economy, Yasuní National Park. *Green World Journal*, 3(1).
https://www.researchgate.net/publication/343167602_Biodiversidad_y_turismo_Una_propuesta_para_mejorar_la_economia_Parque_Nacional_Yasuni_Biodiversity_and_tourism_A_proposal_to_improve_the_economy_Yasuni_National_Park

Baddeley, A. D. (1986). *Memoria de trabajo*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press. Oxford.

Balsalobre Arenas, L., & Alarcón Cavero, T. (2017). Diagnóstico rápido de las infecciones del tracto gastrointestinal por parásitos, virus y bacterias. *ELSEVIER*, 35(6), 367-376.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.eimc.2017.01.002>

Barcellos, C., & Sabroza, P. (2001). The place behind the case: Leptospirosis risks and associated environmental conditions in a flood-related outbreak in Rio de Janeiro. *Cadernos de Saúde Pública*, 17, 59-67.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000700014>

- Bardosh, K. e. (2020). The COVID-19 pandemic and One Health: why a paradigm shift is needed. *The Lancet Planetary Health*, 9(4), e384–e385.
- Barrat Charlaix, P., & Neher, R. A. (2024). Eco-evolutionary dynamics of adapting pathogens and host immunity. *eLife*(13), 1-33. <https://doi.org/https://doi.org/10.7554/eLife.97350.3>
- Bass, M. S., Finer, M., Jenkins, C. N., Kreft, H., Cisneros Heredia, D. F., McCracken, S. F., . . . Kunz, T. H. (2010). Global Conservation Significance of Ecuador's Yasuní National Park. *Plosone*, 5(1), 8767. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008767>
- Battro, A. (2011). Neuroeducación: El cerebro en la escuela. *La Pizarra de Babel: Puentes entre neurociencia, psicología y educación*.
- Bautista, F., Palacio, J. L., & Delfín, H. (2011). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales (2011)*. CIGA. <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/ciga.9786070221279p.2011>
- Beauport, E. d., & Melasecca, A. d. (1994). *Las tres caras de la mente: Una mirada neurocientífica al comportamiento inteligente*. Trillas.
- Bedoya, J. (2008). *Proceso de formación y aprendizaje en la educación superior*. Bogotá: Académica.

Belezaca Pinargote, C., Solano Apuntes, E., López Tobar, R., Baque Mite, R., Ávila Llor, A., Cóndor Jiménez, M., . . . Dueñas Alvarado, D. (2018). Hongos fitopatógenos asociados a la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva en plantaciones de *Tectona grandis*. *FITOPATOLOGÍA*, 33(2), 17-29. <https://doi.org/10.22370/bolmicol.2018.33.2.1410>

Belezaca Pinargote, C., Suarez Capello, C., & Vera, D. (2011). HONGOS FITOPATÓGENOS ASOCIADOS A LA ENFERMEDAD DE MUERTE REGRESIVA Y PUDRICIÓN DEL FUSTE DE PACHACO (*Schizolobium parahybum*) EN EL TRÓPICO HÚMEDO ECUATORIANO. *Boletín Micológico*, 26(11), 11-22. <https://doi.org/10.22370/bolmicol.2011.26.0.65>

Bermúdez C, S. E., Varela Petrucelli, J., & Montenegro, V. M. (2023). La fauna silvestre atropellada como recurso para estudios de patógenos. Una revisión bibliográfica. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, e0022(22). <https://doi.org/10.14409/favecv.2023.22.e0022>

Blanco Meneses, M. (2024). Identificación molecular de microorganismos en cultivos agrícolas, ornamentales y forestales en Costa Rica, 2009-2018. Parte 2. *Agronomía Mesoamericana*, 35(57347), 2215-3608. <https://doi.org/https://doi.org/10.15517/am.2024.57347>

Bono, E. D. (2002). *er creativo: Un manual para desarrollar el pensamiento creativo*. Barcelona: Paidós.

- Bono, E. D. (2002:37). *Ser creativo: Un manual para desarrollar el pensamiento creativo*. Barcelona: Paidós.
- Brewster, M. M., & Coronel Tapia, L. (2012). *Water Fund Mechanisms for Watershed Protection Ecuador*.
<https://doi.org/https://www.nautilus-international.com/wggcasestudies/wggecuador.pdf#:~:text=international,faecal%20contamination%20in%20the>
- Broca, P. (1861). *Perte de la parole, ramollissement chronique et destruction partielle du lobe antérieur gauche du cerveau*. Paris.
- Broudy, H. S. (1992:136). *Imagination and the educational process*. New York: Teachers College Press.
- Bruer, J. T. (2014). The Latin American School on Education and Cognitive and Neural Sciences: Goals. *Trends in Neuroscience and Education*.
- Buck, J. C., & Ripple, W. J. (2017). Infectious Agents Trigger Trophic Cascades. *Trends in ecology y evolution*, 32(9), 681-694.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.06.009>
- Burton, A. C. (2015). Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of Applied Ecology*, 52(3), 675–685.
- Burton, G. A., & Jr., e. a. (2015). Toward sustainable environmental quality: Priority research questions for North America.

Environmental Toxicology and Chemistry, 34(4), 699–711.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/etc.2886>

Bustos Meza, S. E., Sánchez Gómez, I. E., Lanuza Rodríguez, E. H., & Moreira Centeno, R. I. (2024). Identificación de bacterias fitopatógenas y su relación con la germinación de semillas de maíz. *La calera*, 24(43).
<https://doi.org/https://doi.org/10.5377/calera.v24i43.18779>

Butterworth, F. M., Gunatilaka, A., & Gonsebatt, M. E. (2001). *Biomonitoring and Biomarkers as Indicators of Environmental Change*. 2. Environmental Science Research.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1305-6>

C.A Seger, J. D., & Gabrieli, J. D. (2000). Evidencia funcional por resonancia magnética de la participación del hemisferio derecho en el procesamiento de relaciones semánticas inusuales. *Neuropsicología*.

Cabezas, C. (2015). Enfermedades infecciosas emergentes-reemergentes y sus determinantes. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 32(1), 7-8.
<https://doi.org/https://doi.org/10.17843/rpmesp.2015.321.1567>

Cadena, H., & Brito, J. (2016). New records of *Isothrix* (Wagner 1845) (Rodentia: Echimyidae) from Ecuador. *ResearchGate*, 80(6), 663-666. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2015-0161>

- Calegar, D. A., Nunes, B. C., Monteiro, K. J., Bacelar, P. A., & Evangelista, B. B. (2022). Genotypic and Epidemiologic Profiles of *Giardia duodenalis* in Four Brazilian Biogeographic Regions. *MedPub*, 10(5), 940. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10050940>
- Calero Torralbo, M. Á. (17 de Mayo de 2011). *Factores ecológicos y mecanismos implicados en la variabilidad de la interacción entre un ectoparásito generalista (Carnus Hemapterus) y sus hospedadores*. Departamento de Biología Animal: <http://www.eeza.csic.es/documentos/tesis/TESIS%20MACALERO%20VERSION%20DIGITAL.pdf>
- Cano, M., & Pérez, L. (2021). Impacto de las actividades petroleras en la biodiversidad del Parque Nacional Yasuní. *Revista Ecuatoriana de Ecología*, 1(28), 45-60.
- Cardoso Ferreira, L., Ribeiro de Almeida, J., Alencar de Aguiar, L., Santos Matta, P., Ferreira Leal, R., & Couto Pereira, R. d. (2024). DIRECTRICES GENERALES PARA ELABORACIÓN DE PLANOS DE MONITOREO AMBIENTAL. *Revista Internacional De Ciências*, 14(2), 94–107. <https://doi.org/https://doi.org/10.12957/ric.2024.88178>
- Carnegie, D. (1936). *How to Win Friends and Influence People*. New York: Simon; Schuster.
- Carroll, D., & al, e. (2018). The global virome project. *Science*, 359(6378), 872–874.

Carvajal, M. J. (8 de Enero de 2025). *IADB*. Water Transforms Lives in Rural Communities of Ecuador: <https://blogs.iadb.org/agua/en/water-transforms-lives-in-rural-communities-of-ecuador/#:~:text=Statistics%20and%20Census%20,drinking%20water%20for%20human%20consumption>

Cassel, J., Pimenta, B., Luiz Ludwig, R., & Batista dos Santos, D. (2013). ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E GENÉTICOS NA INTERAÇÃO PATÓGENO PLANTA HOSPEDEIRA. En *FISIOLOGIA DO PARASITISMO: A RELAÇÃO PLANTA-PATÓGENO* (págs. 30-45). <https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324084>

Cassel, J., Pimenta, B., Luiz Ludwig, R., & Batista dos Santos, D. (2023). ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E GENÉTICOS NA INTERAÇÃO PATÓGENO PLANTA HOSPEDEIRA. En *FISIOLOGIA DO PARASITISMO: A RELAÇÃO PLANTA-PATÓGENO* (págs. 30-45). <https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324084>

Castillo Monroy, A. P., & Maestre, F. (2011). La costra biológica del suelo: Avances recientes en el conocimiento de su estructura y función ecológica. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84, 1-21. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000100001>

Cavia, R., Cueto, G., & Suárez, O. (2019). Changes in rodent communities according to the landscape structure in an urban

ecosystem. *Landscape and Urban Planning*, 90(1-2), 11-19.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.10.017>

Ceballos, L. A. (Junio de 2010). *Ciclo silvestre de transmisión de Trypanosoma cruzi en el noroeste de Argentina*. Biblioteca digital FCEN UBA:
https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n4703_Ceballos.pdf?utm_source=chatgpt.com

Céspedes, M. (2005). LEPTOSPIROSIS: ENFERMEDAD ZOONÓTICA REEMERGENTE. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 22(4), 290–307.
<https://doi.org/https://doi.org/10.17843/RPMESP.2005.224.1009>

CFSPH. (2020). Piscine Mycobacteriosis. En C. f. Iowa., *Mycobacterium marinum*. Iowa State University.

Chauca Pozo, C. A., Soto Aguirre, R. L., & López Sánchez, R. R. (2016). Modelo de turismo sostenible para la no dependencia petrolera en el Yasuní. (7), 220-235.
<https://www.semanticscholar.org/paper/MODELO-DE-TURISMO-SOSTENIBLE-PARA-LA-NO-DEPENDENCIA-Pozo-Aguirre/fa833b08b80c288e603b58392e1fa300bceb9812>

Chaves, L., & Koenraadt, C. (2010). Climate change and highland malaria: Fresh air for a hot debate. *The Quarterly Review of*

- Biology*, 1(85), 27-55.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1086/650020>
- Chaves, L., Pascual, M., & Gubler, D. (2020). Climate change and vector-borne diseases: A global modeling perspective. *The Lancet*, 396(10263), 1079–1080.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32074-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32074-3)
- Chile, U. d. (2011). Escuela Latinoamericana de Educación, Ciencias Cognitivas y Neurociencias. *Orígenes y propósitos*.
- Chinchilla, C., & Orozco, J. (2011). Diagnóstico fitopatológico de la palma africana: enfermedades y su control. *Revista Palmas*, 32(2), 7-18.
- Cisneros Heredia, D. (2020). Amphibian diversity and conservation in the Yasuní Biosphere Reserve. *Herpetological Conservation and Biology*, 3(15), 500-512.
- Civitello, D. J., Cohen, J., Fatima, H., & Rohr, J. R. (2015). Biodiversity inhibits parasites: Broad evidence for the dilution effect. *PNAS*, 28(112), 8667-8671.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1073/pnas.1506279112>
- Clinic. (2017). *Mayo Clinic*. Mayo Clinic:
<https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/epilepsy/in-depth/brain/art-20546821>
- Cobb, M. (2002). *El mayor secreto de la vida: la carrera para descifrar el código genético*. Londres.

Cornejo Rivas, P. E., & Ávila Salem, M. E. (2024). Dossier: Suelo y microorganismos. *SIEMBRA Universidad Central del Ecuador*, 11(2).

<https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v11i2.7275>

Cornejo Rivas, P. E., & Ávila Salem, M. E. (2024). Dossier: Suelo y microorganismos. *SIEMBRA Universidad Central del Ecuador*, 11(2).

<https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v11i2.7275>

Coronato Nunes, B., Monteiro, F. A., Bóia, M. N., Carvalho Costa, F. A., Jaeger, L. H., Pavan, M. G., . . . Xavier, S. C. (2016). encontraron una prevalencia del 17–18 % de infección por *Giardia intestinalis* en pobladores de la Amazonía brasileña, mucho mayor a la media nacional. *PLoS ONE*, 11(7), 1-8.
<https://doi.org/doi:10.1371/journal.pone.0158805>

Corrêa Scheffer, K., Lamamoto, K., Miyuki Asano, K., Mori, E., Estevez Garcia, A. I., Achkar, S. M., & Oliveira Fah, W. d. (2014). Murciélagos hematófagos como reservorios de la rabia. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 31(2), 302-9.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Murci%C3%A9lagos-hemat%C3%B3fagos-como-reservorios-de-la-Scheffer-Iamamoto/e692cee9ad0d9e026d3db598df1343b1bdf46493>

Corriale, M., Orozco, M., & Jiménez Perez, I. (2013). PARÁMETROS POBLACIONALES Y ESTADO SANITARIO DE CARPINCHOS (*Hydrochoerus hydrochaeris*) EN LAGUNAS

ARTIFICIALES DE LOS ESTEROS DEL IBERÁ. *Semantic Scholar*, 20(1), 31-45.

Costa de Oliveira, F., Santos Röhnelt, N. M., Fiscoeder Ritzel, R. G., Da Silva Heck, T. M., & Staggemeier, R. (2020). VIROSES ENTÉRICAS: PRINCIPAIS PATOLOGIAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA E SUAS MANIFESTAÇÕES CLÍNICAS. *Revista Conhecimento Online*, 1, 191–217.
<https://doi.org/https://doi.org/10.25112/rco.v1i0.1598>

Cotes Prado, A. M., Zapata Narváez, Y. A., Beltrán Acosta, C. R., Uribe Gutiérrez, K. S., & Uribe Gutiérrez, L. A. (2018). *Control biológico de patógenos foliares*. AGROSAVIA.
<https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12324/34058>

Cueva, R., & Jaramillo, V. (2020). Oil extraction and deforestation in the Yasuní National Park. *Environmental Science & Policy*, (108), 1-9.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.03.005>

Cunningham, A. A. (1996). Disease Risks of Wildlife Translocations. *Conservation Biology*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1996.10020349.x>

Daniel Ansari, B. D. (2012). Neuroeducacion. *Neuroethics*.

Darquea Bustillos, E. N. (Julio de 2019). *Influencia de la estacionalidad en la diversidad de Culícidos (Diptera: Culicidae) en el Parque*

Nacional Yasuní y sus implicaciones epidemiológicas.
Repositorio institucional Universidad Central del Ecuador:
<https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/060ec395-6fdc-4551-acf1-f7743ed0d911/content>

Darwin, C. (1871). *he Descent of Man, and Selection in Relation to Sex.*

Daszak, P., Cunningham, A., & Hyatt, A. (2000). Wildlife ecology and emerging infectious diseases. *Nature*, 407(6805), 905-909.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1038/35038039>

De la Torre, S., & Snowdon, C. (2020). Primate conservation in the Ecuadorian Amazon: Challenges and opportunities. *International. Journal of Primatology*, 2(41), 123-140.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10764-020-00134-5>

Dehaene, S. (2011). *El sentido del número: Cómo la mente crea las matemáticas (edición revisada y ampliada).* Oxford: Oxford University Press.

Dehaene, S. (2011). *El sentido numérico: cómo la mente crea las matemáticas.* Londres: Oxford University Press.

Dehaene, S. (2014). *El sentido numérico: cómo la mente crea las matemáticas.* Oxford.

Delgado, A., & Alonso, O. (1994). Las enfermedades fungosas en los pastos tropicales.

- Dennett, D. (1983). Styles of mental representation. *Proceedings of the Aristotelian Society*.
- Descartes, R. (1662). *Descartes, R.*
- Destoumieux Garzón, D., & al, e. (2018). The One Health concept: 10 years old and a long road ahead. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 14.
- Dietrich, A. (2004). *La neurociencia cognitiva de la creatividad*. Psychonomic Bulletin & Review.
- DISCOVER. (06 de Septiembre de 2017). *Massive wetland in Ecuador protected at last*. Designating massive site under global Ramsar Convention is big win for wetlands conservation: https://wwf.panda.org/wwf_news/?310414/Largest%2Dwetland%2Din%2DEcuador%2Dprotected%2Dat%2Dlast#:~:text=Formed%20by%20hundreds%20of%20rivers%2C,and%20167%20species%20of%20mammals
- Do Rosário Casseb, A., Neves Casseb, L. M., da Costa Vasconcelos, P. F., & Patroca Silva, S. (2013). Arbovírus: importante zoonose na Amazônia brasileira. *Veterinária e Zootecnia*, 20(3). https://www.researchgate.net/publication/285851225_Arbovirus_importante_zoonose_na_Amazonia_brasileira
- Dobson, A., & al, e. (2020). Ecology and economics for pandemic prevention. *Science*, 369(6502), 379–381.

Donaldson, H. H. (1895). *El desarrollo del cerebro: un estudio sobre el sistema nervioso en relación a la educación*. New York: Charles Scribner's Sons.

Donaldson, H. H. (2018). un enfoque organizado del estudio experimental del sistema nervioso central de los mamíferos . *Publimed*.

Dreher, R. M., & Podratzki, B. (1988). Development of an enzyme immunoassay for endosulfan and its degradation products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36(5). <https://doi.org/https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf00083a040>

E. R. Kandel, J. H., & Hudspeth, A. J. (2013). *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill.

Eccles, J. C. (1973). *La comprensión del cerebro: La relación mente-cerebro*. McGraw-Hill.

Echeverría Valencia, G. (2021). Las zoonosis y la investigación como parte de la inversión en la salud pública. *Revista Universitaria con proyección científica, académica y social*, 5(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.31243/mdc.uta.v5i3.1196.2021>

educativa, A. d. (80-90). *Psicología Educativa*.

Egan, S., Barbosa, A. D., Feng, Y., Xiao, L., & Ryan, U. (2024). The risk of wild birds contaminating source water with zoonotic *Cryptosporidium* and *Giardia* is probably overestimated.

Eggen, P., & Kauchak, D. (2012). *Estrategias y modelos para docentes: Enseñanza de contenidos y habilidades de pensamiento (6.ª ed.)*. Boston: PArson.

Ennis, R. H. (2011). *La naturaleza del pensamiento crítico: Un esquema de disposiciones y habilidades de pensamiento crítico*. . Illinois : Universidad de Illinois.

Escofei Crespo, P., Agín Casal, O., & Mansilla Vázquez, J. (2006). Detección e identificación por técnicas moleculares de especies del género "Armillaria" a partir de muestras de suelo. *Sanidad Vegetal Plagas*, 32(2), 231-240. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2107089>

Escofet Crespo, P., Aguín Casal, O., & Mansilla Vázquez, J. P. (2006). Detección e identificación por técnicas moleculares de especies del género "Armillaria" a partir de muestras de suelo. *Dialnet*, 32(2), 231-240. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2107089>

Espinosa, C. (2013). The riddle of leaving the oil in the soil—Ecuador's Yasuní-ITT project from a discourse perspective. *Elsevier*, 36, 27-36. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forpol.2012.07.012>

- Estepa Becerra, J. A., Márquez Nossa, A. C., & Fernández Cantor, O. M. (2022). “Humanos y animales compartimos muchas cosas...” Zoonosis: vigilando más allá de la rabia. *Boletín Epidemiológico Distrital*, 19(2), 5-15. <https://doi.org/10.56085/01238590.544>
- Eugenio, C., Montoya Torres, J., Akizu Gardoki, O., Urkidi, L., Villalba Eguiluz, U., Larrea, C., . . . Quirola, D. (2024). Environmental impacts of oil extraction in blocks 16 and 67 of the Yasuní Reserve in the Amazonian Forest: Combined qualitative and Life-Cycle Assessment. *PubMed*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175189>
- FAO-OIE-WHO. (2021). *Tripartite guide to addressing zoonotic diseases in countries*.
- Ferraguti I, M., Martínez de la Puente, J., Jiménez Clavero, M. Á., Llorente, F., Roiz, D., Ruiz, S., . . . Figuerola, J. (2021). A field test of the dilution effect hypothesis in four avian multi-host pathogens. *Plos pathogens*, 6(17). <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009637>
- Ferrer Sánchez, Y., Mafaldo Sajami, A. A., Plasencia Vázquez, A. H., & Urdánigo Zambrano, J. P. (2022). Riesgo para el cultivo de cacao por los cambios en la distribución potencial del fitopatógeno *Moniliophthora perniciosa* bajo escenarios de cambio climático en Ecuador continental. *TERRA LATINOAMERICANA*, 40. <https://doi.org/https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1338>

- Ferrer, E. (2015). Técnicas moleculares para el diagnóstico de la enfermedad de chagas. *Scielo*, 27(3), 359-371. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1315-01622015000300002&script=sci_arttext
- Finer, M., Jenkins, C., Pimm, S., Keane, B., & Ross, C. (2014). Logging concessions enable illegal logging crisis in the Peruvian Amazon. *Scientific Reports*, 4, 4719. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/srep04719>
- Fischer, K. W. (2007). Teoría de Habilidades . *Lectica*.
- Flobakk, M. (2011). Análisis del discurso en la neurociencia educacional. *Nuevos desafíos en la escuela: Aportes de la psicología cognitiva y la neurociencia*.
- Friedmann Pulvermüller, F. S. (2005). *Cognition and Brain Sciences Unit del Medical Research*. Cambridge.
- Fuller, J. K., & Glendening, J. G. (1985). The neuroeducator: Professional of the future. *Theory Into Practice*.
- Fundación Biodiversidad Amazónica. (2021). *Informe técnico sobre leptospirosis ambiental en zonas de selva húmeda tropical ecuatoriana*.
- Galeno. (130–200 d.C.). *On the Usefulness of the Parts of the Body*.
- Gall, F. J. (1806). Frenología. *disertación pública sobre craneoscopias*. París, Francia.

Gall, F. J. (1809). *Investigaciones sobre la anatomía del sistema nervioso en general, y del cerebro en particular.*

Gallego Jaramillo, L. M., Heredia Martínez, H. L., Salazar Hernández, J. J., Hernández Muñoz, T. M., Naranjo García, M. M., & Suárez Hurtado, B. L. (2014). Identificación de parásitos intestinales en agua de pozos profundos de cuatro municipios. Estado Aragua, Venezuela. 2011-2012. *Portal Regional da BVS*, 66(2), 164-173. <https://doi.org/https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-731969>

Galvani, L. (1791). *viribus electricitatis in motu musculari commentarius*. Lelio della Volpe.

Gamboa Camacho, N. C., Del Valle Peña Rosas, G., & Castro Demera, D. A. (2024). Impacto de enfermedades infecciosas parasitarias en niños: Estudio en una. *Mas Vita*, 6(4), 08-20. <https://doi.org/https://doi.org/10.47606/ACVEN/MV0247>

Gamo, J. R. (2025). *¿Utilizamos solo el 10% de nuestro cerebro? El origen del mito.*

García Peña, G., Rico Chávez, O., & Suzán, G. (2019). The (Re-)Emergence and Spread of Viral Zoonotic Disease. *Frontiers in Public Health*, 7, 166. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00166>

- Garnier, R., & al, e. (2020). From sanctuary to surveillance: understanding emerging disease risks in the era of ecotourism. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(2), 110–123.
- Gasparotto, L. (2022). Fitopatógenos habitantes ou transeuntes do solo na Amazônia. *Studies in Environmental and Animal Sciences*, 3(4), 953-968. <https://doi.org/10.54020/seasv3n4-010>
- Gavier Widen, D., Ferroglio, E., Smith, G., Gonçalves, C., Vada, R., Zanet, S., & Gethöffer, F. (2023). Recommendations and technical specifications for sustainable surveillance of zoonotic pathogens where wildlife is implicated. *EXTERNAL SCIENTIFIC REPORT*. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2023.EN-7812>
- Gazzaniga, M. (1992). *La década del cerebro: La promesa de la neurociencia*. Science.
- Gazzaniga, M. S. (1992). *La década del cerebro: La promesa de la neurociencia*.
- Geake, J. (2008). *Neuromitologías en educación*. Educational Research.
- Geake, J. (2009). investigación neuroeducativa. *The Brain at School*.
- Gilbert, G. (2002). Evolutionary ecology of plant diseases in natural ecosystems. *Annual Review of Phytopathology*, 40(1), 13-43. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.40.120501.101233>

Gomes Leite, N. d., Bispo Chagas, A., Alves da Costa, M. L., Alves Farias, L. R., Lima Cunha, A., Do Nascimento Rocha, M. A., & Alencar do Nascimento, C. M. (2020). Influências das interações Patógeno- Hospedeiro- Meio Ambiente nas funções Biológicas das plantas. *RSD*, 9(10).
<https://doi.org/https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8126>

Gómez Ortega, L. C., Muñoz Guerrero, M. N., & Soto Alegría, L. F. (2018). Sistema de Alerta Temprana Ambiental y Efectos en Salud – SATAES: una herramienta para la acción. *IQEN INFORME QUINCENA LEPIDEMIOLOGICO NACIONAL*, 23(2).
<https://doi.org/https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/IQEN/IQEN%20vol%2023%202018%20num%202.pdf>

Gómez, C. (2000: 331-333). *Educación para el pensamiento: reflexiones sobre el desarrollo del pensamiento crítico*. Bogotá: Universidad Pedagógica.

Gonzalez Pedraza, J., Pereira Sanandres, N., Soto Varela, Z., Hernández Aguirre, E., & Villarreal Camacho, J. (2014). Aislamiento microbiológico de Salmonella spp. y herramientas moleculares para su detección. *Repositorio UCC*, 30(4), 73-94.
<https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12494/1681>

Gonzalez Pedraza, J., Pereira Sanandres, N., Soto Varela, Z., Hernández Aguirre, E., & Villarreal Camacho, J. (2014). Aislamiento microbiológico de Salmonella spp. y herramientas moleculares

para su detección. *Repositorio UCC*, 30(4), 73-94.
<https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12494/1681>

Gonzalez Pedraza, J., Pereira Sanandres, N., Soto Varela, Z., Hernández Aguirre, E., & Villarreal Camacho, J. (2014). Aislamiento microbiológico de *Salmonella* spp. y herramientas moleculares para su detección. *Repositorio UCC*, 30(4), 73-94.
<https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12494/1681>

González, A., & Ramírez, G. (2021). Climate change and its effects on Amazonian biodiversity. *Environmental Research Letters*, 4(16), 045001.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1748-9326/abf0c2>

González, C., Smith, J., & Lee, M. (2020). Advances in diagnostic antibody development: Challenges and innovative strategies. *Nature Methods*, 17(10), 1001–1007.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41592-020-0920-4>

Goswami, U. (2006). *Neuroscience and education: From research to practice*.

Gottdenker, N. L., Streicker, D. G., Faust, C. L., & Carroll O, C. (2014). Anthropogenic Land Use Change and Infectious Diseases: A Review of the Evidence. *Ecohealth*, 11(4), 619–632.
<https://doi.org/10.1007/s10393-014-0941-z>

Graeff Teixeira, C., Loureiro Morassutti, A., & Kazacos, K. R. (2016). Update on Baylisascariasis, a Highly Pathogenic Zoonotic

Infection. *PubMed Central*, 2(29), 375–399.
<https://doi.org/10.1128/CMR.00044-15>

Guerrero, R., Risco, G., Cevallos, O., Villamar, R., & Peñaherrera, S. (2020). Extractos vegetales: una alternativa para el control de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*). *Revista Ingeniería e Innovación*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.21897/23460466.2326>

Gutiérrez López, R. (2018). Impact of the interactions between hosts vectors and pathogens on the transmission of avian malaria and flavivirus by mosquitoes. *Parasites & Vectors*, 11(437).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13071-018-2764-4>

Gutiérrez, R. (12 de Marzo de 2020). *Cambio climático y deforestación, causas de enfermedades emergentes*. GASETA UNAM:
https://www.gaceta.unam.mx/cambio-climatico-y-deforestacion-causa-de-enfermedades-emergentes-en-mexico/?utm_source=chatgpt.com

Guynup, S. (2023). The Growing Latin America-to-Asia Wildlife Crisis Can targeted action stop illegal trade in time to prevent widespread losses? *Harvard review of latin america*.
https://revista.drclas.harvard.edu/the-growing-latin-america-to-asia-wildlife-crisis-can-targeted-action-stop-illegal-trade-in-time-to-prevent-widespread-losses/?utm_source=chatgpt.com

Guzmán, D. A., Diaz, E., Sáenz, C., Álvarez, H., Cueva, R., Zapata Ríos, G., . . . Barragan, V. (2024). Domestic dogs in indigenous

Amazonian communities: Key players in Leptospira cycling and transmission? *Universidad San Francisco de Quito*, 18(4).
https://research.usfq.edu.ec/es/publications/domestic-dogs-in-indigenous-amazonian-communities-key-players-in-?utm_source=chatgpt.com

Guzmán, D., Diaz, E. A., Saenz, C., & Alvarez, H. G. (2024). Domestic dogs in indigenous Amazonian communities: Key players in Leptospira cycling and transmission? *ResearchGate*, 4(18), 1-17.
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011671>

Guzman, O. A., Castaño Zapata, J., & Villegas Estrada, B. (2009). DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES DE PLANTAS DE ORIGEN BIÓTICO. *agron*, 17(2), 7-24.
https://www.researchgate.net/publication/271202837_DIAGNOSTICO_DE_ENFERMEDADES_DE_PLANTAS_DE_ORIGEN_BIOTICO

Hainer, R. (1968). *Función cerebral y procesamiento de la información*. New York: Academic Press.

Halleck, R. P. (1895). *a educación del sistema nervioso central: un estudio de sus fundamentos, especialmente del entrenamiento sensorial y motor*. New York: he Macmillan Company.

Hauk, O. (2004). Representación somatotópica de palabras de acción en la corteza motora y premotora humana.

Hebb, D. O. (1949). *La organización del comportamiento: Una teoría neuropsicológica*. Trillas.

Heredia, M., Cayambe, J., Schorsch, C., Toulkeridis, T., Barreto, D., Poma, P., & Villegas, G. (2021). Multitemporal Analysis as a Non-Invasive Technology Indicates a Rapid Change in Land Use in the Amazon: The Case of the ITT Oil Block. *MDPI environments*, 12(8), 139. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/environments8120139>

Hernández Castán, J., Mendoza Caballero, W., González Bonilla, G., Mattos Olavarria, J., Seijas Davila, G., Hernández Silva, D., . . . Gámez Virues, A. (2023). Sistemas coordinados para el monitoreo de la biodiversidad: un enfoque multiescalar unificado en paisajes forestales. *Biotempo*, 20(2). <https://doi.org/https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/view/5987>

Hernández Rentería, P. E. (2020). La Iniciativa Yasuní-ITT: una oscura lección sobre ética y desarrollo. *RFJ Revista facultad de jurisprudencia*, 1(7), 208-244. <https://doi.org/https://doi.org/10.26807/rfj.v7i7.270>

Herrera Feijoo, R. J. (2024). Principales amenazas e iniciativas de conservación de la biodiversidad en Ecuador. *Jesser*, 4(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/85>

Herrera, L., & Urdaneta Morales, S. (1992). *Didelphis marsupialis*: a primary reservoir of *Trypanosoma cruzi* in urban areas of

Caracas, Venezuela. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 86(6).

<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00034983.1992.1181271>

6

Herrmann, N. (1989). *El cerebro creativo*. Brain Books.

Herrmann, N. (1989). *El cerebro creativo*.

Herrmann, N. (1996). *El libro de negocios del cerebro completo: Liberando el poder del pensamiento integral en las organizaciones*. McGraw-Hill.

Hickok, G., & Poeppel, D. (s.f.). *La organización cortical del procesamiento del habla*.

Hipócrates. (460 - 377 a.C.). *Obra original*.

Historia del cerebro: del antiguo Egipto a Galeno. (2008). [Película].

Hofstede, R., & Segarra, P. (2018). Ecosystem services in the Ecuadorian Amazon : A review. *Ecosystem Services*(33), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.07.002>

Honda, J. R., Viridi, R., & Chan, E. D. (2018). Global Environmental Nontuberculous Mycobacteria and Their Contemporaneous Man-Made and Natural Niches. *PubMed Central*, 30(9). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02029>

Hoogesteijn Reul, A. L., Febles Patrón, J. L., & Nava Galindo, V. A. (2015). La contaminación fecal en cenotes de interés turístico y

recreacional del estado de Yucatán. *Ingeniería–Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán*, 19(3), 169-175.

Horwich, R., & Lyon, J. (2007). Community conservation: practitioners' answer to critics. *Oryx*, 41(3), 376–385.

Howard-Jones, P. (2011). *Investigación neuroeducativa*. Madrid: La Muralla.

Howard-Jones, P. A. (2014). *Educación y Neurociencia*. Routledge.

INAMHI. (2022). *Informe de situación No. 31 – Época lluviosa a nivel nacional (01/10/2021 – 06/02/2022)* Quito, Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología: https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/SITREP-No-31-Epoca_Lluviosa-01102021_-06022022.pdf

Iniesta Albentosa, M., Herrera, D., Serrano, J., & Sanz Alonso, M. (2008). Análisis de los factores de virulencia de los patógenos de asociación fuerte con la periodontitis. *Dialnet*, 18(2), 109-115.

Iniesta Albentosa, M., Herrera, D., Serrano, J., & Sanz Alonso, M. (2008). Análisis de los factores de virulencia de los patógenos de asociación fuerte con la periodontitis. *Dialnet*, 18(2), 109-115.

Iniesta Albentosa, M., Herrera, D., Serrano, J., & Sanz Alonso, M. (2008). Análisis de los factores de virulencia de los patógenos de asociación fuerte con la periodontitis. *Dialnet*, 18(2), 109-115.

Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). (2023). Informe sobre resistencia bacteriana en aguas superficiales de la Amazonía ecuatoriana.

Izquierdo, J. (2006:31). *Fundamentos de psicología cognitiva*. Madrid: Síntesis.

James, W. (1899). *Charlas a los maestros sobre psicología y a los estudiantes sobre algunos ideales de vida*. New York: Henry Holt and Company.

Janeway, C., Travers, P., & Walport, M. (2001). *Immunobiology: The Immune System in Health and Disease*. 5th edition. Fifth. <https://doi.org/https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK27114/>

Jankowiak , R., Stępniewska, H., Bilański, P., & Hausner, G. (2025). Fusarium species associated with naturally regenerated Fagus sylvatica seedlings affected by Phytophthora. *European Journal of Plant Pathology*, 171(4), 661-681. <https://doi.org/10.1007/s10658-024-02975-1>

Jara, M. (2012). Pensamiento y comunicación: reflexiones sobre la mente y la interacción social. *Pensamiento y comunicación*.

Jaramillo Carrión, M. (2019). Identificación de Posibles Impactos Medioambientales y Sociales del Turismo en Ecuador, Caso Concreto Parque Nacional Yasuní. *Observatorio*

Medioambiental, 22, 231-244.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5209/OBMD.67070>

Jaramillo Carrión, M. I. (2019). Identificación de Posibles Impactos Medioambientales y Sociales del Turismo en Ecuador, Caso Concreto Parque Nacional Yasuní. *EDICIONES COMPLUTENSE*, 22, 231-244.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5209/OBMD.67070>

Jaramillo Carrión, M. I. (2019). Identificación de Posibles Impactos Medioambientales y Sociales del Turismo en Ecuador, Caso Concreto Parque Nacional Yasuní. *EDICIONES COMPLUTENSE*, 22, 231-244.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5209/OBMD.67070>

Jaramillo Carrión, M. I. (2019). Identificación de Posibles Impactos Medioambientales y Sociales del Turismo en Ecuador, Caso Concreto Parque Nacional Yasuní. *EDICIONES COMPLUTENSE*, 22, 231-244.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5209/OBMD.67070>

Johnson, M. A., Smith, H., Joseph, P., Gilman, R. H., Bautista, C. T., Campos, K. J., . . . Vinetz, J. M. (2004). Environmental Exposure and Leptospirosis, Peru. *National Center of Biotechnology Information*, 10(6), 1016-1022.
<https://doi.org/10.3201/eid1006.030660>

Jones, K. ., Patel, N., Levy, M., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J., & Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious

diseases. *Nature*, 451(7181), 990–993.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1038/nature06536>

Jones, P. A. (2008). Neuroscience and education: An overview of the development of the relationship between the brain and education. *Educational Psychology*, 18.

Julián, M. (1942). El método histórico de las generaciones. *Revista de Occidente*, 12.

K. W. FISCHER, B. D., & KOIZUMI., H. (2007). Mente, cerebro y educación. *Mind, Brain and Education*.

Katsuragawa, T., Soares Gil, L. H., Tada, M., & Silva, L. .. (2008). Endemias e epidemias na Amazônia: malária e doenças emergentes em áreas ribeirinhas do Rio Madeira. Um caso de escola. *SCIELO*, 22(64).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000300008>

Keesing, F., Holt, R., & Ostfeld, R. (2006). Effects of species diversity on disease risk. *Ecology Letters*, 4(9), 485–498.
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00885.x>

Khun, t. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.

Knight, R., & al, e. (2018). Best practices for analysing microbiomes. *Nature Reviews Microbiology*, 16(7), 410–422.

- Ko, A., Goarant, C., & Picardeau, M. (2009). Leptospira: The dawn of the molecular genetics era for an emerging zoonotic pathogen. *Nature Reviews Microbiology*, 7(10), 736-747. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/nrmicro2208>
- Kolb, B., & Wishaw, I. Q. (2015). *Fundamentals of Human Neuropsychology*. New York: Worth Publishers.
- Köster, P. C., Malheiros, A. F., Shaw, J. J., Balasegaram, S., Prendergast, A., & Lucaccioni, H. (2021). Multilocus Genotyping of *Giardia duodenalis* in Mostly Asymptomatic Indigenous People from the Tapirapé Tribe, Brazilian Amazon. *PubMed Central*, 10(2), 206. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020206>
- Kruk, C., Piccini, C., Segura, A., Nogueira, L., Carballo, C., Martinez de la Escalera Siri, G., . . . Miguez, D. (2015). Herramientas para el monitoreo y sistema de alerta de floraciones de cianobacterias nocivas: Río Uruguay y Río de la Plata. *Río Uruguay y Río de la Plata. INNOTECH*, 23–39. <https://doi.org/https://doi.org/10.26461/10.02>
- Lara Posadas, S. V., & Núñez Sánchez, Á. E. (2015). Nematodos fitoparásitos asociados a raíces de plátano (*Musa acuminata* AA) en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 39, 116-130. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1507-7>

- Larrea, C. (Octubre de 2017). *Conservación de la biodiversidad y explotación petrolera*. Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar: <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/5769>
- Lasso, C., & Morales Betancourt, M. (2019). Freshwater biodiversity in the Amazon Basin: A review. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 9(29), 1450–1465. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/aqc.3131>
- Lasso, C., Trujillo, F., Borrero, R., & Morales Betancourt, M. (2010). *Biodiversidad de la cuenca del río Napo, Amazonas de Ecuador y Perú*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Lata de Hernández, S. (1995). Avances de la Bacteriología Médica el Sistema API. *REVISTA MEDICA HONDUREÑA*, 63(2). COMUNICACIÓN CORTA: <https://www.revistamedicahondurena.hn/assets/Uploads/Vol63-2-1995-11.pdf>
- Lee, D. (1986). *Neuropsychological consequences of cerebral lesions in wartime injuries*. London: Academic.
- Leeuwenhoek, A. v. (1960). *Little Animals*. New York.
- León Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa Ulloa, C., & Navarrete, H. (2000). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. Herbario QCA Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://doi.org/https://ddrn.dk/wp->

content/uploads/2018/01/LIBRO_ROJO_de_las_plantas_endemicas_del-1.pdf

Leslie, A. M. (1987). *Pretense and representation: The origins of "theory of mind"*. Psychological Review.

Leslie, A. M. (1987). Simulación y representación: Los orígenes de la «Teoría de la Mente». . *Psychological*.

Levi, T., Massey, A. L., Holt, R. D., Keesing, F., Ostfeld, R. S., & Peres, C. A. (2016). Does biodiversity protect humans against infectious disease? Comment. *Ecological society of america*, 2(97), 536-546. <https://doi.org/https://doi.org/10.1890/15-354.1>

Lezcano, J., Martínez, B., & O, A. (2012). Caracterización cultural y morfológica e identificación de diez aislamientos de *Fusarium* procedentes de semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Perú almacenadas. *Pastos y Forrajes*, 35(2), 187-196. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269125071006>

Libório Veríssimo, G. S., De Souza Almeida, I. B., & Ristow, P. (2021). O PAPEL DA FORMAÇÃO DE BIOFILME EM LEPTOSPIRA: PROTEÇÃO DA AGRESSÃO DO MEIO AMBIENTE E INVASÃO E EVASÃO DO HOSPEDEIRO. *Semantic Scholar*. <https://doi.org/https://doi.org/10.51161/REMS/1193>

- Lirussi, F., Curbelo Pérez, D., & Ziglio, E. (2021). One Health y las nuevas herramientas para promover la salud desde una perspectiva holística y medioambiental. *Revista Iberoamericana de Bioética*(17), 01-15. <https://doi.org/10.14422/rib.i17.y2021.004>
- López Cardona, N., & Castaño Zapata, J. (2012). Characterization of Phytopathogenic Fungi, Bacteria, Nematodes and Viruses in Four Commercial Varieties of Heliconia (Heliconia sp.). *redalyc.org*, 65(2), 6703-6716. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179925831015>
- López Casallas, M., Guevara Castro, Y. A., Pisco Ortiz, Y. C., Moreno Cabrera, I., & López Cardona, N. (2020). Pudrición de raíces y tallo de la soya por Phytophthora sojae Kaufm. & Gerd. en la altillanura plana del departamento del Meta. *Scielo*, 46(2), 113-120. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/230356>
- López Cuevas, O., León Félix, J., Jiménez Edeza, M., & Chaidez Quiroz, C. (2009). DETECCIÓN Y RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS DE Escherichia coli Y Salmonella EN AGUA Y SUELO AGRÍCOLA. *Rev. Fitotec. Mex*, 32(2), 119-126. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/610/61011222006.pdf>
- López de Heredia, U. (2016). Las técnicas de secuenciación masiva en el estudio de la diversidad biológica. *Munibe, Cienc. nat*(64), 7-31. <https://doi.org/10.21630/mcn.2016.64.07>

- López Jácome, L. E., Hernández Durán, M., Colín Castro, C. A., Ortega Peña, S., Cerón González, G., & Franco Cendejas, R. (2014). Las tinciones básicas en el laboratorio. *Investigacion en discapacidad*, 3(1), 10-18.
<https://doi.org/https://www.medigraphic.com/pdfs/invdis/ir-2014/ir141b.pdf>
- López, A., & Vargas, M. (2021). Soil microbial diversity in the Yasuní National Park. *Applied Soil Ecology*(157), 103732.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103732>
- López, M. C., Duque, S., Orozco, L. C., Camargo, D., Gualdrón, L. E., Cáceres, E., . . . Corredor, A. (1999). Inmunodiagnóstico de la infección chagásica por ELISA. *Biomédica*, 19(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.7705/biomedica.v19i2.1018>
- Luria, A. R. (1962). *Las funciones corticales superiores del hombre*. Panamericana.
- M. F. Bear, B. W., & Paradiso, M. A. (2020). *Neuroscience: Exploring the Brain (4th ed.)*. Wolters Kluwer.
- M. Jung-Beeman, E. M., & Kounios, J. (2004). Actividad neuronal cuando las personas resuelven problemas verbales con perspicacia. *PLoS Biology*.
- M. S. Gazzaniga, J. E. (1965;1967). *Observaciones sobre la percepción visual después de la desconexión de los hemisferios cerebrales en el hombre*.

- M. S. Gazzaniga, R. B., & Mangun, G. R. (2018). *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind*. New York: Norton & Company.
- M. S. Gazzaniga, R. I., & Mangun, G. R. (2021). *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind (6th ed.)*. W. W. Norton & Company.
- M. S. Knowles, E. F., & Swanson, R. A. (2015). *El aprendiz adulto: El clásico definitivo en educación de adultos y desarrollo de recursos humanos*. Routledge.
- M.S Gazzaniga, M. S. (2004). *The cognitive neurosciences III*. MIT Press.
- MacLean, P. D. (1978). *Sobre el origen y la evolución progresiva del cerebro trino*. Springer.
- MacLean, P. D. (1990). *The triune brain in evolution*. Plenum Press.
- Marías, J. (1961). *Historia y conciencia histórica*. Madrid: Editorial Espasa.
- Martínez L, G., Sarria, G. A., Torres L., G. A., Varón, F., Romero A, H. M., & Sáenz S., J. I. (2010). Avances en la investigación de *Phytophthora palmivora*, el agente causal de la pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. *PALMAS*, 31(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.5686/issn.0121-2923>

- Martínez Solórzano, G. E., Rey Brina, J. C., Pargas Pichardo, R. E., & Enrique Manzanilla, E. (2020). Marchitez por *Fusarium* raza tropical 4: Estado actual y presencia en el continente americano. *Agronomía Mesoamericana*, 31(1), 259-276. <https://doi.org/10.15517/am.v31i1.37925>
- Martínez, G., Sarria Villa, G. A., Torres, G., Varón, F., Drenth, A., & Guest, D. (2014). Nuevos hallazgos sobre la enfermedad de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia: biología, detección y estrategias de manejo. *PALMAS*, 35(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.56866/issn.0121-2923>
- Martínez, G., Sarria, G. A., Torres, G. A., & Varón, F. (2010). *Phytophthora palmivora* es el agente causal de la pudrición del cogollo de la palma de aceite. *Biology*, 31. <https://www.semanticscholar.org/paper/Phytophthora-palmivora-es-el-agente-causal-de-la-de-Mart%C3%ADnez-Sarria/06be07f538d4941cd73c49fafb5f44854c2d6780>
- Martínez, J. C., Briceño, I., Hoyos, A., & Gómez, A. (2012). Biobancos Una estrategia exigente y esencial para la conservación de muestras biológicas. *redalyc.org*, 37(3), 158-162. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=163124982010>
- Martínez, M. (1987). *Psicología de la Educación*. México: Trillas.
- Marzal, A. (2015). Estudios en fauna silvestre para prevenir enfermedades infecciosas emergentes en el siglo XXI. *aphia*

Asociación peruana de helmitontología e invertebrados afines,
2(9), 199-202.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31984/revnh.v24i1.799>

Marzal, A. (2015). Estudios en fauna silvestre para prevenir enfermedades infecciosas emergentes en el siglo XXI. *aphia Asociación peruana de helmitontología e invertebrados afines*, 2(9), 199-202.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31984/revnh.v24i1.799>

Marzal, A. (2015). ESTUDIOS EN FAUNA SILVESTRE PARA PREVENIR ENFERMEDADES INFECCIOSAS EMERGENTES EN EL SIGLO XXI. *Neotropical Helminthology*, 9(2), 199-202.
https://www.neotropicalhelminthology.com/articulo-0-2015-2?utm_source=chatgpt.com

Masiero Salvarani, F., Da Silva Oliveira, H. G., Silva Correa, L. Y., Lima Soares, A. A., & Cabral Ferreira, B. (2025). The Importance of Studying Infectious and Parasitic Diseases of Wild Animals in the Amazon Biome with a Focus on One Health. *veterinary sciences*, 12(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/vetsci12020100>

Massena Reis, V., & Lopes Olivares, F. (2006). Vias de penetração e infecção de plantas por bactérias. *Embrapa*.
https://www.researchgate.net/publication/301340377_Vias_de_penetracao_e_infeccao_de_bacterias_por_plantas

Matlin, M. W. (2009). *Cognitive psychology*. Wiley.

Matthias, M. A., Ricaldi, J. N., Cespedes, M., Diaz, M. M., Galloway, R. L., Saito, M., & Steigerwalt, A. G. (2008). Human Leptospirosis Caused by a New, Antigenically Unique *Leptospira* Associated with a *Rattus* Species Reservoir in the Peruvian Amazon. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000213>

Medina Vogel, G. (2010). La emergencia de enfermedades infecciosas en ambientes naturales no es un proceso aleatorio. Por el contrario, responde a una serie de perturbaciones ecológicas, sociales y climáticas que alteran el delicado equilibrio entre hospedero, patógeno y entorno. *Semantic scholar*(42), 11-24. <https://doi.org/https://www.scielo.cl/pdf/amv/v42n1/art03.pdf>

Mendes Oliveira, A., Peres, C., Maués P, C. R., Oliveira, G., Mineiro I, G., Silva de Maria, S., & Lima R, C. (2018). Oil palm monoculture induces drastic erosion of an Amazonian forest mammal fauna. *PLOS ONE*, 12(11), e0187650. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187650>

Menéndez Guerrero, P. A., Ron, S. R., & Carvajal Endara, S. (2022). Dietary data of a highly biodiverse anuran assemblage in the Ecuadorian Amazon. *Elsevier*, 45(108720). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108720>

Menu, E., Mosnier, E., Cotrel, A., Favennec, L., Razakandrainibe, R., Valot, S., . . . de Laval, F. (2022). Cryptosporidiosis outbreak in

Amazonia, French Guiana, 2018. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 16(1), 1-14.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010068>

Mestizo, Y. A., Bandera, G., Aya, H., Sarria, G., Varón, F., Navia, M., & Martínez, G. (2012). Caracterización de síntomas e identificación de microorganismos en palmas de aceite afectadas por la Pudrición basal del estípite. *PALMAS*, 33(4).
<https://www.semanticscholar.org/paper/Caracterizaci%C3%B3n-de-s%C3%ADntomas-e-identificaci%C3%B3n-de-en-Mestizo-Bandera/4791d5ef4f0c79af11256eb8f427c64b2df0cd7b>

Miller, E., Barragan, V., Chiriboga, J., Weddell, C., Luna, L., Jiménez, D. J., . . . Pearson, T. (2021). *Leptospira* in river and soil in a highly endemic area of Ecuador. *PubMed*, 1(21), 17.
<https://doi.org/10.1186/s12866-020-02069-y>

Ministerio de la Presidencia. (2004). Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. *Revista Española de Podología*. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado:
<https://www.semanticscholar.org/paper/Real-Decreto-664-1997%2C-de-12-de-mayo%2C-protecci%C3%B3n-de-Arguedas/bdf44e3c7e5b95d96f98356bed84cecb5c8ee14b>

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2012). *Manual de procedimientos SIVE-Alerta*. Quito, Ecuador.
162

https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/documentosDirecciones/dnn/archivos/manual_de_procedimientos_sive-alerta.pdf

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) . (2016). *Plan de Manejo del Parque Nacional Yasuní Quito, Ecuador*.
<https://www.ambiente.gob.ec/mae-entrega-plan-de-manejo-comunitario-a-poblaciones-del-parque-nacional-yasuni/>

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2018). Manual de bioseguridad para investigadores en áreas protegidas. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). *Parque Nacional Yasuní*.
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Parque-Nacional-Yasuni.pdf>

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). (2022). *Normativa para investigación científica en áreas protegidas del Ecuador*.

Monsalve B, S., Mattar V, S., & Gonzalez T, M. (2009). ZOONOSIS TRANSMITIDAS POR ANIMALES SILVESTRES Y SU IMPACTO EN LAS ENFERMEDADES EMERGENTES Y REEMERGENTES. *Rvz Cordoba*, 14(2), 1762-1773.
<https://www.semanticscholar.org/reader/fd8884b5f15bf88bac7b5612a0dc2d02be302610>

Monsalve Buriticá, S. (2013). Metodologías para la colecta de muestras en fauna silvestre in situ. *Geography*.
<https://www.semanticscholar.org/paper/METODOLOG%C3%8DAS-PARA-LA-COLECTA-DE-MUESTRAS-EN-FAUNA-Monsalve-Buritic%C3%A1/8640ea97f44d9a4e85425e4353cd4a713308db43>

Mora Garcés, M. F. (Junio de 2011). *La Reserva de Biósfera Yasuní y el turismo sostenible : la construcción del proyecto de la REST desde la interacción sociopolítica de actores*. Flacso Andes:
<http://hdl.handle.net/10469/3914>

Mora Molina, J., & Calvo Brenes, G. (2010). Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osa. *Tecnología en Marcha*, 23(5), 34-40.
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/56/55

Mora Urpí, J., Arroyo Oquendo, C., Mexzón Vargas, R., & Bogantes Arias, A. (2008). Diseminación de LA “BACTERIOSIS DEL PALMITO” DE PEJIBAYE (*Bactris gasipaes* Kunth). *agronomía mesoamericana*, 19(2), 155-166.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Diseminaci%C3%B3n-de-la-%22bacteriosis-del-palmito%22-de-Mora-Urp%C3%AD-Arroyo-Oquendo/90f1c8a08edd7b013c318e5448e12978d8c01eb0>

Mora, F. (2013). Solo se puede aprender aquello que se ama. *Neuroeducación*.

Mora, F. (2017). *Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza Editorial.

Morales Mora, E., Reyes Lizano, L., Barrantes Jiménez, K., & Chacón Jiménez, L. (2022). Evaluación temporal y espacial en la calidad microbiológica del agua superficial: caso en un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56(1), 120-137. <https://doi.org/https://doi.org/10.15359/rca.56-1.6>

Morand, S. (2020). Emerging diseases, livestock expansion and biodiversity loss are positively related at global scale. *Biological Conservation*, 248, 108-707. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108707>

Morand, S., & Lajaunie, C. (2021). Biodiversity and Health: Linking Life, Ecosystems and Societies. *ELSIEVER*.

Moreno, J. R., Dante Medina, C., & Albarracín, V. H. (2012). Aspectos ecológicos y metodológicos del muestreo, identificación y cuantificación de cianobacterias y microalgas eucariotas. *Reduca (Biología). Serie Microbiología*, 5(5), 110-125. https://www.academia.edu/73630023/Aspectos_ecol%C3%B3gicos_y_metodol%C3%B3gicos_del_muestreo_identificaci%C3%B3n_y_cuantificaci%C3%B3n_de_cianobacterias_y_microalgas_eucariotas?utm_source=chatgpt.com

Moya Freire, L. M., & Guerra Naranjo, C. D. (2024). Identificación de bacterias patógenas para el ser humano en los ríos Pindo (sector camal) y Puyo (sector malecón) de la provincia de Pastaza. *Polo del conocimiento*, 9(9), 793-808.
<https://doi.org/https://doi.org/10.23857/pc.v9i9.7965>

Murillo, M. G. (2018). *Habilidades del pensamiento: una aproximación desde la taxonomía de Bloom*. Bogotá: Universitaria.

Myers, S. S., & Patz, J. A. (2009). Emerging Threats to Human Health from Global Environmental Change. *Annual Review of Environment and Resources*, 34, 223-252.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.envIRON.033108.102650>

Myers, S. S., & Patz, J. A. (2009). Emerging Threats to Human Health from Global Environmental Change. *Annual Review of Environment and Resources*, 34, 223-252.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.envIRON.033108.102650>

Narváez Collaguazo, R. E. (2024). Interrelación e interdependencia en un territorio tradicional. *anthropologica*, 42(52).
<https://doi.org/https://doi.org/10.18800/anthropologica.202401.009>

Naturaleza con Derechos . (07 de Julio de 2023). *Boletín* 35. Yasuní, la zona más diversa del planeta va a consulta.:

<https://naturalezaconderechos.org/2023/07/07/boletin-36-yasuni-la-zona-mas-diversa-del-planeta-va-a-consulta/>

Nemesius. (IV d.C.). *naturaleza del hombre*.

Nieto, J., & Zambrano, L. (2021). Invasive species in the Ecuadorian Amazon: Current status and management. . *Biological Invasions*, 5(23), 1234–1245.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10530-020-02345-6>

Nobre, C., & al, e. (2022). Chapter 3: Biological diversity and ecological networks in the Amazon. En *The Amazon We Want*.
<https://www.theamazonwewant.org/wp-content/uploads/2022/06/Chapter-3-Bound-May-9.pdf>

Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). *Atención a la acción: Control voluntario y automático de la conducta*. New York: Plenum Press.

Nouri, J. (2016). El aula invertida: para un aprendizaje activo, eficaz y mejorado, especialmente para alumnos con bajo rendimiento. *Revista Internacional de Tecnología Educativa en la Educación Superior*.

Organización Mundial de la Salud. (2023). *Agua para consumo humano* .
https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water?utm_source=chatgpt.com

Ostfeld, R. (2009). Biodiversity loss and the rise of zoonotic pathogens. *ESCMIT*, 15(1), 40-43.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02691.x>

Ostfeld, R. S., & Keesing, F. (2012). Effects of host diversity on infectious disease. *Nature*, 468(7324), 647–652. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/nature09575>

P. D. Zelazo, L. Q. (2004). *Aspectos positivos y negativos de la función ejecutiva: Desarrollo y plasticidad. Perspectivas del desarrollo infantil*. Madrid: Bosque.

P. D. Zelazo, U. M., & Marcovitch., S. (2003). *El desarrollo de la función ejecutiva en la primera infancia. Monografías de la Sociedad para la Investigación en Desarrollo Infantil*. Buenos Aires.

P. Lieberman. (2007). *La evolución del habla humana: Sus bases anatómicas y neuronales*. Antropología Actual.

Pandit, P. (07 de Abril de 2020). *Habitat Destruction And Biodiversity Loss at the Root of Emerging Infectious Diseases*. UCDAVIS: https://www.ucdavis.edu/one-health/habitat-destruction-and-biodiversity-loss-root-emerging-infectious-diseases?utm_source=chatgpt.com

Paraguay Vilcas, L. (2024). Los Asháninkas y Ashéninkas no han muerto por consumir agua cruda. *Revista de Investigación Científica de la UNF – Aypate.*, 3(2), 58-71. <https://doi.org/10.57063/ricay.v3i2.91>

- Patz, J. A., Daszak, P., M, G., Tabor, A., Pearl, M., Epstein, J., . . . Bradley, D. J. (2004). Unhealthy Landscapes: Policy Recommendations on Land Use Change and Infectious Disease Emergence. *Journal Land Use Page*, 112(10), 1092–1098. <https://doi.org/10.1289/ehp.6877>
- Patz, J. A., Daszak, P., M, G., Tabor, A., Pearl, M., Epstein, J., . . . Bradley, D. J. (2004). Unhealthy Landscapes: Policy Recommendations on Land Use Change and Infectious Disease Emergence. *Journal Land Use Page*, 112(10), 1092–1098. <https://doi.org/10.1289/ehp.6877>
- Patz, J., & Wolfe, N. (2018). Disease emergence and economic development. *Nature Sustainability*, 1(1), 12-13.
- Pavan, J. V., Masachessi, G., Prez, V. E., Di Cola, G., Re, V. E., & Nates, S. V. (2022). Evaluación de la calidad de aguas superficiales en espacios recreacionales, una propuesta integradora de marcadores químicos y microbiológicos. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba* , 79(2), 210-214. <https://doi.org/10.31053/1853.0605.v79.n2.33403>
- Peaget, J. (1952). *EL Origen de la Inteligencia de los niños*. New York.
- Peña Varón, J. F., Marín Velásquez, P. A., & Mosquera Becerra, J. (2021). Papel de la sistematización de experiencias en los procesos de evaluación de intervenciones de salud pública en la Comuna Saludable por la Paz, Cali - Colombia. *Prospectiva*.

Revista de Trabajo Social e Intervención Social(31).
<https://doi.org/https://doi.org/10.25100/prts.v0i31.10572>

Pérez Acevedo, C. E., Carrillo Rodríguez, J. C., Chávez Servia, J. L., Perales Segovia, C., & Villegas Aparicio, Y. (2017). Diagnóstico de síntomas y patógenos asociados con marchitez del chile en Valles Centrales de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.50>

Pérez Díaz, S., & Rodríguez Rodríguez, P. (2020). Determinación de indicadores de calidad de suelo para la conservación de la cuenca alta del Río Teusacá. *Centrosur Agraria*.
<https://centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/187>

Peterson, A., & al, e. (2020). Pathogen-vector-host networks: the importance of considering ecological complexity in pathogen surveillance. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 14(10), e0008699.

Piaget, J. (1947). *La psicología de la inteligencia*. Buenos Aires: Psique.

Piaget, J. (1970). *La psicología del niño*. Morata.

Piaget, J. (1976). *La formación del símbolo en el niño: Imaginación y pensamiento simbólico*. Morata.

Pinto, M., Ocaña Mayorga, S., Tapia, E. E., & Zurita, A. (2015). Bats, Trypanosomes, and Triatomines in Ecuador: New Insights into the Diversity, Transmission, and Origins of *Trypanosoma cruzi*

and Chagas Disease. *Plosone*, 10(10), e0139999.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139999>

Pinzón Gutiérrez, Y. A., & Bustamante Buitrago, S. (2009). Evaluación de métodos para la conservación de hongos fitopatógenos del ñame (*Dioscorea* sp). *REVISTA COLOMBIANA DE BIOTECNOLOGÍA*, 11(2).

Polanyi, M. (1969; p.151). *Saber y ser*. Chicago: Universidad de Chicago.

Popper, K. (1980; 136-137). *La ciencia y sus enemigos*. Barcelona : Paidós.

Posner, M. I., & DiGirolamo, G. (2000). *Cognitive neuroscience: Origins and promise*. Psychological Bulletin.

Posner, M., & DiGirolamo, G. J. (2000). *Cognitive neuroscience: Origins and promise*. Psychological Bulletin.

Prado Castillo, L. F., Caro Melgarejo, D. P., Rincón Puerta, D. A., Parada Rendón, J. J., Morales Puentes, M. E., Villamizar Durán, F., . . . Domínguez Haydar, Y. (2018). *Caminando entre huellas de Yariguíes : la gente y la ciencia en la gestión temprana de la restauración ecológica del área protegida*. UPTC.
<https://doi.org/https://doi.org/10.19053/978-958-660-334-8>

Previati, R., Rocha da Silva, J. R., de Souza, C. R., & Janke, L. (2013). Isolamento e qunntificação das populações de batérias em geral e de actinomiceetos presentes no solo. *Arquivos de Ciências*

Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, 15(2).
<https://doi.org/https://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/4220>. Acesso em: 3 jun. 2025.

Prime, L. (2024). Blocking Oil Development in Yasuní National Park: Ecuador's Unprecedented Strides Towards Environmental Justice. *Consilencie*, 1-8.

Proaño Pérez, F., Benítez Ortiz, W., Portaels, F., Rigouts, L., & Linden, A. (2011). Situation of bovine tuberculosis in Ecuador. *PubMed*, 3(30), 279-86. <https://doi.org/10.1590/s1020-49892011000900013>

Pulla, S., Ramaswami, G., Mondal, N., Chitra Tarak, R., Suresh, H., Dattaraja, H., . . . Sukumar, R. (2015). Assessing the resilience of global seasonally dry tropical forests. *ingenta CONNECT*, 17(23), 91-113.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1505/146554815815834796>

Pulvermüller, F., & Fadiga, L. (s.f.). Percepción activa: circuitos sensoriomotores como base cortical del lenguaje.

Pylyshyn, Z. W., & Eysenck, M. W. (1984). Cognición, cognición y explicación. *Teorías del pensamiento*. Hillsdale.

Quirós, H. M., Rodríguez González, H., & Valderrama Vergara, J. F. (2011). Armonización de la vigilancia sanitaria interfronteriza: una propuesta vinculante en salud internacional. *Rev Panam Salud Publica*, 30(2), 148–52.

<https://doi.org/https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v30n2/v30n2a06.pdf>

Quiroz Castañeda, R. (2018). Pathogenomics and Molecular Advances in Pathogen. *INTECH*.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.73695>

Quispe, W., & al, e. (2014). Seroprevalencia de leptospirosis en trabajadores de limpieza pública del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho, 2017. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 31(2), 234–239.

R. E. Beaty, M. B., & Schacter, D. L. (2016). *Cognición creativa y dinámica de las redes cerebrales*. Tendencias en Ciencias Cognitivas.

Rajtar, N. N., Kielsmeier, J. C., Held, B. W., Toapanta Alban, C. E., Ordóñez, M. E., Barnes, C. W., & Blanchette, R. A. (2023). Diverse *Xylaria* in the Ecuadorian Amazon and their mode of wood degradation. *PubMed*, 1(64), 30.
<https://doi.org/10.1186/s40529-023-00403-x>

Ramírez Barahona, S., & Eguiarte, L. (2020). The role of climate change in the diversification of Amazonian biodiversity. *Ecology Letters*, 1(23), 1-10.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ele.13412>

Ramos Grijalva, C., Yáñez Silva, D., Vayas Minango, B. L., & Mora Tola, A. (2024). Prevalence of Toxoplasmosis (*Toxoplasma*

gondii) in Ecuador. *RGSA –Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(8).
<https://doi.org/https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n8-172>

Ramos Vásquez, E., & Zúñiga Dávila, D. (2008). EFECTO DE LA HUMEDAD, TEMPERATURA Y PH DEL SUELO EN LA ACTIVIDAD MICROBIANA A NIVEL DE LABORATORIO. *redalyc.org*, 7(1-2), 123-130.
<https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34111584015>

Ramos Vásquez, E., & Zúñiga Dávila, D. (2008). EFECTO DE LA HUMEDAD, TEMPERATURA Y PH DEL SUELO EN LA ACTIVIDAD MICROBIANA A NIVEL DE LABORATORIO. *redalyc.org*, 7(1-2), 123-130.
<https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34111584015>

Ramsés Hernández, A. B., & Silva Andrade, G. J. (2024). Derechos de la naturaleza del parque nacional Yasuní en Ecuador frente a los intereses económicos. *Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas y Sociales*, 3, 278-284.
<https://doi.org/https://doi.org/10.62574/m3rtwy96>

Real, M., Guerra, F., & Torres, L. (2020). Microbiota fúngica ambiental en suelos amazónicos: hallazgos de *Cryptococcus* spp. *Revista Amazónica de Ciencias Ambientales*, 12(3), 87–95.

- Reisen, W. (2010). Landscape epidemiology of vector-borne diseases. 55, 461–483.
- Reséndiz Martínez, J. F., Gutiérrez Rojas, M., Preciado Rangel, P., Viveros Muñoz, A. L., & Ruiz Juárez, D. (2024). Predominancia de especies forestales y asociación de hongos fitopatógenos en árboles de la Ciudad de México. *Biotecnia*, 26. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v26.2156>
- Reyes Puig, C., & Ríos Alvear, G. (2015). Diversidad en formícidos y plantas vasculares en el Parque Nacional Yasuní, Ecuador. *Boletín técnico serie zoológica*, 12(10-11). <https://doi.org/https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1465>
- Rhoden, S. A., Cirqueira Lucas, A. P., Evangelista, C. L., de Lima, F. S., Deprá, I. d., Nascimento, R. A., & Pamphile, J. A. (2019). ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E GENÉTICOS NA INTERAÇÃO PATÓGENO PLANTA HOSPEDEIRA. *SaBios-Revista De Saúde E Biologia*, 14(1), 34-41. <https://doi.org/https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios/article/view/1338>
- Ríos Tobón, S., Agudelo Cadavid, R. M., & Gutiérrez Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Publica*, 32(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>

Ríos Tobón, S., Agudelo Cadavid, R. M., & Gutiérrez Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Publica*, 32(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>

Rivera Herrera, A. K. (julio de 2021). *Seroprevalence of Q-fever, Brucella and Leptospirosis in wild mammals, from rescue centers in Ecuador*. Repositorio Yachaytech: https://repositorio.yachaytech.edu.ec/handle/123456789/369?utm_source=chatgpt.com

Rivera Tapia, J. A., Castillo Viveros, L. V., & Sánchez Hernández, J. A. (2020). Detección de micoplasmas en cultivos celulares. *Revista Ciencias Biomédicas*, 1(2), 185-189. <https://doi.org/https://doi.org/10.32997/rcb-2010-3087>

Rivero, K., Rumiz, D., Catari, J. C., Azurduy, H., Maillard, O., Acosta, L., . . . Céspedes, L. (2004). “DIAGNÓSTICO BIOLÓGICO PRELIMINAR Y PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA PROTEGIDA MUNICIPAL PARABANÓ” PRELIMINARY BIOLOGICAL ASSESSMENT AND RESEARCH PRIORITIES IN THE PARABANÓ MUNICIPAL PROTECTED AREA. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 15, 63–91.

Robles Carrión, A., Gómez Criollo, R., Maças, F. V., Sanchez Rodriguez, A., & Torres Gutiérrez, R. (2014). Estudio de la patogenicidad de aislados de *Fusarium* spp., asociados a la

marchitez vascular del Babaco en Loja-Ecuador. *Centro de Biotecnología*, 3(1).

Rocha Albuquerque, M. d., Souza Rocha, K. d., Silva Brito, J. d., Castanheira Pimenta, G., Amaral Dos Reis, T., Arruda Xavier, D., & Guimarães de Moraes, C. C. (2022). Detection of *Leptospira* in a forest fragmentation area in eastern Amazon: A unique health approach. *PubMed*(31). <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2022.101757>

Rocha, K. d., Albuquerque, M. d., Brito, J. d., Pimenta, G., Dos Reis, T. A., Xavier, D., & De Moraes, C. (2022). Detection of *Leptospira* in a forest fragmentation area in eastern Amazon: A One Health approach. *Comparative Immunology. Microbiology and Infectious Diseases*, 82. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cimid.2022.101757>

Rodríguez Ferri, E. F., & Calvo Sáez, L. A. (2020). Zoonosis: la cara oculta de la pandemia COVID-19. *Revista de Medicina y Cine*, 16. <https://doi.org/https://doi.org/10.14201/rmc202016e247259>

Rodríguez Gaviria, P. A., & Cayón, G. (2008). Efecto de *Mycosphaerella fijiensis* sobre la fisiología de la hoja de banano. *Redaly.org*, 26(2), 256-265. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18031473> 2010

Rodríguez González, M., Valdez Fernández, M., Rayo Izquierdo, M., & Alarcón Salgado, K. (2009). Riesgos biológicos en instituciones

de salud. *MEDWAVE*.
<https://doi.org/http://doi.org/10.5867/medwave.2009.07.4040>

Rodríguez Martínez, R. E. (2011). Empleo de la técnica hibridación in situ fluorescente para visualizar microorganismos. *ALUD UIS*, 43(3), 307-316.
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/2572/2898>

Rodríguez, A. T., Morales, D., & Ramírez, M. (2000). Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento in vitro de hongos fitopatógenos. *Redalyc.org*, 21(2), 79-82.
<https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215024014>

Rojas Herrera, R., Zamudio Maya, L., Arena Ortiz, L., Pless, R., & Connor Sánchez, A. (2011). Microbial diversity, metagenomics and the Yucatán aquifer. *OYTON*, 80, 231-240.
<https://doi.org/https://www.semanticscholar.org/reader/5940d8fd9867feb7b370c1ef0d92f281544c7911>

Rojas Herrera, R., Zamudio Maya, M., Arena Ortiz, L., Pless, R., & Connor Sánchez, A. (2011). Microbial diversity, metagenomics and the Yucatán aquifer. *Biology*, 80, 231-240.
<https://doi.org/10.32604/PHYTON.2011.80.231>

Román, F., & Poenitz, V. (2019). La neurociencia aplicada a educación: aportes, desafíos y oportunidades en América Latina. *Ruta maestra*.

- Román, F., & Poenitz., V. (2019). La neurociencia aplicada a la educación: aportes, desafíos y oportunidades en América Latina. *Neurociencias y Educación Infantil* , 7.
- Romero Vivas, C. M., & Falconar, K. (2016). *Leptospira* spp. y leptospirosis humana. *Salud uninorte*, 32(1), 123-143.
- Rubio, S., Pacheco Orozco, R. A., Gómez, A. M., Perdomo, S., & García Robles, R. (2019). Secuenciación de nueva generación (NGS) de ADN: presente y futuro en la práctica clínica. *Universitas Medica*, 69(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed61-2.sngs>
- Rueda, K., Trujillo, J. E., Carranza, J. C., & Vallejo, G. A. (2014). Transmisión oral de *Trypanosoma cruzi*: una nueva situación epidemiológica de la enfermedad de Chagas en Colombia y otros países suramericanos. *Revista Biomédica*, 34(4).
<https://doi.org/https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i4.2204>
- Ruiz, R. B., & Cols. (1994). *DOminancia Cerebral*.
- Ryser Degiorgis, M. (2013). Wildlife health investigations: needs, challenges and recommendations. *BMC Veterinary Research*, 9(1), 223. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-223>
- S. Dehaene, M. P., & Cohen, L. (2003). *Tres circuitos parietales para el procesamiento numérico*. . Neuropsicología Cognitiva.

- S. Dekker., N. C.-J., & Jolles, J. (2012). Neuromyths in education: Prevalences. *Frontiers in Psychology*,.
- S. Hsieh, M. H., & Hodges, J. (2012). Correlatos cerebrales del reconocimiento de emociones musicales y faciales: evidencia de las demencias. *Neuropsychologia*.
- Salazar Bravo, J., Tinoco, N., Zeballos, H., Brito, J., Arenas Viveros, D., C.D, M., . . . Pardiñas U, F. (2023). Systematics and diversification of the Ichthyomyini (Cricetidae, Sigmodontinae) revisited: Evidence from molecular, morphological, and combined approaches. *PeerJ*, 11, e14319. <https://doi.org/https://doi.org/10.7717/peerj.14319>
- Salazar, F. G. (1993). *La etología y la psicología animal*.
- Salazar, H., & Zenteno Cuevas, R. (2020). Leptospirosis: Desarrollo, estandarización y evaluación del desempeño de pruebas diagnósticas. *Microorganisms*, 13(6), 1306. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/microorganisms13061306>
- Salomón, M., Montero, H., & Zenteno Cuevas, R. (2015). Leptospirosis: Desarrollo, estandarización y evaluación del desempeño de pruebas diagnósticas. *Microorganisms*, 13(6), 1306. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/microorganisms13061306>

- Sánchez Aroca, S. A., & Guangasig Toapanta, V. H. (2023). Calidad Microbiológica del Agua de Consumo Humano: La realidad en el Ecuador. *Redilat*, 4(2), 1388. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.690>
- Sánchez Aroca, S., & Guangasig Toapanta, V. (2023). Calidad microbiológica del agua de consumo humano: La realidad en el Ecuador. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 1388–1402. <https://doi.org/https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.690>
- Sánchez Lerma, L., Rojas Gullos, A., Pavas Escobar, N., Barajas Pardo, D., Chinchilla Acosta, D., & Fuentes Ramírez, D. (2021). Detección molecular de leptospirosis patógenas en roedores capturados en el municipio de Villavicencio, Colombia. *ORINOQUIA*, 25(2), 33-35.
- Sánchez Romero, M. I., García, J. M., Moya, L., González López, J. J., & Orta Mira, N. (2019). Recogida, transporte y procesamiento general de las muestras en el laboratorio de Microbiología. *ELSEVIER*, 37(2), 127-134. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eimc.2017.12.002>
- Sánchez, A., Contreras, A., Corrales, J. C., & De la Fe, C. (2022). En el principio fue la zoonosis: One Health para combatir esta y futuras pandemias. Informe SESPAS 2022. *ScienceDirect*, 32, S61-S67. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2022.01.012>

Schweigmann, N. J., Pietrokovsky, S., Bottazzi, V., Conti, O., & Bujas, M. A. (1999). Estudio de la prevalencia de la infección por *Trypanosoma cruzi* en zarigüeyas (*Didelphis albiventris*) en Santiago del Estero, Argentina. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 6(6), 371-377. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9613322&utm_source=chatgpt.com

SCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS. (1992). Epidemiologia das infecções diarreicas entre populações indígenas da Amazonia. *SCIELO*, 8(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0102-311X1992000200002>

Scimago Institutions Rankings. (2020). Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. *Scielo*, 01(92). <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191375>

Seattle, WA, USA. (2016). Proceedings of the 3rd Biennial Conference of the Society for Implementation Research Collaboration (SIRC) 2015: advancing. *MEETING ABSTRACTS*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13012-016-0428-0>

Sebastián Lipina, M. S. (2012). fuentes entre. *REVISTA LATINOAMERICANA DE CIENCIA PSICOLÓGICA Y EDUCACIÓN*, 12.

- Sherman, S. M. (2013). Comprender la creatividad: la interacción de los hemisferios cerebrales. *Psychology Press*.
- Siegel, D. J. (2010). El terapeuta consciente: una guía para médicos sobre la visión de la mente y la integración neuronal. *New York: W. W. Norton & Company*.
- Sierra, R., & Stallings, J. (2020). Oil development and biodiversity conservation in the Ecuadorian Amazon. *Conservation Biology*, 2(34), 1-9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/cobi.13345>
- Sikes, R. (2016). Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. (2016). Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education. *Journal of Mammalogy*, 97(3), 663–688.
- Silva de Souza, L. S., Rodrigues Fonseca, F., Dales Nava, A. F., Paulo Vicente, A. C., & Dos Reis, L. L. (2024). Zoonotic assemblages A and B of *Giardia duodenalis* in Chiroptera from Brazilian Amazon biome. *Europe EMC*, 19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100853>
- Smith, E. (s.f.). *observaciones anatómicas detalladas*.
- Sohn Hausner, N., Bach Kmetiuk, L., Da Silva, E. C., Langoni, H., & Welker Biondo, A. (2023). One Health Approach to Leptospirosis: Dogs as Environmental. *Tropical Medical and Infectious Disease*, 8(435), 2-15. <https://doi.org/https://www.mdpi.com/2414-6366/8/9/435>

- Solarte, Y., Peña, M., & Madera, C. (2006). Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. *redalyc.org*, 37(1), 74-82. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28337111>
- Solarte, Y., Peña, M., & Madera, C. (2006). Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. *Colombia Médica*, 37(1), 74-82. <https://doi.org/10.2510/COLOMB>.
- Solís, H., Huamán, A., Ferrer, A., Tarqui, K., Fajardo, N., Rojas, M., . . . Valverde, F. (2012). Comunicación preliminar sobre la presencia de *Trypanosoma cruzi* en departamentos del norte y nororiente del Perú. *An Fac med [Internet]*, 73(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.15381/anales.v73i1.809>
- Somoza, N., & Torá, M. (2009). Seguridad biológica en la preservación y el transporte de muestras biológicas obtenidas en el ámbito de las enfermedades respiratorias y destinadas a la investigación. *ScienceDirect*, 45(4), 187-195. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arbres.2009.02.001>
- Soto Plancarte, A., Rodríguez Alvarado, G., Fernández Pavía, Y. L., Pedraza Santos, M. E., López Pérez, L., Díaz Celaya, M., & Fernández Pavía, S. P. (2017). Protocolos de aislamiento y diagnóstico de *Phytophthora* Spp.: enfoque aplicado a la investigación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(8). <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v8i8.708>

- Souza Freitas, R., de Souza Rocha, K., Monteiro, L. H., Fernandes Alexandre, T., Marques Monteiro, T. R., Tavares Honorio, B. E., . . . Guimarães de Moraes, C. C. (2024). Detection of Pathogenic *Leptospira* in Captive Chelonians (*Kinosternon scorpioides*—Linnaeus, 1766) in the Brazilian Amazon. *MDPI*, 14(9), 1334.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ani14091334>
- Sperry, R. W. (1968). *Hemisphere disconnection and unity in conscious awareness*.
- Sperry, R. W. (1973). *Especialización lateral en los hemisferios separados quirúrgicamente*. Cambridge.
- Stoessel, S., & Scarpacci, M. (2022). Disputas en torno al desarrollo y el territorio: el caso de Yasuní-ITT durante el Ecuador de la Revolución Ciudadana. *Scielo*(45), 239-259.
<https://doi.org/https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.8382>
- Suzán Azpiri, G. (2014). Ecología de Patógenos en Pequeños Mamíferos y Quirópteros Neotropicales, Experiencias y Perspectivas -resumen-. *Geography*.
- Suzán Azpiri, G., Galindo Maldonado, F., & Ceballos González, G. (2000). La importancia del estudio de enfermedades en la conservación de fauna silvestre. *Rdaly*, 31(3), 0301-5092.
<https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42331308>

Suzán Azpiri, G., Galindo Maldonado, F., & Ceballos González, G. (2000). La importancia del estudio de enfermedades en la conservación de fauna silvestre. *Veterinaria México*, 31(3), 223-230.

<https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42331308>

Swammerdam, J. (1637–1680). *músculos y nervios*.

Swammerdam, J. (1737). *Historia insectorum generalis*. Amsterdam.

Thaut, M. H. (2009). Ritmo, música y cerebro: fundamentos científicos y aplicaciones clínicas. *New York: Routledge*.

Thomas, L. (1935). *The Untold Story of Exploration*.

Toapanta, C. E. (Septiembre de 2023). *Terrestrial Rhizomorphic Species Of The Polyporaceae Family In The Yasuní National Park In Ecuador: Taxonomy, Life History And Pathogenicity Traits*. University of Minnesota Driven to Discover: https://conservancy.umn.edu/items/3a9d9870-26db-432a-b655-79420f0548af?utm_source=chatgpt.com

Tokuhamma, T. E. (2011). *The new science of teaching and learning: Using the best of mind, brain, and education science in the classroom*. . Los Ángeles: Teachers College Press.

Torres Castro, M. A. (2017). Estudio sobre roedores sinántropicos como reservorios de patógenos zoonóticos en Yucatán. *Revista Biomédica*, 28(3).
<https://doi.org/https://doi.org/10.32776/revbiomed.v28i3.566>

- Travi, B. L., Jaramillo, C., Montoya, J., & Segura, I. (1994). *Didelphis marsupialis*, an important reservoir of *Trypanosoma* (*Schizotrypanum*) *cruzi* and *Leishmania* (*Leishmania*) *chagasi* in Colombia. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 50(5).
<https://doi.org/https://doi.org/10.4269/ajtmh.1994.50.557>
- Triarhou, Z. D. (2009). Avances fin-de-Sicle en Neuroeducación. *Mind, Brain y Education*.
- Uhart, M., Pérez, A., Rostal, M., Alandia Robles, E., & Mendoza, A. (2012). A 'One Health' Approach to Predict Emerging Zoonoses in the Amazon. *ResearchGate*(3), 65-73.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3549.1609>
- UNESCO. (Junio de 2024). *Main initiatives in the Yasuní Biosphere Reserve, Ecuador*. Main initiatives in the Yasuní Biosphere Reserve, Ecuador: <https://www.unesco.org/en/amazon-biosphere-reserves-project/yasuni#:~:text=The%20Yasun%C3%AD%20Biosphere%20Reserve%20is,Pastaza>
- Uriarte, M., Condit, R., Canham, C. D., & Hubbell, S. P. (2004). A spatially explicit model of sapling growth in a tropical forest: does the identity of neighbours matter? *British ecological society*, 92, 348-360. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00867.x>

- Uribe Vélez, D. (2009). Metagenómica ¿Una oportunidad para el estudio de la diversidad microbiana en Colombia? *Rev. Colomb. Biotecnol*, 11(2).
<https://www.redalyc.org/pdf/776/77613172001.pdf>.
- Uttal, W. R. (2001). *La nueva frenología: Los límites de la localización de los procesos cognitivos en el cerebro*. Cambridge.
- Valenzuela Sánchez, A., & Medina Vogel, G. (2014). Importancia de las enfermedades infecciosas para la conservación de la fauna silvestre amenazada de Chile. *Scielo*, 1(79), 57-69.
<https://doi.org/10.4067/S0717-65382014000100008>
- Valenzuela, E., Anderson, K., Corong, E., & Strutt, A. (2023). The relative importance of global agricultural subsidies and tariffs, revisited. *World Trade Review*, 22(3-4), 382–394.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S147474562300005X>
- Vargas, D., Araca, L., Vargas, W., Juan, G., & Vargas, R. (2020). Crisis en las Áreas Naturales Protegidas en el Perú: Pérdida de la biodiversidad y degradación ambiental. *Revista Científica Internacional I+D+I* 01, 1(1), 84-100.
<https://doi.org/https://doi.org/10.51251/revciidi01.v1i1.25>
- Vásquez, C., & Ortega, A. (2020). Health risks associated with wildlife trade in the Amazon. *Global Health*, 1(16), 1-9.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12992-020-00560-7>

- Vaya, M. d. (2013). *Actividad espontánea del cerebro: bases de la conectividad funcional*.
- Velásquez Valle, R., Medina Aguilar, M. M., & Luna Ruiz, J. d. (2001). Sintomatología y Géneros de Patógenos Asociados con las Pudriciones de la Raíz del Chile (*Capsicumannuum* L.) en el Norte-Centro de México. *redalyc.org*, 19(2), 175-181. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61219207>
- Vera da Costa, V. (2011). *Estudo genotípico de Trypanosoma cruzi: epidemiologia e caracterização molecular de isolados do homem, triatomíneos e mamíferos silvestres do Pará, Amapá e Maranhão*.
[https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/4755/1/Tese_Estudo GenotipicoTrypanosoma.pdf?utm_source=chatgpt.com](https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/4755/1/Tese_Estudo%20GenotipicoTrypanosoma.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- Vesalius, A. (1543). *De humani corporis fabrica libri septem*.
- Vigotsky, L. S. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Mόscu: Gosudarstvennoe.
- Villàs, D. (1995).
<http://licbq.fcien.edu.uy/pdf/Biologia%20del%20suelo.pdf>
- Vinci, L. d. (1452–1519). *estudios pioneros en neuroanatomía*.
- Vinci, L. d. (1452–1519). *estudios pioneros en neuroanatomía*.
- Vinueza, D., Ochoa Herrera, V., Maurice, L., Tamayo, E., Mejía, L., Tejera, E., & Machado, A. (2021). Determining the microbial

- and chemical contamination in Ecuador's main rivers. *Scientific Reports*, 11, 1-14.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-021-96926-z>
- Vygotsky, L. (1986). *Pensamiento y lenguaje*. Cambridge: MIT Press.
- Vygotsky, L. S. (1931). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- Wernicke, C. (1874). *El síndrome afásico*.
- WHO. (2022). *Operational framework for building climate resilient health systems*. Geneva: World Health Organization.
- Wilcox, B., & Colwell, R. (2005). Emerging and reemerging infectious diseases: biocomplexity as an interdisciplinary paradigm. *EcoHealth*, 2(4), 244–257.
- Willett, K., & et, a. (2021). Building One Health capacity through partnerships: a case study from Ecuador. *One Health*, 13, 100-301.
- Willingham, D. T. (2009). Por qué a los estudiantes no les gusta la escuela. *CIencia Cognitiva*.
- Woodruff, G., & Premack, D. (1978). La teoría de la mente. *Behavioral and Brain*.
- Woolhouse, M. E., & Gowtage Sequeria, S. (2005). Host range and emerging and reemerging pathogens. *Emerging Infectious*

Diseases, 11(12).
<https://doi.org/https://doi.org/10.3201/eid1112.050997>

Woolhouse, M., & Gowtage Sequeria, S. (2005). Host Range and Emerging and Reemerging Pathogens. *PubMed Central*, 12(11), 1842–1847. <https://doi.org/10.3201/eid1112.050997>

World Health Organization (WHO). (2004). *Practical Guidelines for Infection Control in Health Care Facilities*. WHO Regional Office for the Western Pacific.

World Health Organization. (2023). *Guidelines for drinking-water quality (4th ed., incorporating the 1st and 2nd addenda)*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>

Zhao, R., Zhang, H., & An, L. (2019). Plant size influences abundance of floral visitors and biomass allocation for the cushion plant *Thylacospermum caespitosum* under an extreme alpine environment. *Wiley Ecology and Evolution*, 5501 - 5511. <https://doi.org/10.1002/ece3.5147>

Zimmer, K. (22 de noviembre de 2019). *Deforestation is leading to more infectious diseases in humans*. National Geographic: https://www.nationalgeographic.com/science/article/deforestation-leading-to-more-infectious-diseases-in-humans?utm_source=chatgpt.com

Zulu, M., Monde, N., Nkhoma, P., Malama, S., & Munyeme, M. (2021). Nontuberculous Mycobacteria in Humans, Animals, and Water

in Zambia: A Systematic Review. *Frontiers in Tropical Diseases*,
2. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fitd.2021.679501>

Zúñiga, D., & Ramos Vásquez, E. (2008). Efecto de la humedad, temperatura y pH del suelo en la actividad microbiana a nivel de laboratorio. *redalyc*, 7(1-2), 123-130.
<https://doi.org/10.21704/rea.v7i1-2.367>



Neuroeducación y neuroaprendizaje, se publicó en el mes de
diciembre de 2025.

ISBN: 978-9907-0-0439-7

Grupo Editorial BLR
Ecuador
Cel: +593 98 320 4362
[https://grupoblir.com/](https://grupoblir.com/publicaciones@grupoblir.com)
publicaciones@grupoblir.com

BIOGRAFÍA DE LOS AUTORES

Danny Fernando Pérez Castillo:

Danny Fernando Pérez Castillo, Psicólogo Educativo, Magister en Atención e inclusión a la diversidad y Magister en Neuropsicología, cuenta con amplia experiencia docente universitaria de pre y posgrado ha desempeñado cargos públicos y privados. Profesional de participación de eventos de actualización profesional en seminarios, congresos y talleres nacionales e internacionales. Actualmente es profesor de tercer nivel en la Universidad Estatal de Bolívar..

Verónica Tatiana García García:

Ingeniera en Contabilidad y Auditoría CP, Magíster en Marketing y Máster en Dirección Estratégica, cuenta con amplia experiencia docente universitaria y cargos administrativos. Ha participado en seminarios, congresos y talleres nacionales e internacionales. Actualmente es profesora de tercer nivel en la Universidad Estatal de Bolívar.

NEUROEDUCACIÓN Y NEUROAPRENDIZAJE

Estimado lector, este libro aborda el creciente interés en el vínculo entre mente, cerebro y educación, presentando la neuroeducación como un campo interdisciplinario que fusiona aportes de la neurociencia, la psicología y la pedagogía.

Lejos de seguir modas o "neuromitos", la obra ofrece un acercamiento riguroso a las evidencias científicas que explican cómo factores como la memoria, la atención, la motivación y la plasticidad cerebral impactan directamente en el aprendizaje.

Además, el texto profundiza en temas esenciales para la práctica educativa, incluyendo el rol crucial de las emociones en el aula, la necesidad de un entorno seguro y enriquecido para el cerebro, y las implicaciones de la neurociencia en la atención a la diversidad y a las necesidades educativas especiales.

El objetivo central del libro no es sustituir la pedagogía tradicional, sino enriquecerla con el conocimiento científico del cerebro, reconociendo que cada experiencia y cada práctica docente moldea la arquitectura neuronal del estudiante. En esencia, la obra invita a explorar los alcances de la neuroeducación para repensar la enseñanza de forma científica, humana y transformadora..

Agradecemos a todos los lectores que se acercan a esta obra con ánimo de aprender, aplicar y transformar.



Grupo Editorial BLR
Ecuador
Cel: +593 98 320 4362
[https://grupoblrl.com/
publicaciones@grupoblrl.com](https://grupoblrl.com/publicaciones@grupoblrl.com)

ISBN: 978-9907-0-0439-7

