



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

EDUCAR CON CEREBRO:
Curso de Neuroeducación para Docentes de
Nivel Medio Superior

Tesis

Que para optar por el grado de Maestra en Docencia para la
Educación Media Superior en el área de Psicología

Presenta:

Tania Ivonne Esparza Camacho

Tutora Principal:

Dra. Verónica María del Consuelo Alcalá Herrera
Facultad de Psicología

Miembros del Comité Tutor:

Dra. Martha Diana Bosco Hernández
Facultad de Filosofía y Letras

Mtra. Consuelo Arce Ortiz
Escuela Nacional Preparatoria

Mtra. Hilda Paredes Dávila
Facultad de Psicología

Mtra. María Susana Eguía Malo
Facultad de Psicología

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., febrero de 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

“Mi cerebro es sólo un receptor, en el universo hay un núcleo a partir del cual se obtiene el conocimiento, la fuerza y la inspiración...”

Nicola Tesla

Dedico este trabajo a mi hermosa familia; a **Claudia, Karen, Aury, Sophie, María y Román**, quienes con su amor, alegría y apoyo incondicional hicieron posible la materialización de este sueño. Sigamos luchando como hasta ahora por cumplir todo lo que se propongan. Recuerden siempre que les amo y ustedes son mi mayor fuerza e inspiración.

También lo dedico a **todos mis alumnos**, con quienes a lo largo de mi experiencia como docente he compartido y aprendido. Gracias por llenar mi alma y espíritu.

Mi agradecimiento a todo el grupo de **MADEMS Psicología**; a David, Elena, Arely, Eder, Romina, Nancy, Nathali, Ricardo, Miroslava, Juan Carlos, Roberto, Liz y Blanca, con quienes compartí gratas y valiosas experiencias a lo largo de todo el posgrado y de quienes aprendí que la enseñanza que deja huella no es la que se hace de cabeza a cabeza, sino de corazón a corazón. Admiro su gran compromiso y dedicación.

Gracias infinitas a mi Comité Tutor: a la **Dra. Martha Diana Bosco**, la **Mtra. Consuelo Arce**, la **Mtra. Hilda Paredes** y la **Mtra. Susana Eguía** por acompañarme durante mi estancia en la maestría, orientarme y compartir conmigo sus valiosos conocimientos que ayudaron a enriquecer este trabajo. A todas ustedes, mi más alta consideración y estima.

Gracias a la **Universidad Nacional Autónoma de México** por abrirme nuevamente sus puertas para continuar con mis estudios de posgrado. Así como al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su gran apoyo para la realización de este trabajo.

Con gran afecto y enorme agradecimiento a la **Dra. Verónica Alcalá Herrera** por ser mi guía, o más bien mi guía durante este fascinante recorrido por el mundo del cerebro humano, por ser mi sostén a lo largo de esta aventura, alimentar y mantener mi curiosidad, aportarme infinidad de saberes, así como ayudarme a eliminar falsas creencias que permitieran construir un proyecto más firme y sólido. Mi mayor estima, admiración y reconocimiento.

Gracias también a todas y cada una de las personas que formaron parte del **Seminario de Neuroeducación**; especialmente a Miriam, Narda, Caro, Michelle, Barbie, Leti, Alethia, Elisa, Norma, Karla y Stephanie con quienes aprendí que el aprendizaje se construye en red tal como funciona el cerebro. En verdad valoro todos sus comentarios y aportes para mejorar este trabajo, gracias por activar mis neuronas y aumentar cada viernes sin falta, mi reserva cognitiva.

Con profundo cariño y especial agradecimiento a la **Dra. Anna Forés Miravalles** de la **Universidad de Barcelona**, así como a su gran equipo de trabajo; a Laia Lluch, Núria Torras, al Dr. David Bueno, al Dr. Jesús Guillén, al Dr. José Ramón Gamo, al Mtro. Chema Lázaro y en general, a todo el grupo de profesores y alumnos del Posgrado de Neuroeducación “Aprender con todo nuestro potencial”. Gracias infinitas por permitirme integrar al grupo de manera sorpresiva, poniendo en práctica la idea de que sin emoción no hay aprendizaje, por hacer aún más grata mi estancia en España, así como compartir sus conocimientos y experiencias, mismas que enriquecieron mi mente y corazón.

Finalmente, gracias a ti que estás leyendo estas líneas y que me has demostrado tu apoyo y cariño de mil formas...

Tania

Índice

Resumen.....	4
Introducción.....	5
Capítulo I. Marco Teórico.....	8
1. Educación Media Superior.....	8
1.1 Panorama general	8
1.2 Antecedentes contextuales e históricos	9
1.3 Principales problemáticas	12
1.4 Necesidades y propuestas de solución	15
1.5 Formación de los profesores de psicología.....	16
1.6 La enseñanza de la psicología.....	17
1.7 El arte de enseñar: maestros que dejan huella	19
1.8 Factores clave en el aprendizaje.....	20
2. Neurociencias y Educación: de la evidencia al aula.....	23
2.1 Hacia una conceptualización de la Neuroeducación	23
2.2 Aportes de las neurociencias al campo educativo.....	26
2.3 Críticas a la Neuroeducación	33
2.4 Caminos futuros de la Neuroeducación	35
2.5 Construyendo puentes entre las neurociencias y la educación	37
2.6 En búsqueda de la innovación y transformación educativa	38
2.7 Importancia de la formación docente en Neuroeducación.....	39
2.8 De pseudociencias y otras neurotonterías	41
3. Desmontando neuromitos en educación.....	42
3.1 <i>“Sólo usamos el 10% de nuestro cerebro”</i>	42
3.2 <i>“Hay que guiar la enseñanza según el hemisferio cerebral predominante”</i>	43
3.3 <i>“Los alumnos aprenden mejor si se les enseña de acuerdo con su estilo de aprendizaje favorito: visual, auditivo o cinestésico”</i>	45
3.4 <i>“La inteligencia es heredada y no puede modificarse”</i>	48
3.5 <i>“Existen etapas críticas para aprender un segundo idioma”</i>	50
3.6 <i>“Tenemos múltiples inteligencias”</i>	53
3.7 <i>“La gimnasia cerebral ayuda a integrar los hemisferios cerebrales”</i>	55
3.8 <i>“Los jóvenes de hoy son nativos digitales que pueden hacer múltiples cosas, sin tanto problema”</i>	56
3.9 <i>“Los primeros tres años de vida son críticos para el aprendizaje”</i>	58

3.10	<i>“Entornos ricos en estímulos mejoran el desarrollo cerebral”</i>	60
3.11	<i>“Escuchar música clásica te hace más inteligente”</i>	62
3.12	<i>“El cerebro de los hombres es racional y el de las mujeres es emocional”</i>	63
3.13	<i>“La forma de pensar y actuar de los adolescentes se debe a un descontrol hormonal”</i>	66
3.14	<i>“El desarrollo del cerebro concluye en la adolescencia”</i>	67
4.	De primates a personas: el origen evolutivo del cerebro	69
4.1	Evolución del encéfalo: el éxito de nuestra especie	69
4.2	Desarrollo del Sistema Nervioso Central	71
4.3	Conociendo el órgano del aprendizaje	72
4.4	Una mirada al exterior del cerebro	73
4.4.1	Corteza cerebral	73
4.4.2	Hemisferios cerebrales	74
4.4.3	Lóbulos cerebrales	75
4.4.4	Cerebelo	76
4.4.5	Tallo cerebral	77
4.4.6	Áreas funcionales de la corteza cerebral	78
4.5	Una mirada al interior del cerebro	80
4.5.1	Sistema límbico	80
4.5.2	Células cerebrales: ¿Dónde comienza el aprendizaje?	82
4.5.2.1	Neurona: unidad básica del aprendizaje	83
4.5.2.2	Neuronas espejo: aprendizaje, imitación y empatía	85
4.5.2.3	Glía: pegamento del aprendizaje	86
4.5.2.4	Neurotransmisores: interlocutores de la comunicación neuronal	88
5.	Neurobiología del Aprendizaje	90
5.1	Neuroplasticidad	90
5.2	Proceso general de maduración del cerebro	91
5.3	Cerebro adolescente: una mente en construcción	94
5.3.1	Sinaptogénesis: ¿cómo se forman las conexiones entre las neuronas?	94
5.3.2	Mielinización: un buen aislamiento para una mejor conducción	95
5.3.3	Neurogénesis: ¿es posible generar nuevas neuronas?	97
5.3.4	Implicaciones educativas	97
5.4	Educación con cerebro	99
5.4.1	¿Cómo aprende el cerebro adolescente?	100

5.4.2 Funciones ejecutiva en el aula.....	101
5.4.3 Atención: puerta de entrada al aprendizaje.....	102
5.4.4 Memorias: las rutas del aprendizaje	109
5.4.5 Ambiente físico del aula: el poder del entorno sobre el cerebro	120
5.4.6 Enseñanza y aprendizaje en línea	123
5.5 Motivación y emoción: gasolina para encender el motor del aprendizaje.....	124
5.5.1 Sistema límbico: la fuente del deseo por aprender.....	125
5.5.2 Neurobiología de la motivación: “me emociono, luego aprendo”	126
5.5.3 Creatividad: la inteligencia divirtiéndose	128
5.5.4 Motivación y juego en el aula	132
5.6 Cómo alimentar, ejercitar y cuidar tus neuronas.....	133
5.6.1 Actividad física y aprendizaje	133
5.6.2 Alimentación e hidratación	134
5.6.3 Sueño y aprendizaje	136
5.7 Adicciones y cerebro adolescente.....	143
5.8 Cerebro preocupado.....	150
5.8.1 Eustrés: nivel óptimo para aprender.....	150
5.8.2 Distrés: enemigo del aprendizaje	150
5.9 Educar con cerebro y corazón.....	154
5.10 Cerebro social: ¡enseñar y aprender en equipo!.....	156
5.11 Evaluación de los aprendizajes.....	158
5.11.1 Evaluar no solo es calificar	158
5.11.2 Mentalidad: ¿Modo resignación o modo crecimiento?.....	162
5.11.3 Evaluparty: haciendo del aprendizaje un placer y del examen una fiesta .	164
Capítulo II. Método.....	166
1. Planteamiento del problema	166
2. Justificación	168
3. Objetivos.....	171
4. Preguntas de investigación	172
5. Diseño de la investigación	172
6. Participantes.....	173
7. Escenario.....	173
8. Instrumentos.....	175
9. Procedimiento.....	177

Capítulo III. Resultados de la Evaluación Diagnóstica.....	181
1. Análisis de la Evaluación Diagnóstica.....	192
Capítulo IV. Propuesta de Capacitación Docente.....	195
1. Presentación del curso “Educar con Cerebro”.....	195
2. Estructura general y contenido temático del curso.....	198
3. Módulos del curso.....	200
Capítulo V. Resultados de la Evaluación del Curso.....	227
1. Resultados de la Evaluación del Curso.....	227
Capítulo VI. Discusión.....	238
a) Aportes y limitaciones.....	240
b) Sugerencias	242
c) Experiencia.....	244
Referencias.....	247
Anexos.....	271
1. Cuestionario sobre Neurociencias aplicadas a la Educación.....	271
2. Cuestionario de evaluación del curso “Educar con Cerebro”.....	273

Resumen

El presente proyecto de investigación pretende describir los fundamentos teórico-metodológicos que sirvieron de base para la construcción de un curso a distancia sobre Neuroeducación dirigido a profesores de bachillerato interesados en complementar y afinar sus estrategias pedagógicas, las cuales sean compatibles con la forma en la que aprende el cerebro adolescente. Para diseñar y construir el curso “Educar con Cerebro”, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica y una evaluación diagnóstica a 116 profesoras y profesores de diferentes instituciones de nivel bachillerato, con la finalidad de identificar los conocimientos y creencias sobre los conceptos relacionados con las neurociencias y la educación. Para ello, se aplicó el “*Cuestionario para docentes sobre neurociencias aplicadas a la educación*”, el cual permitió identificar: 1. conocimientos generales sobre el cerebro y su funcionamiento, 2. conocimientos sobre neuromitos, 3. expectativas, 4. temas de interés y 5. propuestas. Los resultados de esta primera evaluación revelaron que un alto porcentaje de los docentes tiene un desconocimiento general sobre las bases y mecanismos a nivel cerebral implicados en el aprendizaje, tales como la atención, la memoria, la motivación, y su consecuente optimización. No obstante, manifestaron su interés por capacitarse en el tema y guiar así su práctica con base en evidencia científica. Por tanto, se procedió a estructurar el plan y programa del curso, lo que permitió organizar la secuencia didáctica y los contenidos, así como, la construcción del aula virtual para impartirlo. El aula virtual, fue evaluada por 13 expertos en pedagogía y psicología, lo que llevó a hacer los ajustes necesarios, dando como resultado una propuesta más sólida y con grandes fortalezas.

Palabras clave: *bachillerato, adolescencia, capacitación, docencia, neurociencia educativa, estrategias de enseñanza aprendizaje, neuromitos.*

Introducción

“Los docentes somos modificadores del cerebro pero el primero que debemos transformar es el nuestro”

Emmanuel Hernández

Durante la segunda mitad del siglo XX, el estudio del cerebro creció de forma importante. Los avances tecnológicos y teóricos en física, química, electrónica, programación, comportamiento, entre otros, permitieron disponer de una mayor cantidad de herramientas para su exploración. Por tanto, a esta época se le conoció como la “década del cerebro”. Los descubrimientos se agolparon dando como resultado nuevos avances en neurociencias y un conocimiento sobre sus implicaciones en el ámbito psicológico, clínico y más recientemente en el educativo, ofreciéndonos pistas sobre cómo potenciar el aprendizaje a partir del trabajo en el aula.

Conocer cómo se desarrolla el cerebro adolescente es crucial para incorporar ciertas estrategias educativas que incidan en el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que en esta etapa el cerebro es plenamente emocional, lo que hace que choque con el actual modelo educativo. En general, las clases de bachillerato suelen tener un estilo academicista y verbal, que va en contra de la forma en la que aprende el cerebro.

Con la finalidad de mejorar la calidad de la educación, se han realizado toda una serie de evaluaciones nacionales e internacionales que se enfocan principalmente en los resultados de los alumnos, sin considerar el papel del educador, el cual, requiere una formación sólida en su disciplina, pero también una formación pedagógica y una capacitación continua en prácticas innovadoras que fortalezcan su labor.

A pesar de que los docentes tienen nociones de prácticas didácticas útiles, desconocen en gran medida, las bases y mecanismos a nivel cerebral del proceso de aprendizaje, y aunque intuyen qué prácticas son buenas, realmente no saben por qué funcionan. Esto se debe en gran parte, a que el proceso de formación se ha centrado exclusivamente en aspectos psicológicos, sociológicos y filosóficos sin considerar el papel de lo biológico como parte integral del aprendizaje.

Por tanto, se requiere un enfoque integrador y transdisciplinario que atienda las necesidades de los estudiantes y que, a su vez, sea amigable con la forma en la que aprende el cerebro adolescente, que está atravesando por una etapa de muy diversos cambios psicofisiológicos que atañen el desarrollo y procesamiento del cerebro. Además, resulta imperativo adaptarse a los cambios y que los docentes discutan y reconozcan las implicaciones de lo psicobiológico en el acto educativo para enriquecerlo. Hay que apostar por la Neuroeducación, no porque lo que se haya hecho anteriormente no funcione sino

porque ahora la educación puede nutrirse del conocimiento científico y contribuir a su evolución.

Cabe mencionar que, al principio, el proyecto estaba centrado en desarrollar y aplicar estrategias pedagógicas para los estudiantes que cursaban la materia de psicología a nivel bachillerato. Sin embargo, al profundizar en el tema, se discutió el papel trascendental de los docentes en la nueva cultura del aprendizaje, la transformación de sus concepciones sobre el proceso educativo y su impacto. Para cumplir con dicho propósito y tener un mayor alcance, se tomó la decisión de redireccionar el proyecto hacia la capacitación de los profesores y actualizarlos en conocimientos sobre neurociencias aplicadas a las prácticas educativas, a través de un curso que les permita complementar y afinar sus estrategias pedagógicas para mejorar los procesos mentales de sus estudiantes y potenciar así su aprendizaje.

Hay que aclarar que no se trata de desechar o reemplazar totalmente los enfoques o paradigmas clásicos de la educación, sino que los educadores desarrollen gradualmente una conciencia de que, en determinados contextos, las concepciones científicas de la Neuroeducación pueden ofrecer una base sólida y un marco explicativo fructífero, y erradicar las concepciones implícitas o intuitivas que pudieran poseer. En otras palabras, los docentes pueden convertirse en un aliado del cambio real y profundo del sistema educativo, dejando de lado una práctica basada solo en la experiencia para pasar a una práctica basada en la evidencia científica.

Derivado de todo lo anterior, el trabajo de tesis está dividido en 6 capítulos:

1. **Marco Teórico.** Está conformado a su vez por cinco tópicos que comprenden;
 - a. Educación Media Superior. Muestra un panorama general de su funcionamiento, los antecedentes histórico-culturales desde su creación hasta nuestros días, sus principales problemáticas y las acciones que se requiere implementar para mejorarla. Aunado a ello, se estudia la formación previa de los profesores del área de psicología del nivel medio superior y su consecuente influencia en la práctica educativa. Finalmente, se mencionan las cualidades que caracterizan a un buen docente, a fin de tomarlas en cuenta para la mejora continua.
 - b. Neurociencias y Educación. Presenta un marco conceptual de la Neuroeducación, sus alcances, limitaciones y retos a seguir, así como las críticas vertidas hacia este enfoque.

- c. Neuromitos en Educación. Recopila y enlista una serie de falsas ideas sobre el cerebro presentes en el ámbito educativo, y su posterior desmitificación con base en evidencia científica.
 - d. De primates a personas. Explica el origen evolutivo del cerebro desde sus inicios hasta su configuración actual. También se estudia de forma general, el desarrollo del sistema nervioso central, sus características, estructuras y funciones, así como los sistemas que lo conforman y la interacción entre ellos.
 - e. Neurobiología del aprendizaje. Ofrece elementos para conocer las características del cerebro adolescente, su relación con su comportamiento en el aula y cómo lo hace vulnerable a conductas de riesgo. Se revisan los procesos que subyacen al aprendizaje, tales como las funciones ejecutivas, entre las que se encuentra la atención, la memoria y las emociones, así como su adecuada estimulación. Aunados a hábitos adecuados de alimentación e hidratación, higiene de sueño y manejo del estrés. Para concluir, se presentan algunas consideraciones para modificar la forma de evaluación a partir de una retroalimentación efectiva que favorezca la metacognición y el logro de los aprendizajes.
2. **Método**. Como su nombre lo indica, muestra toda la metodología utilizada para la construcción de la presente investigación; desde la problemática que se pretende abordar y su fundamentación, pasando por las preguntas de investigación que dirigen el trabajo, hasta el procedimiento llevado a cabo para su realización.
 3. **Resultados de la evaluación diagnóstica**. En este apartado se presentan los datos que dieron pie a la construcción del curso.
 4. **Propuesta de capacitación**. Muestra parte del curso, el cual se desarrolló tomando en cuenta la evaluación diagnóstica y algunos de los principios y estrategias alineadas a la forma en que aprende el cerebro.
 5. **Resultados de la evaluación del curso**. Evidencia la valoración y retroalimentación hacia la propuesta por parte de un grupo multidisciplinario de expertos, las cuales permitieran realizar los ajustes necesarios.
 6. **Discusión**. Se señalan las conclusiones extraídas de los resultados obtenidos, los aportes, así como las principales limitaciones presentes a lo largo de todo el proceso de investigación y algunas sugerencias para su posterior manejo.

Capítulo I

Marco Teórico

1. Educación Media Superior

“México contra la pared. Ese muro infranqueable que un sistema educativo indefendible erige en torno a millones de mexicanos...Víctimas de una escuela pública que crea ciudadanos apáticos, entrenados para obedecer en vez de actuar. Educados para memorizar en vez de cuestionar. Entrenados para aceptar los problemas en vez de preguntarse cómo resolverlos...Sobrevivientes de una educación construida a base de mitos... Urge derribar la pared mediante un cambio de actitud, un cambio en los maestros y un cambio en las reglas...Urge mejorar a los maestros, porque ningún cambio puede hacerse sin o contra ellos, pero tampoco ningún cambio significativo puede dejar sin modificar profundamente la estructura institucional vigente, creada para un modelo autoritario y vertical, corporativo y opaco.”

Denise Dresser, *México Amurallado*

1.1 Panorama general

En México, la Educación Media Superior (EMS) también es conocida como bachillerato o preparatoria. Generalmente tiene una duración de tres años y la edad típica de quienes la cursan es de entre 15 y 17 años aproximadamente, sin embargo, no hay un consenso al respecto, ya que no todos los jóvenes siguen trayectorias escolares “regulares”. Está conformada por tres grandes modelos educativos (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2015):

- Bachillerato general: Tiene carácter propedéutico y prepara al estudiante en diferentes disciplinas, para que en el futuro pueda cursar estudios de tipo superior.
- Bachillerato tecnológico: Es bivalente, prepara a los estudiantes para el ingreso a la educación superior y los capacita para que tengan oportunidad de incorporarse en actividades profesionales.
- Profesional técnico: Forma a los estudiantes en actividades industriales y de servicios; los estudios que se imparten son de carácter terminal (profesional técnico) y bivalente (profesional técnico bachiller).

Por otra parte, su obligatoriedad está siendo entendida como la creación de espacios suficientes para dar acceso a quienes están egresando de la educación básica, sin considerar que también se trata de garantizar la permanencia de los jóvenes en la escuela, la conclusión oportuna de sus estudios y el logro de aprendizajes relevantes (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2013).

Hay quienes señalan que la implementación de la obligatoriedad lo único que ha garantizado es la desigualdad social y educativa, precarizando la economía. No solo porque el Estado no ha garantizado el acceso total de la juventud a estos espacios educativos, sino que ha generado estrategias de educación a distancia que han derivado en una ausencia en el desarrollo de habilidades psicosociales que permitan un desarrollo integral, y la falta de oportunidades para incorporarse al campo laboral (Sánchez, 2018).

El hecho es que obligatoria o no, el objetivo de la educación media superior es preparar a los jóvenes para su ingreso a la educación superior y para la vida laboral, así como contribuir a su desarrollo cultural y humano. Para ello, ha de existir una correspondencia entre las necesidades sociales y lo que requiere saber el estudiante al final de su paso por el bachillerato (Zorrilla, 2015).

1.2 Antecedentes contextuales e históricos

Con el objetivo de conocer un poco más acerca de la historia y el origen de la educación media superior, a continuación, se presenta un breve recorrido por aquellos sucesos que dieron lugar a la creación de sus principales instituciones, así como, su proceso de transformación desde su creación hasta la actualidad:

- Antigua Grecia y Roma: En esta época se ubicaba a las “*escuelas intermedias*” entre la educación elemental y la educación superior con el objetivo de preparar a los estudiantes para que pudieran llegar a la “*especulación filosófica y científica con suficiente capacidad intelectual*”, así como ofrecer instrumentos al joven para enfrentarse a la vida (Ortiz de Thomé, 1991).
- Influencia de la cultura española y francesa del siglo XVI Y XVII respectivamente: A través del tiempo, el bachillerato ha tenido influencia de sistemas educativos de otros países, así como de diversas filosofías educativas y pedagógicas. En el caso de las ideas de la cultura francesa, estas tenían un espíritu laico y reformador que penetraron profundamente en la enseñanza (Ortiz de Thomé, 1991).
- Independencia de México: En las instituciones educativas se percibían dos influencias; una conservadora y otra liberal, esta última pretendía dar un nuevo sentido a la educación para formar el nuevo tipo de ciudadano que se requería.

- Reformas educativas (1833): Se clausura la Real y Pontificia Universidad de México y se establece la Dirección General de Instrucción Pública, reformándose así la enseñanza superior y estableciéndose formal y legalmente los estudios preparatorios (Ortiz de Thomé, 1991).
- Creación de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP): En 1867 por decreto presidencial de Benito Juárez se crea dicha institución, bajo la dirección del Dr. Gabino Barreda, cuyo lema “*Amor, Orden y Progreso*” se inspira en los valores del positivismo. La Institución que se ubicaba en el edificio del Antiguo Colegio de San Ildefonso en la Ciudad de México (Neyra, 2010), representa el primer cimiento de la educación pública a nivel medio superior y uno de los máximos logros del liberalismo. La cual, tiene la enorme tarea de contribuir al desarrollo del país desde la ciencia, el arte y la filosofía (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2020).
- Plan de estudios para la Escuela Nacional Preparatoria: En 1922, se establece el nuevo plan de estudios, donde se puntualiza su carácter propedéutico para el ingreso a las escuelas superiores. Posteriormente, en 1932 se hacen modificaciones, pasando de bachillerato especializado a bachillerato general, sin perder la idea de preparación a las diversas carreras (Ortiz de Thomé, 1991).
- Creación del Instituto Politécnico Nacional (IPN): El sistema educativo mexicano continuó desarrollándose y ampliando la cobertura en sus diferentes niveles, y en 1936 se crea el Instituto Politécnico Nacional por Juan de Dios Bátiz que agrupó diversas escuelas dentro de una estructura especializada en la educación técnica, destacando la conversión de la Preparatoria Técnica y las Escuelas Profesionales de Altos Estudios Técnicos en *prevocacionales* y *vocacionales* (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2020).
- Aprobación del nuevo plan de estudios para la Escuela Nacional Preparatoria (1956): Se hace énfasis en la formación académica, aumenta su duración a tres años y se destaca la función esencialmente formativa del bachillerato. Sin embargo, años más tarde se produjeron numerosos cambios, lo que dio lugar a una gran diversidad de planes de estudio a nivel nacional.

- Explosión demográfica en la Ciudad de México y área metropolitana (década de los setenta): Se da lugar a una creciente demanda de la matrícula y la necesidad de contar con mayores instituciones de bachillerato. Se funda así el *Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM* (Neyra, 2010). Dos años más tarde, el *Colegio de Bachilleres* (COBACH) incluye dentro de su plan de estudios, la capacitación para el trabajo productivo (Ortiz de Thomé, 1991). También se renueva el sentido de la educación mediante una formación más amplia y flexible, cambiando hacia un modelo más pedagógico que preuniversitario, el cual se replica en todo el territorio nacional (ANUIES, 2020).

Con el objetivo de seguir ampliando la oferta educativa a la población en general, en 1978 se crea el *Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica* (CONALEP) para formar técnicos bachilleratos que puedan desempeñarse en ambientes de trabajo y fortalecer con ello, la vinculación con el mundo laboral y empresarial (ANUIES, 2020).

- Actualidad: México cuenta con el número más grande de jóvenes en toda su historia, lo que deriva en un aumento en la demanda del servicio educativo; eso y su obligatoriedad, ha establecido para el estado distintos desafíos. Entre los que se encuentran: universalizar el acceso, combatir el fenómeno de la deserción escolar y promover el aprendizaje de excelencia (Lorenzo & Zaragoza, 2014; ANUIES, 2020).

Derivado de lo anterior, a partir de 2019, se da inicio al proyecto educativo nacional denominado “Nueva Escuela Mexicana”, el cual busca desarrollar un modelo de formación acorde con el artículo 3° constitucional, en donde la educación, además de ser laica, gratuita y obligatoria, sea también universal, equitativa, incluyente, pluricultural, integral y de excelencia, con miras a formar ciudadanos que aporten al desarrollo de la sociedad y que cuenten con habilidades para adaptarse a los diferentes contextos y retos que impondrá el siglo XXI (Subsecretaría de Educación Media Superior, 2019).

1.3 Principales problemáticas

Varios autores consideran que, desde su nacimiento, este nivel educativo que surgió como una política derivada de la educación superior ha presentado serios problemas, que se explican a continuación:

- Escasa planeación y desarticulación

Por una parte, no existe integración vertical ni continuidad entre el currículum del nivel básico y del nivel medio superior, ni entre éste y el superior. Cada nivel tiene enfoques distintos. Además, no existe integración horizontal, vinculación, ni comunicación entre las diversas modalidades de la educación media superior (Gutiérrez, 2009).

- Diferentes enfoques y dispersión curricular

La universidad se enfoca en el desarrollo de la disciplina, mientras que el bachillerato, pretende la formación general de los ciudadanos. Por lo que, al colocar ambos estudios en un mismo contexto institucional y extenderse las condiciones de libertad de cátedra prevalecientes en el nivel superior al bachillerato, el resultado es una fragmentación inconexa de datos, enfoques y métodos, lo que a su vez fomenta la dispersión curricular, demandas sin sentido y exigencias simultáneas en las materias (Zorrilla, 2015).

- Exceso de contenidos

Los programas de las materias tienden a ser excesivamente incluyentes en contenidos, así como a recurrir de manera desmedida a los libros de texto, con frecuencia obsoletos o inadecuados, como la forma más concreta de transmitir conocimientos bajo la forma de información. Estas respuestas pedagógicas, auspician la memorización sin sentido e ignoran los procesos de apropiación del conocimiento tendientes a desarrollar en los alumnos las aptitudes académicas indispensables (Zorrilla, 2015).

- Uso excesivo de métodos expositivos

Es frecuente que los profesores utilicen métodos expositivos característicos de una docencia tradicional, los cuales presentan contenidos abstractos que se demanda sean memorizados más que entendidos (Zorrilla, 2015). Sin embargo, constituye una estrategia necesaria para grupos numerosos de alumnos, con quienes las posibilidades de interacción se ven seriamente disminuidas (Díaz-Barriga & Hernández, 2005).

➤ Deserción escolar

Lamentablemente, en el transcurso del ciclo escolar dos de cada diez alumnos, abandonarán sus estudios debido a cuestiones personales, familiares, socioeconómicas, entre otras (Hernández, 2017). Lo que indudablemente trae consecuencias educativas, pero también acrecienta las posibilidades de marginación, desempleo, delincuencia, etc. (Vidales, 2009).

Aunque se trata de un fenómeno complejo y multifactorial, también resulta ser un síntoma del funcionamiento del sistema, es decir, es el resultado de los distintos problemas de coordinación y segmentación institucional que se observan entre los distintos subsistemas, así como de los problemas observados en la formación docente, las interacciones pedagógicas en clase, el currículum, las prácticas de aula, las normas escolares punitivas, entre otros (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2019).

➤ Falta de preparación formal para la docencia

Jackson (2001) afirma, que los estudiantes que se preparan para enseñar en el nivel terciario y universitario rara vez cursan materias didácticas durante su carrera. La mayoría de ellos tampoco recibe capacitación dentro de sus propios departamentos académicos respecto de cómo enseñar la materia en la que se están especializando. De igual forma, los docentes que trabajan en estos niveles dedican menos tiempo al estudio formal de la enseñanza en comparación con sus colegas de escuelas primarias y secundarias.

En la actualidad, existen programas de capacitación de cobertura nacional para los maestros que laboran a nivel básico y medio, los cuales periódicamente son aplicados a través de cursos y talleres que ofrecen actualización respecto a teorías del aprendizaje y estrategias para el aprendizaje significativo. Sin embargo, a nivel medio superior, es difícil contar con un programa permanente de actualización y formación continua regido y coordinado a nivel federal, por lo que cada institución deberá desarrollar sus propias estrategias de profesionalización. Este interés, conlleva a establecer procedimientos para identificar necesidades de formación en cada institución educativa (Ramírez, 2009).

Finalmente, se presenta una imagen diagnóstica para conocer y establecer de manera clara las problemáticas específicas dentro del bachillerato:

Tabla 1. Problemáticas que prevalecen en el bachillerato.

Educación con calidad y equidad	Contenidos y actividades de aprendizaje	Dignificación y valorización del docente	Gobernanza del sistema educativo	Infraestructura educativa	Financiamiento y recursos
<ul style="list-style-type: none"> • Docente: carece de herramientas pedagógicas • Sobrepoblación en grupos • Estudiantado: bajo desarrollo de habilidades superiores de pensamiento • Habilidades tecnológicas insuficientes • Diversidad de la población estudiantil • Desconocimiento de técnicas de enseñanza especializada para estudiantes con NEE • Deserción escolar • Estudiantes: carecen de habilidades autodidactas • Contexto desfavorable del estudiante • Contexto escolar: violencia dentro del plantel 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de conocimiento y relación con el idioma inglés • Materiales educativos: ejemplos y ejercicios difíciles de aplicar • Desarticulación entre contenidos • Desinterés: las y los estudiantes no consideran importante estudiar • Contenidos curriculares de la asignatura: no responden a las necesidades del contexto • No es evidente la vinculación de los contenidos con el sector productivo • Poca relación de los contenidos con la vida, parecen abstractos y lejanos 	<ul style="list-style-type: none"> • Docentes: no recuperan lo mejor de sus clases para compartirlo o repetirlo • Carga administrativa: desconcentra al docente de sus actividades primordiales • Poca comunicación en cuanto al estudiantado y los contenidos • Cada docente trabaja de manera individual • Docente: dificultad para relacionarse con términos pedagógicos • Docente: desconocimiento de los elementos del proceso educativo • No se cuenta con ningún tipo de prestación laboral que respalde al personal • No existe convencimiento de ser docente o el trabajo no es socialmente reconocido • Falta de materiales: los materiales didácticos para la asignatura son obsoletos • Falta capacitación docente: no se ofertan cursos que permitan mejorar su práctica 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión limitada de la normativa escolar • No se cuenta con un plan de desarrollo en cuanto a infraestructura, condiciones docentes, formas de trabajo con el grupo de estudiantes y metas. No se consulta con la comunidad • Estrategias de comunicación con padres insuficientes para que se involucren • Se requieren convenios con empresas a nivel regional para emplear a los egresados • Se necesitan convenios con universidades para ampliar y profundizar la colaboración • Rezago educativo del estudiantado de nuevo ingreso • Se necesita vincular los perfiles de ingreso y egreso entre niveles educativos • Falta coordinación y colaboración de autoridades educativas a nivel: local, regional y nacional 	<ul style="list-style-type: none"> • El plantel no cuenta con servicios de telecomunicación y conectividad • Falta de espacios o áreas de desarrollo académico para realizar prácticas • Equipamiento insuficiente de la biblioteca, contenidos no atienden necesidades • Equipamiento de laboratorios insuficiente, material obsoleto • Bancas que tiene el aula están en malas condiciones y son insuficientes • Falta de recursos humanos: no se cuenta con el área de Psicología Educativa • Falta de servicios básicos como agua potable • Falta de acompañamiento a estudiantes con problemas emocionales y personales • Insuficiencia de salones para atender necesidades de las y los estudiantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforzar mecanismos de colaboración y operación • Recursos económicos no se utilizan eficientemente y no se distribuyen como se requiere • Falta participación económica social y/o empresarial • No se recibe ningún tipo de donación • Faltan mecanismos confiables de transparencia y rendición de cuentas • El único tipo de financiamiento es gubernamental • No es muy claro en qué y cómo se ha utilizado el dinero que se asigna

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de ANUIES (2020).

1.4 Necesidades y propuestas de solución

Con el objetivo de replantear el modelo educativo surgido en 2008 con la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) y mejorar la educación de nuestro país, en 2018 se crearon espacios de diálogo a través de Foros de Consulta sobre Educación Media Superior y Educación Superior, en donde los agentes involucrados en dicho subsistema (docentes, líderes de magisterio y otros agentes relacionados) expusieron sus necesidades reales (Arroyo, 2019). A partir de esta discusión, se plantearon una serie de políticas públicas que pretenden dar respuesta a las problemáticas expuestas relacionadas con:

- *Educación con calidad y equidad:* Reconocer las necesidades reales de los estudiantes, adecuar el currículum, lograr el acceso, permanencia y egreso con los aprendizajes esperados.
- *Contenidos y actividades de aprendizaje:* Fortalecer el significado del aprendizaje, motivar el interés, crear recursos didácticos adecuados, incorporar una oferta relacionada con la vida diaria y expectativas a futuro.
- *Dignificación y revalorización del docente:* Reconocer su formación profesional y fortalezas. Crear programas de formación, actualización y capacitación en conocimientos, pedagogía, didáctica y tecnología.
- *Infraestructura educativa:* Generar condiciones apropiadas y servicios que respondan a los requerimientos de las asignaturas.
- *Gobernanza del sistema educativo:* Favorecer, armonizar y coordinar la operación integral de los subsistemas a nivel nacional, regional y local.
- *Financiamiento y recursos:* Generar un presupuesto adecuado basado en el establecimiento de proyectos a corto, mediano y largo plazo.

Como se mencionó al principio, para fines de este proyecto de investigación, la propuesta estará centrada en la formación docente, la cual tenga un impacto positivo y de mayor alcance para dar respuesta a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

1.5 Formación de los profesores de psicología

La enseñanza de la Psicología en México se inicia en 1893 con la asignatura de *Psicología Moral*, integrada al plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria (Zanatta & Camarena, 2012). Fue el director Ezequiel A. Chávez, el primero en interesarse por la disciplina y proponer su obligatoriedad en la institución (López, 1997).

No obstante, es hasta 1937 que se empiezan a formar los primeros psicólogos de manera profesional dentro de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. El claustro de profesores estaba conformado por profesionales de diversas áreas; psicoanalistas, psiquiatras, abogados y filósofos, lo que contribuyó a una indefinición del perfil profesional docente y de los contenidos curriculares (Zanatta & Camarena, 2012).

Según Castañeda (1995), la rápida expansión de los programas de psicología se vio acompañada de un proceso de improvisación de los profesores. En las décadas setenta y ochenta, se incorporó a las plantas docentes a estudiantes recién egresados que no tenían estudios de posgrado ni práctica profesional, caracterizándose por ser meros repetidores de textos y del modelo de práctica de los profesores con los que se habían identificado (Zanatta & Camarena, 2012), situación que no ha cambiado del todo.

Los docentes universitarios de psicología asumen que no necesitan tener una preparación como profesores, al suponer que por haber terminado la carrera o estar ejerciendo, esto los habilita automáticamente para enseñarla, además de considerar a la docencia una actividad fácil y sencilla (Guzmán & Guzmán, 2016).

Es alarmante que la formación para enseñar la disciplina no reciba la atención que merece, que haya una carencia de programas institucionalizados permanentes, y sistematizados de preparación docente, dando como resultado que los profesores adquieran habilidades en la práctica por medio de ensayo y error, o en el mejor de los casos como producto del interés personal por actualizarse tanto disciplinaria como pedagógicamente (Guzmán & Guzmán, 2016).

Derivado de esta falta de preparación formal para la docencia, a nivel institucional se han realizado algunos esfuerzos por garantizar la formación y actualización de los profesores de psicología y de otras áreas, tal es el caso de la Universidad Nacional Autónoma de México, la cual creó en el año 2003, la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS).

1.6 La enseñanza de la psicología

La asignatura de Psicología dentro del plan y programa de estudios de bachillerato de la UNAM, se ubica en los últimos semestres, en el caso del Colegio de Ciencias y Humanidades como una materia optativa y como obligatoria en la Escuela Nacional Preparatoria. Ambas de carácter formativo y propedéutico, cuyo propósito es contribuir a que el alumno adquiriera una cultura básica y particular de la disciplina, sustentada con fundamentos científicos, que le permitan comprender los fenómenos conductuales, cognitivos, de personalidad y sociales manifiestos en los diferentes entornos en los que se desenvuelve, desarrollar un pensamiento crítico-reflexivo para la resolución de problemas y la toma de decisiones razonadas, así como al aprecio de la salud corporal y psicológica que promuevan su conservación y mejoren la calidad de vida (Alfaro et al., 2016; ENP, 2018).

Se considera que una de las principales razones para ofrecer nuestra disciplina en este nivel educativo, es que sea útil para la etapa de la vida en la que se encuentran los adolescentes, así como para afrontar de la mejor manera ciertas problemáticas tales como la crisis de identidad, el ejercicio responsable de la sexualidad, los problemas de pareja o de relaciones interpersonales, el consumo de alcohol y otras drogas, la violencia intrafamiliar, entre otras. De igual manera, es necesario aclarar ciertos estereotipos que se tienen sobre la Psicología (Guzmán & Guzmán, 2016). Desmitificar la idea de que se trata de una materia de sentido común y no científica, eliminar la imagen estereotipada del psicólogo y su labor, así como prevenir el riesgo de recurrir a pseudopsicologías en búsqueda de una solución a diversos problemas de la vida cotidiana.

Por otra parte, se sabe que actualmente muchos de los docentes de psicología a nivel bachillerato son egresados de diversas universidades públicas y privadas, y algunos de ellos imparten clases, tanto a nivel superior, como medio superior. En ambos casos, la mayoría no tiene una preparación pedagógica especializada para enseñar contenidos psicológicos, por lo que suelen imitar el estilo de alguno de sus profesores, improvisar o ir adaptando su clase de acuerdo con las circunstancias. Considerar todos estos aspectos puede ayudarnos a dilucidar cómo es que se imparte la asignatura de psicología en el bachillerato.

Por ejemplo, investigaciones a nivel internacional como las de Compagnucci, Cardos y Ojeda (2002), nos muestran que la enseñanza y práctica docente de la psicología, tanto a nivel superior como medio superior, es muy similar:

- **Clases.** Generalmente tienen una metodología estructurada; el docente primero expone el tema y posteriormente, propone a los alumnos desarrollar el trabajo de forma individual. Antes de finalizar la clase, no se observa una actividad de cierre, ya sea a través de una conclusión por parte del docente, de una puesta en común realizada por los alumnos, o de alguna otra actividad.
- **Contenidos.** Estos se verbalizan y explican a través de conceptos, el profesor suele remitirse a las teorías sin mencionar autores, o bien, señala a éstos últimos sin hacer referencia a las teorías o contextualización histórica correspondiente. Transmite los conocimientos en forma expositiva, privilegia la interpretación subjetiva de los contenidos disciplinares por encima de aquellos surgidos de la investigación científica. Generalmente, recurre al mismo texto desactualizado y descontextualizado.
- **Contrato pedagógico** (acuerdos entre el docente y los alumnos). Se reduce al abordaje temático de los conceptos sin explicar la metodología, los recursos ni los criterios de evaluación. Tampoco se considera la distribución de responsabilidades y el uso del tiempo.
- **Utilización de recursos.** La tendencia predominante es el uso del pizarrón, seguida por material bibliográfico fotocopiado y las guías de lectura. Otros recursos, tales como libros, láminas, manuales de pruebas, recortes periodísticos, objetos e imágenes, son incorporados a la clase en un mínimo porcentaje de casos.

En conclusión, la falta de preparación didáctica y pedagógica para impartir la asignatura podría de forma no intencionada, contribuir con una impresión negativa de la psicología y su estudio, favorecer conocimientos imprecisos o no esenciales de la disciplina, o desacreditar su utilidad. De ahí la importancia de brindar a los profesores mayores oportunidades de capacitación que fortalezcan su labor en beneficio de sus estudiantes.

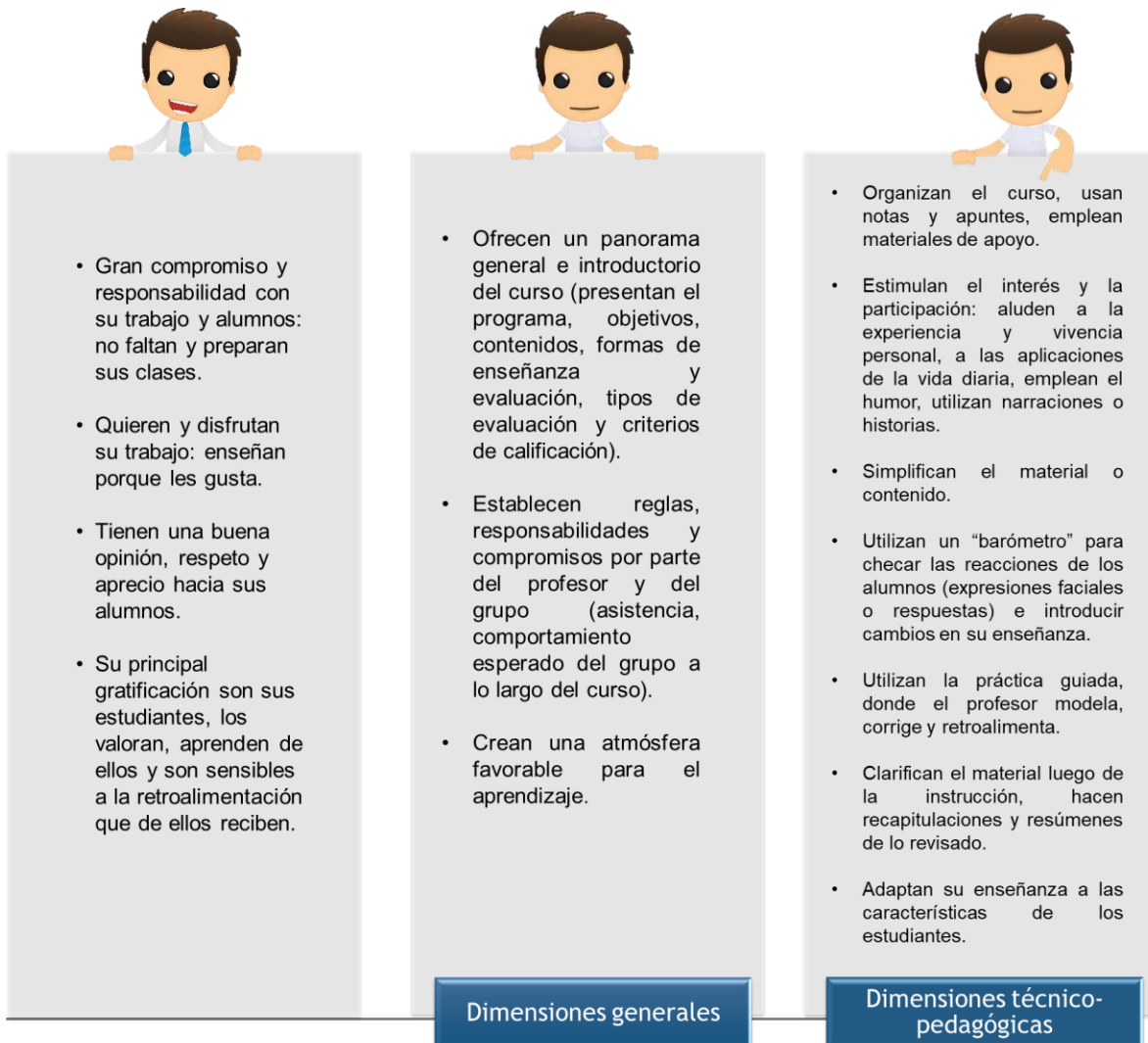
1.7 El arte de enseñar: maestros que dejan huella

“Puedes tener doctorado o maestría, ser idóneo de acuerdo con un examen que aprobaste, conocer las teorías actuales, dominar métodos y técnicas, aplicar estrategias eficaces e innovadoras, pero si no tocas el corazón de tus alumnos con amor y tacto pedagógico no se lograrán los aprendizajes para la vida”
Anónimo

¿Qué características debe tener un buen docente?

Si queremos contar con mejores docentes, debemos investigar qué elementos son comunes a los grandes maestros de distintas disciplinas, reconocidos por sus alumnos y colegas, y orientar a los estudiantes sobre las peores clases que han cursado, para reconocer las características negativas que comparten.

Muestra clara de ello, es el estudio realizado por Guzmán & Guzmán (2016), quienes entrevistaron a profesores de la Facultad de Psicología de la UNAM, considerados por el 90-100% de sus estudiantes de grupo como buenos docentes, los cuales mostraron las siguientes características:



1.8 Factores clave en el aprendizaje

“Lo que los docentes hacen importa cuando monitorean el impacto que generan y utilizan esa información para la enseñanza y la intervención”
John Hattie

¿Qué funciona mejor para el rendimiento de los estudiantes?

Una de las investigaciones educativas más influyentes en la actualidad es la realizada por Hattie (2009), quien a lo largo de 15 años ha revisado y sintetizado más de 800 metaanálisis, que comprenden más de 50,000 estudios realizados sobre millones de alumnos en todo el mundo. El objetivo de su trabajo fue identificar qué variables son las más importantes para mejorar el aprendizaje. Para ello, se dedicó a calcular el “tamaño de efecto” o magnitud del impacto que tiene en cada alumno una determinada práctica o estrategia, a partir de mediciones de su desempeño previas y posteriores a la evaluación, asignándoles una puntuación entre -0.4 y 1.5. Los puntajes negativos son influencias que producen un retroceso en el aprendizaje, mientras que cualquier cosa por encima de 0.4 tendría un mayor efecto positivo.

Originalmente, Hattie (2009) estudió seis áreas que contribuyen al aprendizaje: el estudiante, el hogar, la escuela, el plan de estudios, el profesor y, las estrategias de enseñanza (la lista actualizada también incluye al aula y la tecnología) (Corwin, 2019; Waak, 2020).

Presentó los tamaños del efecto de distintas prácticas educativas utilizadas con frecuencia en un barómetro gráfico, donde ubicó los distintos valores que corresponden a una influencia negativa, baja, media y alta (Ver figura 1).

En general, lo que hace el autor de este estudio es promover un modelo centrado en el aprendizaje y la enseñanza visible, en donde los docentes reflexionen y cuestionen si los métodos que utilizan realmente funcionan, además de hacer consciente en todo momento al alumno de su ubicación en el proceso de aprendizaje y entonces, dirigir esfuerzos hacia la mejora.

Figura 1. Evidencias en educación y aprendizaje visible



PRÁCTICAS QUE PRODUCEN LOS EFECTOS DESEADOS

Eficacia colectiva docente	1.57	Discusión en clase	.82
Autoevaluación	1.33	Claridad del maestro	.75
Respuesta a la intervención	1.29	Retroalimentación	.70
Programas basados en Piaget	1.28	Instrucción directa	.60
Credibilidad del maestro	.90	Proporcionar evaluación formativa	.48

PRÁCTICAS QUE PRODUCEN EL EFECTO TÍPICO DEL MAESTRO

Gestión del aula	.35	Tarea	.29
Agrupamiento de habilidades	.30	Integración/Inclusión	.27
Enseñar a tomar exámenes	.30	Reducir el tamaño de la clase	.21

PRÁCTICAS QUE PRODUCEN EFECTOS DE DESARROLLO

Enseñanza en equipo	.19	Mentoría (apoyo)	.12
Aprendizaje basado en la web	.18	Música de fondo	.10
One-on-one laptops (implementación de tecnología)	.16	Humor	.06

PRÁCTICAS QUE PRODUCEN EFECTOS INVERSOS

Vacaciones de verano	-.02	Retención (frenar al estudiante)	-.32
Falta de sueño	-.05	Moverse entre las escuelas	-.34
Suspensión/expulsión de estudiantes	-.20	Aburrimiento	-.49

Fuente: Imagen adaptada de Corwin (2017).

Finalmente, Hattie (2017) sostiene que los profesores son la mayor influencia en el logro del estudiante e identifica 5 características de los docentes expertos a considerar:

- 1. Identifican las formas más importantes para representar las materias que enseñan.** El conocimiento de la asignatura o materia no mejora el rendimiento de los estudiantes sino la forma en que se organiza y utiliza. Los expertos poseen un conocimiento más integrado, pueden incorporarlo al conocimiento previo del alumno; relacionar el contenido de la lección con otras materias; y adaptar sus clases de acuerdo con las necesidades de los estudiantes.
- 2. Crean un clima óptimo para el aprendizaje.** Favorecen aulas en las que los errores son bienvenidos y forman parte del proceso de aprendizaje, desarrollan un ambiente de confianza entre el profesor y el alumno, y entre los propios alumnos. Un ambiente en donde el aprendizaje se concibe como algo espontáneo, algo en lo que vale la pena implicarse y todos participan para lograrlo. Rara vez se asume que el proceso de aprendizaje es lineal, exige compromiso y esfuerzo.
- 3. Creen que todos los estudiantes pueden alcanzar los criterios de éxito.** Asumen que la inteligencia puede cambiar en lugar de ser fija. Sienten un gran respeto por sus alumnos y demuestran su preocupación, además de comprometerse apasionadamente, mostrando el entusiasmo que supone que todos pueden alcanzar el éxito.
- 4. Monitorean el aprendizaje y proporcionan retroalimentación.** Saben que una lección nunca es la misma, ven el progreso del estudiante como información sobre el efecto que tiene en el aprendizaje. Buscan y proporcionan *feedback* oportuno, pueden anticipar cuando disminuye el interés, saber quién no está comprendiendo, así como desarrollar y poner a prueba hipótesis sobre los efectos de su enseñanza.
- 5. Influyen en una amplia gama de resultados, no solo en los resultados de las pruebas.** Ayudan a los alumnos a permanecer en la escuela, a desarrollar comprensión profunda y conceptual, a desarrollar múltiples estrategias de aprendizaje, a tener respeto por ellos mismos y por los demás, y a desarrollarse como ciudadanos activos.

2. Neurociencias y Educación: de la evidencia al aula

“Es muy importante comprender las bases neurobiológicas del aprendizaje para no cometer errores en las reformas de nuestro sistema educativo”
Manfred Spitzer

Los recientes avances en el campo de la neurociencia han permitido conocer más sobre el cerebro que en toda la historia de la humanidad, lo que, a su vez, ha aumentado significativamente su relevancia para el ámbito educativo. Tales han sido los aportes de esta ciencia desde los 90 con la llamada “*Década del Cerebro*”, que al siglo XXI se le recordará como el “*Siglo de las Neurociencias*”. Y aunque aún queda mucho por saber, ya se tienen numerosas herramientas que pueden utilizarse en la educación (Fernández, 2021).

Dicho lo anterior, el objetivo de este apartado es exponer la evidencia científica disponible, relativa a los aportes de las neurociencias, de cara a descubrir sus implicaciones para el campo educativo. Para ello, primero se revisarán las diferentes vertientes de la Neurociencia y su relación con el surgimiento de la Neuroeducación. Además de señalar los diferentes conceptos utilizados para referirse a esta ciencia emergente, definir su área de estudio, sus alcances, limitaciones y áreas de oportunidad. Por último, se discute el nuevo rol de los docentes en esta búsqueda por crear puentes entre la investigación neurocientífica y la educación.

2.1 Hacia una conceptualización de la Neuroeducación

“Una nueva forma de considerar esta disciplina es pensarla como un bebé nacido de padres adolescentes”
Tokuhama, 2011

Para comprender a qué se hace referencia cuando se habla de Neuroeducación dentro de este trabajo, es necesario explicar de forma más precisa algunos conceptos básicos a considerar, pues establecer estas diferencias evitará que el lector, caiga en confusiones. Quizá sea útil empezar por describir el campo de la neurociencia y sus salidas profesionales para llegar a un estudio más profundo sobre el tema en cuestión:

- ∞ Neurociencia. Es una disciplina que estudia el sistema nervioso (especialmente el cerebro), su anatomía, química, fisiología, desarrollo y funcionamiento. La investigación de los neurocientíficos abarca desde estudios de genética molecular hasta el estudio de la conducta social (Carlson, 2014).

Tradicionalmente se ha considerado una subdisciplina de la biología, pero actualmente es un activo campo multidisciplinar, en el que trabajan también psicólogos, químicos, lingüísticas, genetistas, científicos de la computación, entre otros, lo que le permite tener una visión del cerebro humano mucho más amplia y así avanzar tanto en el campo clínico como en otros campos o disciplinas. Actualmente podemos identificar cuatro distintas ramas de la neurociencia: la cognitiva, la afectiva o emocional, la social y la educativa. A partir de los estudios realizados en cada una, el sistema educativo tiene la posibilidad de transformarse y fortalecerse (Campos, 2014).

- ☞ Neurociencia de la conducta: Se trata de una rama de la neurociencia que estudia la fisiología de la conducta, principalmente realizando experimentos fisiológicos y comportamentales con animales de laboratorio. En ocasiones recibe el nombre de *psicología fisiológica, psicobiología, psicología biológica o biopsicología*. Los neurocientíficos de la conducta, combinan los métodos experimentales de la psicología y de la fisiología para aplicarlos al estudio de los procesos perceptivos, el control de movimiento, el sueño y la vigilia, la conducta reproductora, la conducta de ingesta, la conducta emocional, el lenguaje, el aprendizaje y la memoria. En los últimos años también ha empezado a investigar la fisiología de estados patológicos humanos como las adicciones y los trastornos mentales (Carlson, 2014).

- ☞ Neurología: Por su parte, los neurólogos son médicos implicados en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del sistema nervioso. Algunos de ellos, estudian la conducta de personas cuyo cerebro ha sido dañado por causas naturales, utilizando sofisticados instrumentos de exploración cerebral para examinar la actividad de diversas regiones del encéfalo cuando el sujeto realiza diversos tipos de tareas (Carlson, 2014).

- ☞ Neurociencia cognitiva (o neuropsicología experimental): Incluye científicos con un doctorado (por lo general en psicología) y formación especializada en los principios y procedimientos de la neurología. Por tanto, también realizan una investigación similar a los neurólogos interesados en los procesos cognitivos, psicológicos, emocionales y de comportamiento de las personas con una lesión, daño o funcionamiento anómalo (Carlson, 2014).

- ☞ Neuropsicología: Es una disciplina que estudia las relaciones entre cerebro y conducta, se interesa más precisamente por las bases neuroanatómicas de los comportamientos superiores llamados funciones corticales superiores (lenguaje, memoria, orientación espaciotemporal, esquema corporal, psicomotricidad, gnosias, praxias y asimetrías cerebrales) y las patologías que de ella se derivan (De la Barrera & Donolo, 2010).

- ☞ Neuropsicología Educativa: Traslada los hallazgos de las neurociencias al entorno educativo para abordar clínicamente los problemas cognitivos y de aprendizaje que se presentan en las aulas (Pherez, Vargas, & Jerez, 2018).

- ☞ Neurociencia Educativa: Consiste en una nueva rama de la neurociencia que estudia la evolución y las bases neurobiológicas del aprendizaje y otras funciones cerebrales que influyen en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es un campo científico emergente que vincula la biología, la ciencia cognitiva (psicología cognitiva, neurociencia cognitiva), la ciencia del desarrollo (neurodesarrollo) y la educación, principalmente para investigar las bases biológicas de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Su estructuración, fortalecimiento y consolidación se darán a medida que se construya un trabajo inter y multidisciplinario, que permita la construcción de una nueva epistemología común a todas las ciencias, dando así un carácter transdisciplinario (Campos, 2014). El proyecto en sí busca construir puentes teóricos y metodológicos que propicien una dinámica creativa entre educadores e investigadores, trascendiendo así las tradicionales fronteras entre la teoría y la práctica (Battro, 2011; Howard-Jones, 2011).

En este punto, es donde entran un sinnúmero de conceptos relacionados con la Neuroeducación, ya que este ha sido empleado de forma análoga y muy diversa por varios países en todo el mundo, así, se suele hablar de “*Ciencia de la Mente, el Cerebro y la Educación (MBE)*” “*Neuropsicoeducación*”, “*Neurociencia Educativa*”, “*Neurociencias aplicadas a la Educación*”, “*Neurodidáctica*”, “*Neuroaprendizaje*”, “*Neuropedagogía*”, por mencionar algunos. Sin embargo, esta falta de unificación conceptual y términos mal empleados e indiscriminados, podrían llevarnos a una confusión teórica en neófitos del tema, sobre todo al encontrar reiteradamente el prefijo “neuro” en la literatura, y querer diferenciarlos de otros conceptos como la neuropsicología.

Parece más conveniente retomar la definición que nos ofrece Campos (2010), al señalar a la Neuroeducación como:

“Una nueva línea de pensamiento y acción en la que confluyen las Neurociencias, la Psicología y la Educación. Su objetivo principal es acercar a los padres y educadores a los conocimientos relacionados con el funcionamiento del cerebro. La Neuroeducación posibilita la comprensión de los mecanismos cerebrales que subyacen al aprendizaje, a la memoria, al lenguaje, a los sistemas sensoriales y motores, a la atención, a las emociones, al comportamiento, entre otros. Además, ayuda a reconocer los factores de riesgo para el desarrollo cerebral, entre los cuales están la desnutrición, las emociones negativas, la anemia, el alto nivel de estrés, el maltrato verbal o físico, por citar algunos”.

Lo anterior, implica una rigurosa formación interdisciplinaria para fomentar la unión entre investigación educativa y práctica educativa. En este sentido, la Neuroeducación ayuda a formar en los docentes las bases de un conocimiento científico que carece el sistema educativo para contribuir significativamente con la innovación y transformación de los procesos de aprendizaje, enseñanza y desarrollo humano.

2.2 Aportes de las neurociencias al campo educativo

“El conocimiento científico no tiene sentido si se queda encerrado en las cuatro paredes de un laboratorio. Su propósito es mejorar la vida de las personas. Aprender sobre el cerebro tiene que ser un derecho no solo para los docentes sino para los estudiantes”
Rosana Fernández

Anteriormente, los docentes se debían contentar con la observación de los resultados de las estrategias pedagógicas que aplicaban y a partir de ella, decidían conservarlas, modificarlas o descartarlas (Fernández, 2012). Sin embargo, las tecnologías de imagenología y las técnicas electroencefalográficas han permitido la observación al cerebro en vivo, para comprender algo más sobre las funciones perceptuales, cognitivas y emocionales, con sus consecuentes implicaciones para el ámbito educativo (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2009).

De tal suerte que, según Pérez (2015), la Neurociencia nos aporta cuatro elementos:

- Innovación
La posibilidad de contar con las técnicas más modernas de imagen como la resonancia magnética funcional, o la tomografía por emisión de positrones, nos permite conocer los procesos cerebrales que se están llevando a cabo durante el aprendizaje y desarrollar técnicas de enseñanza más efectivas.
- Objetividad
Hasta ahora, muchos maestros, profesores y educadores, se han basado en su experiencia, intuición u opiniones para identificar aquellas estrategias metodológicas más efectivas. Por supuesto que los factores anteriores son claves para desarrollar métodos de enseñanza con éxito, pero ahora la neurociencia puede corroborar con mayor certeza qué efectos produce cada método de enseñanza en el cerebro de los niños o de cualquier alumno. Así mismo, la mayoría de los estudios en el área pedagógica y psicología educativa, aportaban elementos poco claros sin el uso de métodos y tecnología que la neurociencia emplea, lo que permite obtener evidencias más sólidas.
- Intervención
Gracias a las aportaciones de disciplinas como la psicología y la neurociencia, cada vez se podrá intervenir con antelación para minimizar el impacto de determinados trastornos del aprendizaje.
- Un camino a seguir
La Neuroeducación no nos aporta un manual de instrucciones infalible o un libro de recetas mágicas que solucione todos los problemas que puedan darse en el aula, pero nos muestra algunas de las claves fundamentales para conseguir un aprendizaje significativo y duradero tanto para niños como para adultos.

Por su parte, el nuevo enfoque de la Neuroeducación enriquecerá tremendamente la actividad docente, el proceso de aprendizaje del alumno y nuestro conocimiento sobre el ser humano (Battro, 2011). Ya que no solo ha posibilitado el estudio sobre los procesos de adquisición y enseñanza de la lengua y las matemáticas, sino los procesos cerebrales de la memoria, las emociones, la atención, la relación entre el sueño y la cognición, la importancia del ejercicio físico, los tiempos de aprendizaje (cronoeducación), así como la relación entre emoción y cognición (Battro, 2011; Pallarés, 2015). De igual forma, permite

tener una visión más amplia sobre los procesos de aprendizaje, el abordaje de la disciplina en el aula, los problemas de enseñanza y aprendizaje, las prácticas de instrucción y los métodos de evaluación de una forma innovadora y desde diferentes puntos de vista (Tokuhama, 2011b).

Campos (2014) y más recientemente, Araya & Espinoza (2020), analizan y resumen los aportes teóricos desde las Neurociencias para orientar el rol docente y las prácticas educativas que permitan optimizar los aprendizajes:

1. La herencia genética y el ambiente influyen en el desarrollo cerebral.

Actualmente, ya no se debate si es la herencia genética o el ambiente el que más influye en el desarrollo: hay evidencia científica que ambos factores intervienen. Abordar tanto los factores genéticos como los ambientales, propiciará mejores oportunidades de desarrollo, al partir de:

- Conocer individualmente a cada estudiante
- Estructurar un entorno educativo adecuado
- Fomentar experiencias significativas
- Garantizar un ambiente seguro y protector
- Brindar soporte a las familias para que mejoren sus patrones de crianza

2. El cerebro es plástico y existen periodos sensibles para el aprendizaje. Todo

lo que aprendemos y las nuevas habilidades que vamos adquiriendo tienen que ver con la capacidad plástica del cerebro, la cual le permite conformar nuevos circuitos nerviosos o reforzar los existentes. Sin embargo, necesita de los estímulos provenientes del ambiente para que se desarrollen. El cerebro adolescente se encuentra en un periodo donde es especialmente susceptible a las experiencias, ya que los circuitos neuronales son más plásticos y receptivos a la estimulación ambiental, lo que implica:

- Ofrecer experiencias de calidad con frecuencia, intensidad y duración variable.
- Entender que todas las personas pueden aprender, aún aquellos estudiantes menos activos, más lentos o callados.
- Cuidar nuestras intervenciones; todo lo que hacemos o dejamos de hacer en el salón de clase, tiene un impacto, la plasticidad del cerebro lo modela tanto de forma positiva como negativa.

3. Las situaciones de estrés tóxico cambian el cerebro y afectan las habilidades cognitivas, emocionales y sociales.

Las Neurociencias han demostrado que las emociones positivas facilitan la memoria y el aprendizaje. A nivel neurofisiológico, activan el hipocampo, anclando mejor los conocimientos obtenidos. De este modo, produce recuerdos fuertemente sostenidos en la memoria a largo plazo, con mayores posibilidades de ser recuperado y por tanto consolidado.

Si las emociones que se asocian a la experiencia de aprendizaje son de carácter negativo (ansiedad, miedo, nerviosismo, preocupación, tristeza o ira), actuarían como barreras del proceso de enseñanza-aprendizaje. Entorpecerían el anclaje de los conocimientos nuevos en la mente debido a la liberación de cortisol. De forma crónica, estas situaciones negativas podrían causar trastornos en los procesos cognitivos fundamentales para el rendimiento académico y el aprendizaje de competencias. Por tanto, habría que:

- Considerar a la enseñanza en sí misma como una experiencia emocional en la que intervienen tanto procesos cognitivos como afectivos.
- Autorregular las emociones en el propio aprendizaje, tanto en los aprendices como en los enseñantes .

4. La nutrición influye en el desarrollo y maduración cerebral.

El cerebro requiere de determinados nutrientes, además de agua, glucosa, sal, entre otros, para cumplir con sus funciones esenciales como la neurotransmisión y la neurogénesis, así como para protegerse contra el estrés tóxico. Se ha demostrado que la alimentación tiene relación directa con el desarrollo y funcionamiento cerebral. El estado nutricional, por ejemplo, afecta la memoria, los niveles de atención, el comportamiento, la cognición, entre otros. Existen ciertos nutrientes que ejercen mayor influencia y tienen más impacto en el cerebro que otros, dependiendo también de la región y circuitos neurales que afectan. Entre estos, están las proteínas, las grasas, las vitaminas, etc. Mecanismos como la sinaptogénesis, la mielinización, la neurotransmisión, tienen relación directa con la sincronización del tiempo y las dosis, o con la deficiencia de estos nutrientes.

5. Un sueño adecuado beneficia la memoria y consolida el aprendizaje.

Se solía pensar que el sueño era un momento en el que el cerebro se tomaba un descanso disminuyendo su actividad. En realidad, algunas partes están más activas durante

el sueño que cuando estamos despiertos. Actualmente se sabe que además de ser un agente importante para el desarrollo y funcionamiento del cerebro, es fundamental para la consolidación de la memoria a largo plazo y el afianzamiento de aprendizajes. La falta de sueño disminuye la memoria, la atención, nos hace tomar peores decisiones, hace que seamos más propensos a sufrir depresión y que seamos más lentos en reaccionar. Así, no es de sorprender que un estudiante que no duerme adecuadamente no sea capaz de aprender de forma eficaz, dado que se ha comprobado que durante el sueño profundo (fase REM) se procesan las experiencias del día y se consolidan los aprendizajes. Todo lo anterior implica:

- Comprender que dormir adecuadamente reduce los niveles de estrés y promueve la capacidad memorística.
- Prevenir las alteraciones del sueño a partir de medidas de higiene del sueño.

6. El proceso de neurodesarrollo y sus dimensiones son fundamentales. El crecimiento y desarrollo del sistema nervioso y del cerebro, explica el desarrollo progresivo de habilidades. Empieza desde el vientre materno y es el resultado de una interacción dinámica entre factores genéticos y ambientales. En los primeros años de vida, las experiencias que vive el individuo afectan de otra forma este complejo proceso. Posteriormente, la maduración que se va alcanzando, permite el despertar de muchas habilidades que conformarán seis dimensiones básicas del desarrollo humano:

- a) Dimensión sensorial: A través de los sentidos se descubre el mundo y se construye el conocimiento. Todas las actividades, juegos, objetos, experiencias a los que se está expuesto, van aportando información esencial para las demás dimensiones, principalmente la cognitiva. Por tanto, la organización de los recursos y la planificación de actividades sensorio-perceptivas deben estar presentes en los programas curriculares.
- b) Dimensión emocional: Los estudios en neurociencia afectiva demuestran que es esencial considerar el mundo emocional de los estudiantes y educar sus emociones. Es importante procurar un ambiente emocional adecuado, cuidando los ejemplos que tienen de comportamiento, ya que la mayor parte de las emociones que sentimos son sociales, o sea, son aprendidas del contexto

sociocultural. Asimismo, la ciencia muestra que a mayor nivel de apego menos presencia de estrés tóxico, y mejores condiciones de desarrollo emocional. Por ello, se sugiere:

- Cuidar el ambiente donde aprenden
- Crear situaciones de vínculo y generar confianza
- Estar autorregulados y sentirnos bien emocionalmente
- Ser un buen ejemplo, con buenos patrones mentales y comportamentales

c) Dimensión motora. Es de alta relevancia que los estudiantes se desenvuelvan en ambientes que les ofrezcan diversas actividades que promuevan su desarrollo integral y eleve sus niveles de aprendizaje. A nivel neuronal, permite mayor oxigenación del cerebro, actúa como neuroprotector, el estrés celular leve que produce genera mayores grados de motivación y atención, mejorando el nivel académico y disminuyendo los niveles de estrés. Además, mejora las funciones cognitivas, mejora la predisposición física y psicológica hacia el aprendizaje, mejora la autoestima, entre otras.

a) Dimensión social. Es en el entorno social que aprendemos y desarrollamos habilidades sociales. Conforme avanza el proceso de neurodesarrollo, diferentes circuitos prefrontales comienzan a asumir el rol de inhibir las respuestas de los circuitos subcorticales, facilitando así la autorregulación social y prosocial, indispensables para vivir en sociedad. La sugerencia es:

- Promover un ambiente en donde los profesores no solo enseñen, sino que también se comporten de un modo asertivo
- Mostrar habilidades sociales adecuadas y autorregulación
- Fomentar el aprendizaje compartido

b) Dimensión moral. Este componente implica todos los valores, principios, códigos de conducta y reglas internas que guían a los individuos hacia un comportamiento, que permite que las demás personas vivan en armonía. Para su adecuado desarrollo, se deben fortalecer modelos de comportamiento adecuados, pequeñas conductas que poco a poco, se transformarán hasta llegar al complejo razonamiento moral. Actualmente, estudios en neurociencia vienen evidenciando que a diferencia de lo que se pensaba anteriormente, bebés preverbales pueden

dar indicios de pensamiento moral y a partir de las experiencias en su contexto sociocultural, del ejemplo que tienen en las personas que están a su alrededor, van desarrollando la conciencia de las normas, el juicio moral y el sentido de moralidad. Las investigaciones han demostrado que la empatía y la reciprocidad son dos grandes pilares que la sustentan. Por ello, se puede:

- Establecer pautas o modelos para la resolución de problemas
- Guiar o mediar la integración de ideas, valores y actitudes a la enseñanza

c) Dimensión cognitiva. Aunque durante muchos años ha sido la dimensión más conocida y estimulada por los educadores, los aportes de la neurociencia en este aspecto son de suma importancia. El despertar y fortalecimiento del área cognitiva se debe a muchos factores, por tanto, hay que:

- Ofrecer oportunidades de vivir y repetir experiencias que generen la posibilidad de desarrollar habilidades como resolver problemas, mantener la atención, clasificar, secuenciar, seriar, inferir, entre otras.
- Usar la imitación para aprender de forma no tan estructurada diferentes conocimientos, normas y valores culturales, aprender idiomas, las expresiones faciales de las emociones, algunos comportamientos y procedimientos para cumplir una tarea o llegar a una meta.
- Favorecer la relación con el estudiante y entre pares. La exploración y el descubrimiento nacen con las ganas de aprender del mundo y de las personas que los rodean.
- Brindar soporte o andamiaje, disminuye los niveles de estrés, crea un contexto socioemocional favorable y un ambiente estimulante para aprender.

Aunque todavía falta mucho por contar acerca de los aportes de la neurociencia, el conocimiento acerca del cerebro y su funcionamiento permitirá al docente transformar su perfil y replantear su práctica pedagógica (Campos, 2018), al mejorar la calidad de su trabajo y los programas planteados, la metodología usada y la calidad de las actividades propuestas (Campos, 2006), planificando actividades que contemplen los momentos de enseñanza y aprendizaje de habilidades de las seis dimensiones de desarrollo humano descritas con anterioridad (Campos, 2014).

Sin embargo, también es importante agregar un punto esencial que han permitido identificar las neurociencias y la psicobiología:

- La importancia de observar al sistema nervioso como un órgano complejo, no estático, en donde la interconexión entre áreas explica mucho mejor su funcionamiento.
- Que la interacción entre el contexto y el organismo, construyen las capacidades que pueda tener el cerebro humano, a lo que llamamos plasticidad cerebral. Lo que determina la importancia de la educación formal e informal, que compromete al docente, como un constructor de ambientes favorables para el aprendizaje.

2.3 Críticas a la Neuroeducación

“La neurociencia ofrece aportes valiosos, pero no va a revolucionar la educación”
Aldo Ferreres

En la actualidad, existe un profundo debate sobre las dificultades, beneficios y posibles riesgos de la integración de la neurociencia y la educación (Galli, 2018). Aun cuando la primera constituye un campo disciplinario de gran desarrollo, algunos autores hacen una fuerte crítica y cuestionamiento sobre su aplicación al campo educativo:

a) Literatura meta-científica sobre el tema

Hay quienes consideran que la mayor parte de la investigación sobre el tema se centra en las promesas y problemas relativos a integrar la neurociencia y la educación, más que en aplicaciones concretas a los procesos de enseñanza aprendizaje (Galli, 2018). Un ejemplo de ello, según Ocampo (2019), es el artículo de Carew y Magsamen (2010), cuyo ambicioso título *“Neurociencias y educación: una asociación ideal para producir soluciones basadas en evidencia para guiar el aprendizaje en el siglo XXI”*, reitera insistentemente en el incalculable potencial de la neuroeducación, cuyas únicas barreras mencionadas en dos modestos párrafos, son la popularización de neuromitos y la necesidad de mayor financiamiento.

Otros autores, entre los que destacan Clark (2013) y Bowers (2016), argumentaron que aquellas seductoras promesas eran o muy generales para ser tomadas con seriedad o directamente falsas. En este grupo se encuentra Bruer (1997) quien en su icónico artículo *“Educación y el cerebro: un puente demasiado lejos”* argumenta que la brecha entre educación y neurociencia podría ser, hasta ese momento, insalvable. Sin embargo, una

década después de la publicación de dicho artículo es imposible ignorar el extenso marco teórico que se ha ido construyendo (Ocampo, 2019).

b) Programas con escasa evidencia empírica

Hay quienes 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 (Galli, 2018).

c) Asimetría entre el laboratorio y el aula

Según Bruer (1997), muchos de los aportes en neurociencias se realizan en animales que difícilmente son extrapolables a los humanos, de ahí que se tenga que ser cauteloso a la hora de realizar afirmaciones en lo relativo a los aportes de la neuroeducación (Gago & Elgier, 2018). En este sentido, cabe aclarar que lejos de que la neurociencia se caracterice como una nueva corriente que entra al campo educativo, o que se transforme en la salvación para resolver los problemas de aprendizaje, se debe entenderla como una ciencia que viene a aportar nuevos conocimientos al educador, así como lo hace la psicología, con el propósito de proveer el suficiente fundamento científico para innovar y transformar la práctica pedagógica (Campos, 2014).

d) Diferencias teóricas y epistemológicas entre ambos campos de conocimiento

En general, se cuestiona la idea de que la actividad del cerebro es condición necesaria pero no suficiente para el proceso de aprendizaje en el salón de clase. Aunque la indagación neurológica pueda inspirar los estudios psicológicos sobre el aprendizaje o la instrucción, es sólo la investigación en estos últimos campos la que puede efectivamente dar las pruebas de su credibilidad (Castorina, 2016).

e) Aplicación problemática e investigación insuficiente

La aplicación de las neurociencias a la práctica educativa es complicada. Es necesaria la investigación básica antes de elaborar propuestas dentro del aula, evitar distorsiones como el neurologismo y los neuromitos. Según Castorina (2016), la investigación prácticamente no ha entrado al aula o lo ha hecho de manera escasa de modo efectivo.

f) Discurso trivial

En el extremo más pesimista, hay quienes ven discursos triviales, en el sentido de que son recomendaciones autoevidentes; engañosas o poco confiables (Galli, 2018). Por ejemplo, las dificultades de aprendizaje relacionados con entornos estresantes, los malos hábitos de sueño y la falta de ejercicio (Gago & Elgier, 2018).

g) Afirmaciones injustificadas

Se suele afirmar que los avances en neurociencias *“han confirmado los resultados adelantados hace años por la psicología del desarrollo...”* o *“que la neurociencia educativa ha contribuido a disconfirmar o confirmar las evidencias”* que soportan el constructivismo educativo; o que han *“reformulado”* las teorías psicológicas del aprendizaje. La tesis es que gran parte de las teorías psicológicas del desarrollo o la educación tan solo son esbozos intuitivos, como si la *“seriedad”* de las neurociencias fuera la prueba de lo que hipotetizan los psicólogos (Castorina, 2016).

Teniendo en cuenta, entonces, que la neuroeducación es una disciplina en expansión, se debe ser crítico y cauto con los resultados hallados en este campo, y fomentar investigaciones con mayor validez ecológica (Gago y Elgier, 2018).

2.4 Caminos futuros de la Neuroeducación

*“Si quieres llegar rápido, camina solo.
Si quieres llegar lejos, camina en grupo”*
Proverbio africano

Diversos autores señalan que a pesar de que los aportes de la neuroeducación son variados y se esperan avances en el área derivados de nuevas tecnologías, es necesario que la neurociencia educativa reconozca que solo el trabajo común entre neurocientíficos y docentes, aunado a la creación de condiciones especiales para llevar a cabo investigaciones neurocientíficas directamente al aula, podrán a futuro implementar una educación basada en evidencia (Mora, 2017; Gago y Elgier, 2018; Ferreira, 2018; Carballo, 2018). Para ello, proponen revisar los aportes, límites y caminos futuros de la neuroeducación, entendida como una disciplina en formación y no exenta de críticas, con el objetivo de establecer relaciones aún más estrechas:

Tabla 2. Presente y futuro de la Neuroeducación

Estado actual	Evitar	Requiere
<ul style="list-style-type: none"> • Disciplina en construcción, crecimiento y expansión 	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Caer en una postura reduccionista 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Perfeccionar y ampliar su aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra generando modelos predictivos con crecientes niveles de validez ecológica 	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Intentar comprender mediante ella toda la complejidad del comportamiento humano 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seguir trabajando en conjunto con las demás disciplinas y generar intervenciones basadas en evidencia
<ul style="list-style-type: none"> • Solo permite identificar el conocimiento neurocientífico relevante para la educación, pero no es posible aun entregar materiales o diseños de clase basadas en el conocimiento de neurociencia que puedan aplicarse directamente al aula 	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Dejar de ser críticos con sus aportes ∅ Dejar de ser cautelosos, prudentes y crítico a la hora de analizarlos o ponerlos en práctica ∅ Caer en la idea de que tiene la fórmula para diseñar la escuela perfecta ∅ Caer en la idea de que tiene un cuerpo reglado de conocimiento, que se aplican de forma sistemática e inmediata en los centros de enseñanza 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Generar estudios con mayor validez ecológica en entornos educativos con seres humanos y con distintos niveles de análisis ✓ Crear condiciones especiales para llevar a cabo investigaciones neurocientíficas directamente en el aula ✓ Ofrecer conocimiento científicamente válido y al mismo tiempo educacionalmente aplicable ✓ Mayor tiempo para seguir investigando

2.5 Construyendo puentes entre las neurociencias y la educación

*El secreto del cambio está en enfocar toda tu energía
no en luchar contra lo viejo, sino construir lo nuevo”
Sócrates*

A pesar de las críticas acerca del maridaje educación-neurociencia y de aquellos que argumentan que todavía es muy pronto para que los neurocientíficos educativos puedan hacer aportaciones válidas a la hora de diseñar un currículum, hay quienes piensan que es momento de un movimiento neuroeducativo para comenzar a hablar del tema, familiarizar y ayudar a los docentes en su comprensión (Mora, 2018).

Zadina (2015) considera que estamos en un momento crítico para la toma de decisiones. Señala que las aportaciones científicas son suficientemente sustanciales y significativas como para poder garantizar una reforma del currículum en diversas áreas, incluyendo el impacto que el aprendizaje de lenguas, el ejercicio, la expresión artística o el sueño ejercen sobre el aprendizaje. Y, a pesar de que las investigaciones sobre el cerebro no puedan decirnos cómo enseñar en sí, proporcionan ideas y estrategias que nos permiten mejorar la vida y las habilidades de aprendizaje de nuestros estudiantes.

Es necesario mantener un diálogo entre las disciplinas; un diálogo desde las disciplinas, y un nuevo y complejo diálogo construido por las tres ciencias que conforman la Neuroeducación. Galli (2018) propone tres vías deseables para la construcción de puentes entre neurociencia y educación:

1. La *formación de los docentes en temas de neurociencia* como uno de los mecanismos más potentes para la integración de ambas disciplinas.
2. La *formación de los neurocientíficos* en temas relacionados con los procesos de aprendizaje y las realidades educativas fuera de los laboratorios.
3. La *formación de grupos de trabajo* conformados por docentes e investigadores donde se busque acercar a los problemas educativos más acuciantes con base en conocimientos neurocientíficos, pedagógicos, psicológicos y, principalmente, al conocimiento de lo que efectivamente ocurre dentro de las aulas.

Finalmente, se deberían adoptar políticas impulsadas por la investigación, mediante la aplicación de ensayos educacionales en los cuales se analice sistemáticamente la eficacia de estas políticas. La integración recíproca de la investigación y de la práctica, buscaría asegurar la validez de las prácticas basadas en la investigación (Ibarrola, 2013).

2.6 En búsqueda de la innovación y transformación educativa

“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo”
Albert Einstein

A pesar de que se observa un avance significativo en cuanto al acceso a la educación, no ha ocurrido lo mismo con la calidad educativa, ya que millones de estudiantes salen de la escuela sin haber adquirido competencias y habilidades básicas como la lectura, la escritura y el cálculo (Campos, 2010). Por ejemplo, la evaluación PLANEA-2017 a nivel bachillerato, arrojó que 6 de cada 10 alumnos tienen un “aprendizaje insuficiente” en matemáticas, y lenguaje y comunicación (Ramírez, 2017). Resultados similares que prácticamente se generalizan a todos los niveles educativos. Desde esta perspectiva, las preguntas a considerar serían; *¿A qué se debe tal panorama?* y *¿Por qué frente a tantas iniciativas no logramos mejorar la calidad de los sistemas educativos?*

Pues bien, se infiere que la brecha entre los resultados proyectados y los resultados reales de las reformas educativas se debe a que se ha propuesto una transformación, sin antes entender que esta debe venir desde adentro, desde las estructuras mentales no sólo del educando sino principalmente del educador (Campos, 2010), ya que la mayor parte de los docentes asumen una concepción transmisiva o directa del aprendizaje y la enseñanza, la cual resulta insuficiente para hacer que los alumnos sean capaces de gestionar por sí mismos el conocimiento (Pozo, 2006).

En definitiva, la calidad de la educación está directamente relacionada con la calidad del educador. Es decir, la formación inicial de éste juega un papel crucial, así como su capacitación y formación continua. En este sentido, se hacen necesarias iniciativas que atiendan dichas cuestiones para que se cumplan las metas trazadas y se llegue a la innovación y transformación de la educación a favor del desarrollo humano (Campos, 2010). No es posible que la educación siga siendo la misma desde hace 200 años, cuando ya se disponen de algunas evidencias que hacen urgente esa transformación y la necesidad de rediseñar la forma de enseñar (Mora, 2017).

Todo proceso de aprendizaje acompaña un cambio en el cerebro, por tanto, la neurociencia representa necesariamente el fundamento científico sobre el cual se deberían edificar las teorías didácticas modernas (Friedrich & Preiss, 2003). Aunque es evidente que el cerebro está activo en toda tarea humana y esto se tome en cuenta en la educación, no basta hacerlo de forma implícita, es preciso explicitar las funciones

neurocognitivas propias de la educación, tanto en el aprendizaje como en la enseñanza, con el mayor detalle posible (Battro, 2011).

Jensen (2010) está seguro de que a pesar de que la enseñanza compatible con la actividad del cerebro no es la panacea, aporta una guía cada vez más importante, ya que la investigación “no demuestra” necesariamente líneas de acción, simplemente sugiere ideas o caminos que tienen una mayor probabilidad de éxito. Por tanto, los programas que tomen en cuenta el modo natural en que los estudiantes aprenden, serán sostenibles en el tiempo.

2.7 Importancia de la formación docente en Neuroeducación

“Si te atreves a enseñar, nunca dejes de aprender”
John Cotton Dana

A lo largo del tiempo, el proceso de formación docente se ha centrado exclusivamente en aspectos psicológicos, pedagógicos, sociológicos y filosóficos propios del aprendizaje, sin considerar el papel trascendental de lo biológico en el comportamiento humano (Bueno, 2018). Es menester incorporar el estudio del cerebro que permita conocer sus características, potencialidades e implicaciones, así como brindarles herramientas conceptuales que fundamenten y orienten la toma de decisiones en los procesos pedagógicos dentro del aula y que luego puedan ampliarse a lo institucional (Salazar, 2005).

Es imperativo que la formación pedagógica incluya cursos de neurociencia, además de materias que eduquen a los futuros profesores en la comprensión del lenguaje científico, con el fin de formar docentes más críticos, capaces de distinguir fácilmente entre el conocimiento neurocientífico y las ideas superfluas (Ferreira, 2018).

Campos (2010) enfatiza que, para vincular los aportes neurocientíficos con la práctica pedagógica, es de suma importancia que el educador tenga un conocimiento y comprensión elemental del cerebro con respecto a:

- Estructura macroscópica: zonas esenciales del sistema nervioso, hemisferios, lóbulos y corteza cerebral.
- Estructura microscópica: células nerviosas que lo componen; neuronas y glías, y el sistema de comunicación que establecen entre ellas.

- Funcionamiento: cómo se organiza en sistemas y cómo estos sistemas permiten que sea posible el aprendizaje, la memoria, el lenguaje, el movimiento, etc.

Para ello, también se plantea la necesidad de que esa transmisión del conocimiento neurocientífico sea asumida por un profesional-consultor entrenado con una perspectiva interdisciplinaria capaz de hacer de puente entre el conocimiento neurocientífico y el funcionamiento práctico de los procesos de enseñanza y aprendizaje a cargo de los profesores, facilitando a estos últimos la comprensión de los avances de la neurociencia directamente aplicables al aula. Un especialista que trabaje con los maestros en el aula para ayudarlos a comprender mejor los aspectos neuropsicológicos del proceso de aprendizaje de cada estudiante (Fuller & Glendening, 1985; Mora, 2013).

Mora (2014) indica algo del contenido y conocimientos básicos que debiera cursar este futuro especialista-consultor:

- Anatomía y fisiología del sistema nervioso central, y su desarrollo a lo largo del ciclo vital.
- Psicología y neurología.
- Procesos de aprendizaje, memoria, atención, emoción, cognición y funciones motoras.
- Fisiopatología/Neuropsicología (en especial, aquellos que inciden y producen trastornos sensoriales, emocionales y cognitivos, y que interfieren con el aprendizaje, tales como la dislexia, discalculia, trastornos del espectro autista, etc.)
- Comunicación verbal, empatía y escritura del lenguaje.

También es necesario proveer al docente de las habilidades necesarias que le permitan comprender en un sentido integral las propias capacidades humanas. Conocer cómo procesa sus experiencias y cómo puede optimizar sus aprendizajes, lo cual apoyaría la formación de mejores hábitos en su vida y le daría un panorama más amplio para su labor en la búsqueda de propiciar un desarrollo integral en los educandos (Vargas, 2016).

En conclusión, un docente debe estar abierto a lo nuevo, capacitarse para fortalecer su profesión, buscar nuevas formas de ampliar sus experiencias y llevar a su aula, estrategias innovadoras basadas en la ciencia (Campos, 2010). En este camino también requiere de un traductor confiable y eficiente que lo oriente en su proceso formativo hacia una mejor comprensión de la neurociencia y su aplicación en el contexto educativo.

2.8 De pseudociencias y otras neurotonterías

“No todo lo que brilla es oro y no todo lo neuro es científicamente válido”

Uno de los graves problemas que enfrenta actualmente la neurociencia es el fenómeno de la *“neuromanía”*. La degeneración e incorporación del prefijo *“neuro”* se debe a un ansia de prestigio y necesidad de explicación, puesto que, en el imaginario colectivo, si algo se relaciona con el sistema nervioso, debe ser importante y serio. De esta forma se acuñan términos como neurolingüística (que no tiene que ver con el estudio de los mecanismos neurobiológicos de la generación del lenguaje), neuro-estética, neuro-marketing, etc., llegando incluso a absurdos comerciales (Corredor & Cárdenas, 2017) como las neurobebidas o los neuróbicos y videojuegos de entrenamiento cerebral (Ocampo, 2019).

Para mejorar el impacto y el poder seductor de la neurociencia, la información va acompañada de una imagen del cerebro, una resonancia funcional, una tomografía o algún dibujo de neuronas con colores atractivos, lo que aumenta significativamente su credibilidad (Corredor & Cárdenas, 2017; Carballo, 2018).

Es preciso analizar críticamente esta neurocultura para defender la posición correcta de la Neuroeducación, que ciertamente no es un *“neuro-término”* sino una nueva disciplina científica en formación (Battro, 2011), la cual corresponde a estudios de buena fe, rigurosos y replicables que evidencian relaciones causales, cuantificables y racionales (Corredor & Cárdenas, 2017).

Por tanto, se hace un llamado a la racionalidad y la mesura frente al bombardeo de estos conceptos. No todo lo que use el prefijo *“neuro”* resulta válido y confiable, ni siquiera sensato en muchas ocasiones. Es menester aplicar el *«filtro-anti-pseudociencia»*, enseñarlo a los demás y divulgarlo (Corredor & Cárdenas, 2017).

En definitiva, hay que ser cuidadosos, alfabetizar en neurociencias y en conceptos válidos, que sean un soporte teórico-metodológico para tomar mejores decisiones. Si el educador quiere aplicar conocimientos basados en el aprendizaje cerebral debe plantearse: *¿qué?, ¿cómo? y ¿por qué funciona?, ¿cuáles son los principios científicos? y ¿dónde se han publicado?*. La conclusión es clara, no se pueden aplicar programas educativos si realmente no existen evidencias empíricas sólidas (Howard-Jones, 2011).

3. Desmontando neuromitos en educación

*“El único conocimiento que vale es aquél que se nutre de incertidumbre.
El único pensamiento que vive es aquél que se mantiene
a la temperatura de su propia destrucción”*
Edgar Morin

En el campo de la educación han proliferado muchos mitos sobre cómo aprende el cerebro, desde la necesidad de ambientes enriquecidos en los primeros años de vida, hasta la eficacia de la enseñanza acorde con los estilos de aprendizaje.

La preocupación frente a la creciente prevalencia de neuromitos creyente entre el público general, así como entre maestros de primaria y secundaria (Dekker, Lee, Howard-Jones, & Jolles, 2012; Howard-Jones, 2014), y de profesores de educación superior que no son inmunes a ellos (Betts, 2012), hacen urgente la necesidad de evidenciar que muchas de las cosas que se propagan entre los educadores carecen de una base científica sólida, y por ello, deben ser descartados de su práctica (OCDE, 2009).

Aun cuando los neuromitos no conducen a decisiones mortales, su propagación amenaza la formulación de políticas basadas en la evidencia científica. Por tanto, Pasquinelli (2012) apunta que se debe promover una capacitación de educadores que incluya habilidades de pensamiento crítico y evaluación de enfoques científicos, así como la exposición de creencias e intuiciones erróneas generalizadas como las que se muestran a continuación:

3.1 “Sólo usamos el 10% de nuestro cerebro”

Se cree que este mito surgió en 1908 con el psicólogo William James, quien comentó en una conferencia que las personas normales solo usaban una pequeña parte de su potencial intelectual (Gamo & Trinidad, 2015). Esta es una malinterpretación, lo que realmente quería decir es que las personas no usaban sus recursos mentales por falta de entrenamiento o desarrollo, pero no que solo usaran una pequeña parte de su cerebro (Mora, 2018).

Desde el punto de vista evolutivo, esta idea tampoco podría justificarse, ya que el cerebro humano es fruto de millones de años de evolución, a lo largo de los cuales ha ido aumentando de tamaño, pasando de 450 gr. en el australopiteco a 1.450 Kg. en el homo sapiens. De ser así, *¿cómo se podría explicar este aumento de tamaño sin haber aprovechado el 90% de su capacidad?* Por si fuera poco, es un órgano que, aunque representa el 2% del peso corporal, consume gran cantidad de energía debido a su alta

actividad metabólica, lo que le permite trabajar eficazmente. Seguramente nuestro propio sistema, evolutivamente hablando, no habría permitido que este órgano consumiera el 20% de la energía diaria cuando desperdicia el 90% de su capacidad (Geake, 2008).

Las técnicas que permiten observar el funcionamiento del cerebro en vivo han demostrado que solo cuando se ha sufrido una lesión cerebral con daños graves, hay áreas cerebrales inactivas. Por el contrario, un cerebro sano, funciona de manera holística, activando e inhibiendo diferentes regiones que se intercomunican entre sí a través de la red neural compleja (Gamo, 2018).

En realidad, usa el 100% de su capacidad, ya que la actividad cerebral se produce en todo momento, en mayor o menor medida en todo el cerebro. En cada momento usamos la parte del cerebro que necesitamos para hacer cierta tarea, por ejemplo, cuando caminamos, las áreas asociadas con el movimiento están más activas que otras. Pero requiere que ambos hemisferios trabajen juntos de forma compleja (Howard-Jones, 2011; Bueno, 2018). Incluso mientras dormimos, todas las partes de nuestro cerebro presentan algún nivel de activación, lo cual sería imposible si solo utilizáramos el 10% (Gamo & Trinidad, 2015).

Esta idea perniciosa de que el ser humano apenas utiliza un pequeño porcentaje de su capacidad y reserva el resto para aprender nuevas cosas, sugiere erróneamente que se puede aprovechar ese potencial no utilizado para aumentar la inteligencia o que el cerebro puede dotarnos de capacidades extrasensoriales como la telepatía o la telequinesia. El éxito de esta mentira radica en que se difunde la idea atractiva de que se puede mejorar intelectualmente y, por tanto, avanzar para ser el mejor, lo que resulta muy interesante en una sociedad que favorece la competitividad entre sus miembros (Mora, 2018).

3.2 “Hay que guiar la enseñanza según el hemisferio cerebral predominante”

Uno de los neuromitos más difundidos en el ámbito de la educación, es el que trata de categorizar el estilo de aprendizaje para explicar las diferencias individuales entre los alumnos a partir de la dominancia de su hemisferio izquierdo o derecho (Gamo, 2018). En este sentido, varios textos y programas educativos animan a los profesores a detectar cuál de los hemisferios cerebrales de sus alumnos predomina con el fin de mejorar la

enseñanza y facilitar su aprendizaje. Generalmente se dice que si un alumno es más creativo o intuitivo es porque usa más el hemisferio derecho, mientras que el alumno más analítico o lógico está influido por su hemisferio izquierdo.

Los orígenes de este mito se encuentran en las interpretaciones erróneas de los primeros estudios sobre el cerebro dividido y la lateralización de funciones hemisféricas, los cuales, datan de finales del siglo XIX con los estudios de Broca y Wernicke, que asociaron el lenguaje con el lado izquierdo del cerebro, así como las evidencias anatómicas de dicha lateralización en 1960, con la realización de comisurotomías cerebrales (Hernández, 2014).

Roger Sperry (Premio Nobel de Medicina), en un intento por reducir o eliminar los síntomas de personas con epilepsia, seccionó quirúrgicamente el cuerpo caloso de sus pacientes, produciendo con ello, la correspondiente desconexión de ambos. Efectivamente, podían procesar por separado diferentes tipos de información, sin embargo, solamente informaron el procesamiento del hemisferio izquierdo. Pese a ello, la advertencia que hicieron los investigadores al hacer hincapié que se trataba de pacientes con cerebros anormales fue ignorada en gran medida (Geake, 2008).

Este mito también se amplía porque, en la mayoría de las personas, casi todas las redes neuronales que codifican el lenguaje, la lógica y las matemáticas están en el hemisferio izquierdo. Mientras que en el hemisferio derecho se encuentran las funciones más holísticas, que requieren la asociación de redes distantes y que integran información cognitiva, emocional y sensorial (Forés, 2018).

Aunque hoy en día se acepta que existe una lateralización de funciones y cada hemisferio se especializa más en ciertos campos que en otros, hay que subrayar que no se trata de entidades funcionales y anatómicas separadas (OCDE, 2009). La imaginería cerebral demuestra que usamos ambos hemisferios de forma integrada, los cuales continuamente comparten información a través de las fibras nerviosas que constituyen el cuerpo caloso (Howard-Jones, 2011; Hernández, 2014; Forés, 2018; Mora, 2018).

Algunas funciones se realizan en un hemisferio particular, otras se encuentran igualmente distribuidas en ambos hemisferios y podrían ser incluso simultáneas y complementarias, aunque su activación sea diferente en tiempo. Por ejemplo, aunque el lenguaje radica en el hemisferio izquierdo, la interpretación cognitiva del significado de palabras está más

desarrollada en el derecho. Cuando existe una lesión en el hemisferio izquierdo, el hemisferio derecho también es capaz de tomar algunas de sus funciones (Hernández, 2014).

Mora (2018) aclara que la existencia de talentos y capacidades más afines o selectivas para las matemáticas que para el arte, o hacia las ciencias frente a las letras, no está correlacionada con la dominancia funcional de uno u otro hemisferio, sino con el resultado de la función conjunta final de ambos y de su interacción con el ambiente familiar y cultural.

Asumir una lateralización tajante en el cerebro despoja a las personas de otras muchas cualidades. La integración de la actividad de ambos hemisferios conduce a mayores logros intelectuales, ya que nuestro éxito como especie radica en la continua comunicación y coordinación entre ambos hemisferios cerebrales (Hernández, 2014).

En resumen, la lateralización es algo relativo, ambos hemisferios trabajan juntos como un todo. Por tanto, no se trata de dividir a los estudiantes por sus supuestas predominancias, sino de hacer propuestas de aprendizaje integrando los dos hemisferios y sus funcionalidades, tal como el cerebro realmente trabaja (Forés, 2018).

3.3 “Los alumnos aprenden mejor si se les enseña de acuerdo con su estilo de aprendizaje favorito: visual, auditivo o cinestésico”

En el ámbito educativo son muy conocidos los modelos de aprendizaje que han dado lugar a categorizar a los alumnos según su modalidad sensorial preferida para aprender y enseñar en consecuencia. Los defensores de esta propuesta sostienen que primero se requiere diagnosticar el estilo de aprendizaje, para posteriormente adaptar su instrucción (Pashler, McDaniel, Rohrer, & Bjork, 2009).

Aunque la idea parece intuitivamente atractiva y con cierto grado de validez, hay dificultades tanto en su diagnóstico como en la alineación de la instrucción, puesto que encasilla a los estudiantes al clasificarlos dentro de un grupo específico (Kirschner, 2017). Además de afectar la autopercepción y el aprendizaje del estudiante, al llevarlo a buscar solo la información presentada de una manera particular (Betts et al., 2019).

En su esfuerzo por mejorar la educación, algunos docentes, han utilizado algún instrumento para medir y explicar los estilos de aprendizaje, los cuales están basados en

modelos con una supuesta justificación biológica. Tal es el caso del inventario mejor conocido como *VAC* o *VAK*, un cuestionario de autoinforme que intenta categorizar a los individuos de acuerdo con su modalidad sensorial preferida para recibir, procesar y comunicar información: visual, auditiva o cinestésica (Howard-Jones, 2011).

Según la teoría del estilo de aprendizaje, una persona que es “visual”, necesita ver, observar, grabar y escribir para aprender mejor, mientras que un aprendiz “auditivo” prefiere la información que se habla y se oye, como en el diálogo y la discusión. Por su parte, un aprendiz kinestésico, aprende cuando se involucra físicamente con el material y puede tocarlo (Zapalska & Dabb, 2008). Pero cuando no se les enseña en correspondencia con su estilo preferido y aprenden de otra forma, tendrán un bajo rendimiento (Kirschner, 2017).

Esta idea surge debido a que, durante mucho tiempo, se creyó que las diferentes modalidades se procesan de forma independiente en distintas partes del cerebro, es decir, existen áreas especializadas que procesan diferentes tipos de información (visual, auditiva, sensorial) (Krätzig & Arbuthnott, 2006; Howard-Jones, 2011). Sin embargo, no implica que el aprendizaje deba ser unimodal y de acuerdo con el estilo preferido de un alumno (Varas-Genestier & Ferreira, 2017).

En primer lugar, hay una gran diferencia entre el modo en que alguien prefiere aprender y lo que realmente le lleva a un aprendizaje eficaz y eficiente. Y, en segundo, las preferencias de estudio no son estilos de aprendizaje. Aunado a ello, los estudios objetivos pocas veces tienen en cuenta que una persona se puede asociar a distintos grupos (Kirschner, 2017).

Hasta ahora, no hay ninguna evidencia científica que respalde la idea de utilizar un método de clasificación basado en la modalidad sensorial o cualquier otro tipo de estilo de aprendizaje de los alumnos para mejorar su desempeño (Krätzig & Arbuthnott, 2006; Howard-Jones, 2011; Kirschner, 2017).

Las personas no aprenden de la misma manera en todas las situaciones, ya que probablemente son multimodales y multisituacionales, por lo que suelen cambiar constantemente sus estrategias de aprendizaje en función del material a aprender y el contexto (Krätzig & Arbuthnott, 2006). Además, se ha demostrado que, durante el aprendizaje, el cerebro debe integrar diferentes tipos de información y no solo una

modalidad o estilo de aprendizaje (Ferreira, Göbel, Hymers, & Ellis, 2015 citado en Varas-Genestier & Ferreira, 2017).

Los órganos sensoriales se encargan de llevar las señales recibidas al tálamo y de ahí a zonas de la corteza para su procesamiento sensorial. Aunque existe algún grado de especialización respecto al tipo de información que procesa cada área de la corteza (auditiva, visual, somatosensorial), las conexiones existentes entre las diferentes áreas de asociación aseguran la integración de los datos y, por lo tanto, de las respuestas (Chomnalez, 2017). No hay que olvidar que el cerebro comparte constantemente información a través de sus fibras nerviosas, por lo que la actividad de los circuitos neuronales es sumamente compleja. En este sentido, el mito de los estilos cae por su propio peso ante lo que se sabe acerca de la interconectividad cerebral (Howard-Jones, 2011).

Por tanto, es necesario considerar la presentación del material en múltiples modalidades sensoriales, ya que esto generará un mayor interés y beneficios para el aprendizaje como recordar mejor la información (Krätzig & Arbutnott, 2006). Aunado a ello, Riener & Willingham (2010), sugieren evaluar los intereses de un grupo en particular a través de un breve cuestionario o discusión en clase para decidir cómo abordar el material en una clase determinada, así como evaluar sus habilidades y conocimientos previos sobre el contenido como prerrequisito para el logro de los aprendizajes.

En nuestro país al igual que en muchos otros, el mito de los estilos de aprendizaje tiene gran popularidad y aceptación, debido a que, desde las Secretarías de Estado, se promueve su uso con el objetivo de planificar actividades acordes con cada estilo. Por ejemplo, la Secretaría de Educación Pública junto con la Subsecretaría de Educación Media Superior y la Dirección General del Bachillerato, lanzaron en 2004 un “Manual de Estilos de Aprendizaje” como parte de las acciones de formación y actualización docente, en donde se afirma que:

“Las últimas investigaciones en neurofisiología y psicología han dado como resultado un nuevo enfoque sobre cómo los seres humanos aprendemos: no existe una sola forma de aprender, cada persona tiene una forma o estilo particular de establecer relación con el mundo y por lo tanto para aprender. Con respecto a este enfoque, se han desarrollado distintos modelos que aproximan una clasificación de estas distintas formas de aprender...Conocer qué estilo prevalece en nosotros nos da una vía para perfeccionar la

manera en que aprendemos y de desarrollar aquellos estilos que no hemos ejercitado”
(Cisneros, 2004, pag.23).

En la primera y segunda parte de este manual, se presentan de manera general, distintos modelos de estilos de aprendizaje, así como algunas estrategias de enseñanza aplicables al aula. Mientras que, en la tercera y última parte, se proporcionan algunos cuestionarios para identificarlos, por ejemplo; *El Cuestionario para Alumnos y Docentes (Modelo de los Cuadrantes Cerebrales de Hermann)*, *el Cuestionario para identificar el tipo de inteligencia de percepción dominante (PNL)* y *el Cuestionario para identificar predominancia hemisférica (Modelo de Hemisferios Cerebrales)*. Por si fuera poco, las perspectivas teóricas de este manual son retomadas y presentadas en el *Curso-taller de Exploración de Habilidades para la Docencia en Media Superior*, ofertado por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), y el cual forma parte de las etapas para el proceso de selección y admisión docente a Educación Media Superior desde 2020 a la fecha. Todo esto solo refleja una visión reduccionista del aprendizaje, ya que como se ha expuesto, el cerebro es un órgano muy complejo y dinámico que trabaja como un todo integrado.

Kirschner (2017) sostiene que, en lugar de focalizarse en evaluar los supuestos estilos de aprendizaje a través de autoevaluaciones subjetivas, es más pertinente tomar en cuenta las diferencias entre los estudiantes y evaluar de manera objetiva sus habilidades cognitivas (atención, memoria, lenguaje, funciones ejecutivas, etc.) así como sus estrategias de aprendizaje y promoverlas para que el estudiante pueda usarlas en diferentes situaciones y contextos. Finalmente, este autor hace un llamado a los educadores para que reconsideren sus prácticas de instrucción, las cuales se basen en investigación sólida.

3.4 “La inteligencia es heredada y no puede modificarse”

A pesar de que nos han hecho creer que la inteligencia es fija y no podemos hacer nada para cambiarla (debido a determinismos genéticos) o que el resultado de CI que se obtiene de una prueba estandarizada es el número que te define para toda la vida, es un hecho que el coeficiente intelectual sigue siendo maleable en la adolescencia. Estudios como los de Weiser et al. (2010) y Yolton, et al. (2005), han observado que, durante esta etapa, algunos jóvenes lo mantienen, otros lo aumentan o disminuyen, en este último caso por el consumo crónico de ciertas drogas (Jensen & Ellis, 2015).

Si bien es cierto que cualquier capacidad proviene de la genética, y existen personas con mayor o menor capacidad de memoria, creatividad, inteligencia o aptitudes musicales, siempre se pueden aprovechar y mejorar a través de la educación. El docente funciona como un escultor que moldea arcilla, mientras la educación es la habilidad para moldearla; puede tener poca arcilla y hacer una escultura preciosa o tener mucha y hacer algo con un acabado deficiente. Por tanto, aunque cada cerebro es único y diferente, la educación debe ser tan personalizada como sea posible para sacar el máximo provecho (Bueno, 2018).

Tokuhamma (2013) señala que, los genes, las experiencias previas y lo que hace la persona con su potencial también ayuda a maximizarlo más allá de las expectativas, contribuyendo así a su éxito como estudiante. Las propias creencias sobre su aprendizaje tienen un impacto sustancial en su progreso. Por ejemplo, un estudio sobre el rendimiento de las matemáticas descubrió que aquellos adolescentes a quienes se les enseñó que la inteligencia es maleable, superaron significativamente a aquellos que aprendieron que la inteligencia es fija (Blackwell, Trzesniewski, & Dweck, 2007).

Por su parte, Moser et. al (2011) observaron que, a nivel cerebral, las personas con mentalidad fija huyen del error y prácticamente no muestran actividad eléctrica ante los nuevos retos, mientras que aquellos con mentalidad de crecimiento, perseveran y buscan formas de mejorarlo. La inteligencia no es fija, puede desarrollarse y mejorarse mediante la educación, gracias a la capacidad plástica del cerebro, la cual le permite cambiar su estructura y funciones según el ambiente, el conocimiento y la experiencia adquirida.

Cabe mencionar que, funciones complejas como la inteligencia no residen en un área concreta cerebral, sino que son el resultado de múltiples conexiones neuronales que forman redes entre diversas regiones corticales y subcorticales (Ricci, 2017).

Nuestra inteligencia tampoco se mide en cantidad de neuronas sino en cantidad de redes neuronales formadas. Esto implica que todo proceso educativo influye de manera ligeramente distinta en cada persona, haciéndola diferente, única y singular (Howard-Jones, 2011; Bueno & Forés, 2018).

3.5 “Existen etapas críticas para aprender un segundo idioma”

Existen varios mitos respecto a la competencia bilingüe y sus consecuencias a edad temprana. Tokuhama (2013b) advierte a los docentes sobre algunos de ellos que pueden atrasar u obstaculizar el aprendizaje de lenguas:

- *“Las mujeres son mejores que los hombres para el lenguaje”*

En la evolución del lenguaje es común ver que niñas entre 3 a 5 años tienen un vocabulario más extenso que los niños varones de la misma edad, hablan más palabras en la cotidianeidad e interpretan la intención de las palabras con más intensidad que los varones. En la pubertad, este proceso se hace más evidente, ya que los ciclos menstruales detonan la modificación de las conexiones neuronales (Calixto, 2019). Aunque es cierto que las niñas suelen ser más hábiles para el lenguaje que los niños, estas diferencias desaparecen un par de años después. En las adolescentes, la lectura y la escritura va entre un año y un año y medio por delante del desarrollo del niño, debido a que la zona donde se procesa el lenguaje (parietotemporal) y el lóbulo frontal, a los trece años simplemente está más cableada (Jensen & Ellis, 2015).

Finalmente, esto no quiere decir que las mujeres sean mejores en su idioma o en idiomas extranjeros, sino que hablan más, lo que a su vez significa que practican frecuentemente, y, a mayor práctica se llega a la permanencia (y a veces a la perfección si el aprendizaje fue de alta calidad) (Tokuhama, 2012).

- *“Hay idiomas más fáciles de aprender que otros”*

Se tiene la sensación de que algunos idiomas son más fáciles que otros, pero en realidad depende del punto de partida. No existen idiomas universalmente más fáciles o difíciles, todos se encuentran dentro de la misma banda de complejidad general.

Nacemos con receptores universales para recibir todos los sonidos y se puede aprender cualquier idioma. Estos se vuelven difíciles cuando se alcanza una consciencia metalingüística del primer idioma y se compara con otros. También se empieza a dificultar al intentar abordar la lectoescritura, que en comparación con el habla y la comprensión oral son más sencillos en términos de funcionamiento cerebral (Tokuhama, 2013b). Esta dificultad en la lectura se debe a que el cerebro no está diseñado para ello, pues se trata

de un fenómeno reciente en la humanidad y, por tanto, es un sistema que no está del todo refinado (Dehaene, 2014).

Existen hipótesis que sugieren que la similitud entre dos idiomas puede ayudar a que el aprendizaje sea más fácil, dando lugar a una transferencia positiva. Para comprobarlo, Carrasco & Hernández (2020), trabajaron con estudiantes mexicanos, encontrando que es más fácil aprender palabras en una lengua extranjera cuando la pronunciación es similar a otras palabras en español. Al parecer, el cerebro usa códigos fonológicos o sonidos que ya existen en la lengua materna y los asocia con un nuevo significado en la lengua recién aprendida.

De acuerdo con Díaz y Álvarez (2013), el aprendizaje de conceptos de una segunda lengua, se da mediante los conceptos que ya hemos aprendido previamente en nuestra primera lengua. Lo anterior, podría ser especialmente útil en el contexto del aula, al menos al querer introducir o iniciar al estudiante en el aprendizaje de idiomas, sin olvidar que puede existir cierto interés o inclinación hacia uno u otro, y que aun así el reto de aprender es el mismo.

➤ *“Los niños aprenden idiomas más rápido que los adultos”*

Resulta engañoso caracterizar el proceso de adquisición de un idioma como más fácil para los niños en comparación con los adultos, sobre todo en un entorno académico (Kennedy, 2006).

La investigación experimental ha demostrado que los niños pueden aprender idiomas más fácilmente porque su corteza cerebral es más plástica que la de los jóvenes o adultos. Sin embargo, los adolescentes generalmente aprenden y comprenden más rápido un segundo idioma debido a su amplio conocimiento previo y habilidades de aprendizaje avanzadas, las cuales le permiten hacer conexiones más fácilmente con el vocabulario entre ambos idiomas (Kennedy, 2006).

Genesee, (2015) coincide en que aprender a mayor edad puede ser ventajoso, ya que las habilidades de lectoescritura adquiridas en un idioma, pueden facilitar el desarrollo de la lectoescritura en un segundo idioma mediante la transferencia o el uso de habilidades cognitivas.

➤ *“Aprender más de un idioma en la infancia produce confusión y retrasa el lenguaje”*

Contrario a lo que se cree, los individuos se benefician de esa exposición, con una mayor apertura a otros idiomas y al aprendizaje en sí. Se sabe desde hace mucho tiempo que los niños que se crían con dos idiomas no los confunden cuando aprenden a hablar, aunque pueden tomar prestado uno cuando hablan. Los niños bilingües desarrollan sistemas lingüísticos diferenciados desde el principio y son capaces de utilizar sus lenguas de forma competente según el contexto (Genesee, 1989; Genesee, 2015).

De acuerdo con lo anterior, es falso pensar que las personas bilingües nunca mezclan sus idiomas o que aprender más de un idioma lleva a los estudiantes a tener una sobrecarga cerebral (Tokuhama, 2013b). Tomar palabras prestadas no es un signo de patología sino una característica común y una estrategia cognitiva sofisticada (Kroll & Dussias, 2017).

Todas estas ideas han hecho que los profesionales de la educación aconsejen a los padres que “simplifiquen” el entorno lingüístico de sus hijos cuando hay signos de dificultades académicas o que algunos profesores de lengua prescriban horarios y métodos óptimos para introducir idiomas a los niños y minimizar así la inevitable confusión. Pero tales puntos de vista se basan en el miedo y la anécdota, cuando el peso de la evidencia científica apoya la promesa de la “flexibilidad mental” (Bialystok, Craik, & Luk, 2012).

A nivel cerebral, ser bilingüe, activa los lóbulos frontales que permiten el control ejecutivo para administrar la atención al lenguaje. Para facilitar la transferencia de información entre los hemisferios, también es posible que la experiencia bilingüe prolongada provoque cambios funcionales y estructurales en el cerebro (aumento en el volumen de materia blanca y el número de fibras), creando una base más eficaz para el control ejecutivo y manteniendo un mejor rendimiento cognitivo a lo largo de la vida. Estas respuestas a la experiencia son precisamente lo que entendemos por neuroplasticidad (Bialystok, Craik & Luk, 2012).

La evidencia revisada muestra que los cambios inducidos por la experiencia de un segundo idioma, independientemente de la etapa de vida, incluyen un aumento de materia blanca y gris, los cuales puede ocurrir a corto plazo, son sensibles a la edad, edad de adquisición, competencia o nivel de desempeño, características específicas del idioma y diferencias individuales (Li, Legault, & Litcofsky, 2014).

Polinsky (2014) y Kroll & Dussias (2017) refieren que el aprendizaje de idiomas no solo tiene fines comunicativos sino múltiples beneficios a lo largo de toda la vida, tales como mejorar la interacción social, crear resistencia en condiciones de estrés, proteger contra el deterioro cognitivo, mejorar el control ejecutivo y el aprendizaje en general, así como tener acceso a múltiples culturas y ventajas en el mercado laboral.

Finalmente, Tokuhama (2013b) ofrece algunas orientaciones prácticas para la enseñanza de lenguas extranjeras en el salón de clases:

- ✓ Contagiar entusiasmo por la materia: mostrar seguridad en las propias habilidades docentes.
- ✓ Brindar seguridad: ayudarle a creer en su propia habilidad para aprender; “Yo sé que esto puede ser difícil, pero estoy seguro de que podrás hacerlo”.
- ✓ Celebrar el error: reaccionar positivamente hacia una respuesta errónea a fin de mejorar.
- ✓ Trabajar con los conocimientos previos: idear métodos específicos para cada aprendiz basados en lo que el estudiante ya sabe y necesita saber.
- ✓ Evaluación formativa: incorporar actividades que provean información para evaluar.
- ✓ Metodología apropiada para cada estudiante: analizar a dónde queremos que vaya y en dónde se encuentra.
- ✓ Trabajo grupal: siempre y cuando responda a los objetivos de la clase.
- ✓ Mantener el interés de los estudiantes: Comprender sus verdaderas motivaciones para que se involucren en las actividades.

3.6 “Tenemos múltiples inteligencias”

El psicólogo Howard Gardner sostiene que el concepto tradicional de inteligencia es demasiado limitado, puesto que tenemos múltiples inteligencias (lingüística-verbal, lógico-matemática, naturalista, intrapersonal, visual-espacial, musical, corporal-cinestésica e interpersonal), y la educación debería considerarlas para optimizar las capacidades individuales de los alumnos. Esta clasificación puede parecer bastante intuitiva, pues es fácil encontrar personas, por ejemplo, muy capaces para resolver problemas matemáticos, pero muy incompetentes al momento de bailar o viceversa (Ferreira, 2018).

La gran aceptación de esta teoría por parte de muchos profesores y educadores a nivel mundial se debe a que la consideran un argumento sólido contra la educación basada en el CI, ya que entrega una mayor flexibilidad de dicho concepto (Guillén, 2015; Ferreira, 2018).

De acuerdo con Gardner, cada una de estas inteligencias se identifica a través de un conjunto de criterios que incluyen la representación en zonas específicas del cerebro (Velásques, Calle, & Remolina, 2006), sin embargo, dicho órgano es muy complejo y no funciona de esta forma sino como un todo integrado (Bueno, 2018).

Aunque actualmente existe un consenso que sugiere que no hay correspondencia entre tipos de inteligencia y zonas de la corteza, piden a los investigadores apertura frente a la posibilidad de que las inteligencias múltiples puedan tener representaciones neurales. Argumentan que la inteligencia general o intelecto se correlaciona con la región frontal, por lo que sugieren llevar a cabo un estudio análogo con respecto a las inteligencias que pueda asegurar un atlas de correlatos neurales (Davis, Christodoulou, Seider, & Gardner, 2011).

No obstante, y sin afán de ser pesimistas, se da por hecho que la teoría es válida, aunque no haya pruebas que la avalen. Desde la neurociencia, no se han encontrado vías identificadas de conectividad cerebral ni de módulos independientes para cada una de ellas (Guillén, 2015c). La teoría tampoco ha acumulado hallazgos empíricos desde que fue propuesta. Por el contrario, hay evidencia de que los circuitos de procesamiento neuronal para diferentes tipos de contenido son compartidos (Waterhouse, 2006).

La inteligencia es una, pero se nutre de muchos aspectos diferentes. Por ejemplo, es imposible explicar matemáticas sólo apelando a las partes lógico-matemáticas de nuestro cerebro, puesto que también usamos el lenguaje, es decir la parte lingüística o interpersonal al hablar unos con otros (Bueno, 2018b).

A pesar de todo lo expuesto anteriormente, las implicaciones educativas de esta teoría son enormes. La tarea del educador se amplía y enriquece, ya que sugiere la necesidad de aplicar estrategias pedagógicas más allá de las lingüísticas y lógicas que predominan en el aula (Guillén, 2015c). Esto implica seleccionar aquellos elementos del currículum que sean verdaderamente significativos para el contexto escolar y abordarlos desde

muchos puntos de vista diferentes para llegar al máximo número de alumnos, respetando las diferencias (Pérez & Beltrán, 2006).

También es un recurso bastante útil al momento de planificar las actividades o ejercicios con los alumnos, ya que, al incluirlas, el aprendizaje es más transversal, contextualizado y el cerebro puede asimilarlo de mejor manera y usarlo con más eficacia (Bueno, 2018b).

En resumen, la teoría podría beneficiar el aprendizaje de los alumnos, pero no por las razones propuestas, puesto que no hay ninguna base científica sólida. En consecuencia, no debemos considerarla como una teoría científica sino como una herramienta educativa que intenta atender la diversidad en el aula (Guillén, 2015).

3.7 “La gimnasia cerebral ayuda a integrar los hemisferios cerebrales”

El programa Brain Gym© desarrollado por Paul y Gail Dennison consiste en una serie de movimientos que incluyen actividades en las que se dibuja, gatea, bosteza o se bebe agua de forma particular para supuestamente equilibrar y activar los dos hemisferios cerebrales con el fin de que trabajen de forma integrada a través de la corteza motora y sensorial, facilitándose así el aprendizaje (Guillén, 2015).

Según los autores del programa, estas actividades están basadas en estudios neurológicos, sin embargo, no hay evidencias empíricas que las avalen. Así, por ejemplo, un simple movimiento de *gateo cruzado* en el que hay que tocarse la rodilla izquierda con el codo derecho y viceversa, tendrá una incidencia en la ortografía o la lectura, o el ejercicio del *elefante*, en el que se apoya la mejilla en el hombro mientras se estira el brazo, permitirá mejorar los resultados académicos en matemáticas (Guillén, 2015).

A pesar de que muchos maestros y alumnos siguen entusiasmados con *Brain Gym*, convencidos de que ayuda a aprender, y hay informes acerca de unos mejores tiempos de reacción tras hacer estos ejercicios, el análisis insuficiente o inadecuado de los resultados debilita su credibilidad. Además de los defectos en su base teórica, no hay investigaciones publicadas en revistas de calidad que defiendan su eficacia (Hyatt, 2007 citado en Howard-Jones, 2011).

En realidad, es posible que programas de este tipo contribuyan al aprendizaje, pero por razones completamente diferentes de las utilizadas para promoverlos. En la actualidad

están bien documentados los beneficios sobre el cerebro del ejercicio físico regular, del juego, de integrar actividades artísticas en el currículo o de utilizar ciclos y tiempos para optimizar la atención, todo en consonancia con la necesidad de adoptar un aprendizaje activo en el que el alumno es el protagonista. Pero esto no tiene nada que ver con simular bostezos energéticos, dibujar infinitos en el aire o beber agua constantemente (Guillén, 2015).

Finalmente, Battro (2011) enfatiza en el grado superlativo de complejidad de los procesos cerebrales para no aspirar a recetas mágicas ni a contentarnos con programas elementales que tratan al cerebro como un simple músculo que es conveniente ejercitar para adquirir una habilidad mental determinada.

3.8 “Los jóvenes de hoy son nativos digitales que pueden hacer múltiples cosas, sin tanto problema”

Una leyenda urbana generalizada dentro de la educación es que tenemos una nueva generación de alumnos conocida como *nativos digitales*. El término fue acuñado por Prensky, quien basado en sus observaciones y no en una investigación cuidadosa y rigurosa, afirma que los jóvenes que se han sumergido en la tecnología cuentan con habilidades técnicas sofisticadas y preferencias de aprendizaje para los que la educación tradicional no está preparada. Sugiere que no solo son capaces de hacer varias cosas a la vez, sino que también son expertos en ello, y la educación debería adaptarse o al menos aceptarlo como un modo de vida actual (Kirschner & Van Merriënboer, 2013)

Aunque la evidencia indica que la multitarea produce un aprendizaje y rendimiento más deficiente, lo cierto es que varios estudiantes siguen realizando actividades dentro del salón de clases que involucran: enviar mensajes de texto, revisar las redes sociales, hacer búsquedas en internet, escuchar música, y hacer el trabajo escolar (Burak, 2012). Si bien, esto los activa fisiológicamente al liberar un golpe de dopamina, también es menos probable que quieran interrumpir esta acción y la sigan repitiendo (Coulter, 2018). Sin darse cuenta de la medida en que su aprendizaje está siendo impactado de forma negativa por tales comportamientos (Fulton, Schweitzer, Sharff, & Boleng, 2011).

La multitarea compromete una parte de la corteza frontal. Estudios de imagen de resonancia magnética funcional, han encontrado una especie de atasco de tráfico que se

produce cuando parte de la corteza se enfrenta a varios estímulos a la vez (Dux, Ivanoff, Asplund & Marois, 2006; Marois, Larson, Chum, & Shima, 2005, citados en Burak, 2012).

Este cuello de botella hace que se pierda tiempo a medida que el cerebro intenta determinar cuál tarea a realizar o qué estímulo atender, lo que resulta en menos eficiencia. Horne & Wootton (2015) afirman que hacer solo dos tareas (ambas muy simples), implica negociar tres cuellos de botella en el cerebro: 1. decidir a qué prestar atención, 2. mantener dos conjuntos de información en la memoria a corto plazo que ya es limitada y 3. seleccionar una respuesta a cada situación y luego decidir qué selección implementar primero.

Nuestra predisposición genética a la supervivencia dirige al cerebro para que se centre en un asunto a la vez y determinar si supone una amenaza, respondiendo de forma rápida y precisa. Está biológicamente diseñado para abordar las tareas en forma secuencial, es decir, una por una, y no de forma paralela (Sousa, 2002; Kirschner & Bruyckere, 2017). La introducción de más de una tarea cognitiva interfiere en la comunicación neuronal, ya que las áreas motoras y sensoriales operan juntas siempre que una sola tarea esté involucrada (Coulter, 2018).

Aunque la mayoría de los adolescentes cree que son buenos para la multitarea y esto les ayuda a lograr más cosas en menos tiempo, los estudios demuestran que los estudiantes que cambian rápidamente de tarea tienen peores resultados de aprendizaje en comparación con aquellos que llevan a cabo tareas de forma secuencial (Kirschner & Bruyckere, 2017). Los lóbulos parietales contienen zonas de asociación que son esenciales para poder pasar de una tarea a otra, algo que madura tardíamente en los adultos (Mills, Dumontheil, Speekenbrink, & Blakemore, 2015), por lo que hacer dos cosas a la vez, supera la capacidad y los recursos mentales que la corteza prefrontal puede manejar, generando una sobrecarga cognitiva que interfiere con la atención (Watson & Strayer, 2010; Strayer & Watson, 2012; Medeiros, Watson & Strayer, 2014). Además de que les toma entre 25 y 400% más tiempo en completar la tarea (Jensen & Ellis, 2015).

Si bien es cierto que las actividades académicas como escuchar la clase, procesar la información que el docente dice, tomar notas, hacer o responder preguntas requieren un esfuerzo en sí, introducir una tarea secundaria, particularmente irrelevante para el contexto de aprendizaje, resulta en un vaivén de atención que agrava la misma (Sana, Weston, & Cepeda, 2012). Esta situación se extiende al hogar, en donde los estudiantes

tienen la necesidad de tener la televisión encendida, revisar continuamente sus mensajes de texto o la computadora mientras hacen su tarea (Jensen & Ellis, 2015).

Intentar realizar múltiples tareas puede tener impactos negativos en la efectividad y eficiencia de diferentes procesos que comprometen el aprendizaje de los estudiantes (Sharff, 2011; Burak, 2012; Coulter, 2018; Wootton & Horne, 2010):

- Fisiológicas: liberación de cortisol, así como, niveles crónicos de esta hormona del estrés, lo que favorece la conducta agresiva, los problemas de memoria a corto plazo y la presencia de múltiples enfermedades (cardiovasculares, infecciones, problemas de piel, afecciones gástricas y metabólicas).
- Emocionales: mayor nivel de estrés, ansiedad, gratificación emocional instantánea y adictiva, agotamiento, confusión e inflexibilidad.
- Cognitivas: sobrecarga cognitiva, falta de atención y concentración, mayor distracción, menor comprensión, procesamiento superficial de la información, menor eficiencia o tiempo de reacción.
- Escolares: bajo rendimiento, mayor tiempo para completar las actividades, mayor esfuerzo en las tareas, disminución en la solución creativa de los problemas.

Aunque nos guste creer lo contrario, nuestros recursos neuronales son finitos y se consumen cada vez que dejamos de hacer una cosa para empezar otra, como resultado, acabamos cansados y sin terminar todo lo que nos propusimos. Hay que dejar de intentar hacer todo al mismo tiempo y enfocarnos en una sola cosa a la vez (Kirschner & Bruyckere, 2017). La satisfacción resultante de concentrarse en una sola tarea permite que el cerebro produzca sustancias químicas que ayudan al pensamiento creativo (Horne & Wootton, 2015).

3.9 “Los primeros tres años de vida son críticos para el aprendizaje”

Otra idea fuertemente implantada en la educación es la que se refiere al “*mito de los 3 primeros años*”, es decir, la creencia de que gran parte del desarrollo cerebral tiene lugar en el periodo que va de los 0 a los 3 años y que al final de este, se establecen los límites del desarrollo neuronal (Ferreira, 2018), por lo que, la plasticidad sináptica, estaría muy poco activa después de esa edad (Howard-Jones, 2014). Esta visión determinista está obsoleta actualmente, la neurociencia ha comprobado que dicho proceso se extiende más

allá de ese periodo, descartando la idea de que existen periodos críticos para el aprendizaje en general (Ferreira, 2018).

Tampoco se toman en cuenta las diferentes tasas de maduración del cerebro y el aprendizaje de por vida, basándose más en la plasticidad funcional que en la anatómica (Bruer, 1993 citado en Pasquinelli, 2012). Resulta más apropiado hablar de periodos de mayor sensibilidad para el aprendizaje en vez de períodos críticos, pues es difícil determinar límites con respecto a cuándo exactamente se produce un período especial para el aprendizaje (OCDE, 2009; Howard-Jones, 2011). De igual manera, el proceso de desarrollo de nuestro cerebro se da de forma cíclica y no lineal, lo que indica que estos procesos neurobiológicos no son rígidos ni inflexibles, sino periodos que comprenden cambios sutiles en la susceptibilidad del cerebro de ser moldeado y modificado por las experiencias (Blakemore & Frith, 2007; Ortiz, 2009).

La comunidad científica reconoce que hay períodos sensibles, particularmente para el aprendizaje del lenguaje. Al nacer, los niños pueden distinguir todos los sonidos del lenguaje, aun aquellos que son muy diferentes del idioma nativo de sus padres, posteriormente, esta habilidad disminuye. El cerebro del bebé cambia, de manera que pueda convertirse en un parlante muy competente en su idioma o en varios idiomas (OCDE, 2009).

Ya que el repertorio de sonidos del idioma no requiere la adquisición de sonidos nuevos, sino de la de la “pérdida” de los no producidos o no percibidos, se puede decir que este proceso se completa mediante la sucesiva poda de sinapsis. Una importante razón de por qué es preferible destacar este aspecto del aprendizaje humano, en términos de períodos sensibles más que períodos críticos, es que se refiere a una pérdida y no a un aumento en la información (OCDE, 2009).

Por otra parte, el trabajo de Piaget ha influido significativamente en la organización de los sistemas escolares. La idea básica que plantea es que los niños experimentan períodos específicos de desarrollo cognitivo, de manera tal que no son capaces de aprender ciertas habilidades antes de edades relativamente fijas. Esto se aplica a la lectura, la escritura y la aritmética, las cuales no se enseñan oficialmente antes de los seis o siete años. También propuso entre otras cosas, que los niños llegan al mundo sin ninguna idea preconcebida acerca de los números. Sin embargo, investigaciones recientes sobre el

cerebro, indican que los niños nacen con un sentido innato de la representación de los números (Dehaene, 1997 citado en OCDE, 2009).

Lo anterior implica que los alumnos son mucho más competentes de lo que se piensa. Los conceptos de probabilidad, número, espacio, tiempo están todos presentes en cualquier humano desde muy temprano, por lo que cuánto más rápido se desarrollen es mejor. Dehaene (2016), sugiere capitalizar esa intuición y no introducir las matemáticas como una disciplina abstracta, al menos no en principio. Los símbolos deberían introducirse de modo que sean interesantes, divertidos y que ayuden a resolver problemas específicos.

En concreto, bajo condiciones normales, las habilidades que identifican las etapas normales de desarrollo deberían ser vistas como puntos de referencia, no como obstáculos en la vía, puesto que podemos aprender a lo largo de toda nuestra vida (Tokuhama, 2013).

3.10 “Entornos ricos en estímulos mejoran el desarrollo cerebral”

El mito de los períodos críticos para el aprendizaje a menudo aparece de la mano de otro neuromito que señala que *“los ambientes enriquecidos aportan un mejor aprendizaje”*. Se cree que se debe aprovechar el lapso de la primera infancia, enriqueciendo los ambientes donde se desarrolla el niño, de manera que se obtenga la mayor de las ventajas posibles porque una vez que la ventana de tiempo para el aprendizaje se cierra, no habrá más posibilidades de adquirir cierto conocimiento (Ferreira, 2018).

Los programas de educación temprana apuntan a acelerar el aprendizaje (Campos, 2016), exponiendo a los niños de forma innecesaria a un sinnúmero de actividades o experiencias que resultan contraproducentes. Por ejemplo, al usar todo tipo de recursos como láminas de colores, móviles, música clásica, o sugerir el estudio de idiomas, matemáticas avanzadas, lógica y música lo antes posible (Blakemore & Frith, 2007). Empero, una sobre carga de estímulos, promueve altos niveles de estrés, así como problemas perceptuales y atencionales, los cuales dificultan el adecuado desarrollo de las funciones ejecutivas (Portero, 2016).

El origen de dicha noción se encuentra en los estudios pioneros de Greenough, Black y Wallace (1987) realizados con ratones, los cuales demostraron que el ambiente es capaz

de incidir sobre el número de sinapsis cerebrales durante el desarrollo. Los resultados indicaron que aquellos ratones criados en un ambiente enriquecido (con ruedas donde correr, laberintos, obstáculos, escaleras y otros ratones con quienes interactuar), tenían un mayor número de sinapsis en algunas zonas del cerebro, en comparación con aquellos ratones que se criaban en ambientes empobrecidos (dentro de una jaula, sin mucho espacio, sin otros ratones ni juguetes). Además, los primeros se desempeñaban mejor en tareas de aprendizaje y eran más veloces para recorrer los laberintos que los ratones criados en ambientes deprivados (Greenough & Volkmar, 1973; Galli, 2016).

Extrapolar los resultados obtenidos a partir de este estudio en acciones concretas para el aula resulta arriesgado, ya que un ambiente enriquecido corresponde a un ambiente básicamente normal. Se consideraba enriquecido en relación con la otra condición experimental que era claramente precaria. Un ambiente empobrecido es perjudicial para el aprendizaje porque inhibe el desarrollo neuronal, pero no quiere decir que una estimulación adicional origina un aumento en las conexiones sinápticas, sino que un entorno “normal” da origen a más conexiones sinápticas que un entorno precario (Blakemore & Frith, 2007).

Para favorecer el desarrollo del cerebro infantil y adolescente, los programas educativos deberían contemplar:

- Nivelar la cantidad de estímulos y exigencias: Disminuir el número de distractores y equilibrar el nivel de complejidad de las actividades de aprendizaje de acuerdo con la etapa de desarrollo (Portero, 2016).
- Generar un ambiente seguro y libre de maltrato: Favorecer interacciones sociales y afectivas adecuadas a través por ejemplo del juego (Portero, 2016). Cabe recordar que las situaciones estresantes pueden afectar la estructura y funcionamiento cerebral, lo que a su vez suele derivar en déficits cognitivos, problemas de lenguaje, dificultades socioemocionales, entre otros (Amores & Mateos, 2017).
- Estimular el cerebro de forma lenta y con tiempos de descanso: Combinar diferentes tipos de estímulos novedosos con un ambiente ordenado, tranquilo, relajado y emocionalmente estable, con tiempos de descanso y silencio para asimilar el ambiente (Ortiz, 2009).

- Problemas desafiantes: Procurar que el aprendizaje constituya un reto o desafío con nueva información y experiencias. Su resolución crea nuevas conexiones dendríticas que permiten incluso hacer más conexiones (Jensen, 2010).
- Novedad: Variar el horario, los materiales, el acceso y las expectativas. Modificar frecuentemente las estrategias de enseñanza; excursiones, profesores invitados, juegos, proyectos con alumnos de distintas edades, etc. (Jensen, 2010).
- Retroalimentación: Aumentarla reduce la incertidumbre, incrementa las habilidades de afrontar situaciones y disminuye el estrés, por ejemplo, cuando un alumno escribe un documento y sus compañeros hacen la corrección (Jensen, 2010).

Finalmente, un ambiente enriquecido no es igual a sobreestimulación, ésta última nos satura y estresa, generando cortisol. Estimular de forma adecuada, permite que las conexiones neuronales sean más fuertes y de mayor volumen y calidad, lo que implica mayor capacidad para organizar la vida mental y más reserva cognitiva para el resto de la vida (Bueno & Forés, 2018).

3.11 “Escuchar música clásica te hace más inteligente”

Pasquinelli (2012) refiere que este mito surgió en los 90’s a partir de una mala interpretación derivada de la investigación de Rauscher, Shaw y Ky, quienes midieron los efectos de escuchar la música de Mozart en las capacidades espaciales de los adultos, comparados con escuchar música relajante o silencio, encontrando un aumento de 8 a 9 puntos en una escala de CI. Sin embargo, estudios posteriores no han podido replicar los resultados, y se ha desacreditado el supuesto “*Efecto Mozart*” (Mora, 2013; Pardo, 2018).

Lo que sí está comprobado son los beneficios cognitivos de escuchar y tocar al mismo tiempo un instrumento. Solo escuchar no produce ningún beneficio claramente evidente. La percepción, ejecución y manipulación de un instrumento, activa áreas sensoriales y motoras simultáneamente, observando una mayor habilidad general en las personas. Tocar un instrumento también resulta en una mejor comprensión del lenguaje y promueve habilidades generales como la atención, la percepción y discriminación de estímulos (tonos musicales), la memoria de trabajo y el control motor de la propia conducta (Mora, 2013).

Aunque dicho efecto continúa siendo objeto de investigación, sin ninguna pronunciación firme o definitiva que reivindique o deseche la teoría en cuestión, parece ser cierto que la

música ejerce una poderosa influencia en la mente humana y su estudio permite desarrollar la audición, la motricidad fina, la intuición y el razonamiento espacio-temporal. Pero no se ha podido demostrar que la música de Mozart, en concreto, aumente nuestras capacidades (Pérez, 2015). Definitivamente, escuchar música o tocar un instrumento es sumamente poderoso para el cerebro, independientemente del músico que se trate (Bueno, 2018b).

Desafortunadamente, debido a la falta de comprensión sobre la importancia de la música para el desarrollo neurológico, se están reduciendo los fondos destinados a educadores de música y arte, quedando relegada, cuando el lugar que debería ocupar la educación musical dentro del currículo es fundamental (Pardo, 2018).

Sousa (2002) por su parte, sugiere incluir la música como una herramienta de aprendizaje integral y emocional para nutrir dicho proceso al crear un entorno de aprendizaje más cómodo para los alumnos y construir relaciones positivas, para ello, ofrece algunas directrices a tomar en cuenta a la hora de decidir qué tipo de música poner:

- *¿Cuál es la tarea o actividad que abordaré?*
- *¿Qué reacción emotiva/física pretendo activar?*
- *¿Los alumnos deben hablar durante la tarea?*
- *¿Cuál es la música de la generación de mis alumnos?*
- *¿Qué música encajará mejor con la tarea?*

Finalmente, el ritmo de la música afecta los latidos del corazón y la respiración, influye en el estado de ánimo, los sentimientos y el estado general. La sugerencia es optar por música instrumental, sin olvidar que la música adecuada calma, mientras que la inadecuada agita (Sousa, 2002).

3.12 “El cerebro de los hombres es racional y el de las mujeres es emocional”

Según el mito del cerebro masculino *versus* cerebro femenino, existen diferencias cognitivas importantes entre hombres y mujeres, que se evidencian, por ejemplo, en una mayor habilidad de éstas en el ámbito del lenguaje o que hace que los hombres se destaquen en áreas científicas y matemáticas (Centre for Educational Neuroscience, 2016d).

Algunas investigaciones supuestamente científicas dan cuenta de una mejor capacidad de los hombres para la visualización del espacio; son lógicos y lineales, mientras que las mujeres tienen mejor intuición; son más creativas y empáticas, además de que comprenden las cosas de forma holística (Jensen & Ellis, 2015). Aunado a mejores habilidades motoras y espaciales en los hombres, y habilidades superiores de memoria y cognición social en las mujeres, las cuales parecen ser el resultado de una complementariedad adaptativa (Ingalhalikar et al., 2013). Sin embargo, estos estereotipos tan delimitados e inamovibles no son exactos y cada vez son más los datos que los desmienten.

Por ejemplo, la idea generalizada de que los hombres son mejores que las mujeres para las matemáticas, ha dado como resultado que las chicas eviten o se interesen poco por estas materias, sobre todo al momento de decidirse por una carrera universitaria (Jensen & Ellis, 2015).

La teoría de la diferenciación sexual del cerebro se apoya en un supuesto científico ampliamente aceptado: la *hipótesis de la organización/activación*, la cual plantea que el cerebro se feminiza o masculiniza de acuerdo con el grado de exposición a las hormonas sexuales durante la etapa prenatal. A las cinco semanas de gestación, el embrión es, potencialmente, varón y mujer. Una semana después, se pone en marcha el programa de formación de las gónadas, que culminará en ovarios o testículos. Si se están formando los últimos, comienza a producirse testosterona; si están creciendo ovarios, los estrógenos comienzan a fluir. Esta diferencia en el nivel hormonal crea de manera prematura y permanente, patrones masculinos o femeninos de deseo, personalidad, temperamento y cognición (Jensen & Ellis, 2015; Luján, 2015).

Es cierto que existen diferencias entre los cerebros de niños y niñas, tanto en el tamaño de ciertas estructuras como en su trayectoria de desarrollo (Giedd, 2012), producto de variaciones genéticas y de la incidencia hormonal durante el desarrollo fetal, pero es difícil sacar conclusiones sobre las diferencias en el funcionamiento del cerebro basadas en diferencias anatómicas entre varones y mujeres (Jensen & Ellis, 2015; Luján, 2015).

Por su parte, la investigación de Herting, Maxwell, Irvine y Nagel (2012), muestra que efectivamente, existen diferencias sexuales generalizadas en la microestructura de la materia blanca en adolescentes de 10 a 16 años, debidas en parte a los procesos puberales y a la influencia de hormonas como la testosterona y el estradiol (que facilitan la

mielinización y premielinización) tanto en hombres como en mujeres con efectos distintos y variables. Algunas de estas diferencias pueden ayudar a explicar los distintos comportamientos basados en el género, las diferencias en el aprendizaje motor y la competencia en habilidades motoras observadas entre los sexos o las variaciones en la percepción y procesamiento emocional, sin embargo, será importante investigar si estas relaciones sexuales y hormonales contribuyen a distintos perfiles cognitivos en los adolescentes.

Goleman (2013) refiere que los estudios que hablan sobre mejores niveles de inteligencia emocional en las mujeres y mayores capacidades de autodomínio emocional en los hombres se derivan de diferencias estadísticas y no de datos concluyentes. Es decir, aunque las mujeres muestran una ventaja sistemática en la empatía emocional, no quiere decir que un hombre no pueda ser igual de empático que la mujer más empática, ni que una mujer no pueda presentar el mismo nivel de autorregulación emocional que el hombre más equilibrado.

Una investigación reciente con escáneres en 5,000 cerebros reveló que solo el 6% de los mismos, podrían considerarse totalmente masculinos o femeninos, de hecho, parecen atípicos, ya que la mayoría tiene un mosaico de características. Por tanto, no se puede afirmar que hay dos versiones de cerebro, ya que para clasificarse como exclusivamente de uno u otro sexo, debería existir un alto grado de dimorfismo y una gran consistencia en los rasgos definitorios. Pero la materia blanca, la materia gris y las conexiones cerebrales, muestran que las características de ambos se solapan. La gran variabilidad estructural, es creada por la interacción compleja de los genes (en los cromosomas), las hormonas (en las gónadas) y el medio ambiente (en el útero y durante toda la vida), dando como resultado un cerebro multi-mórfico más que dimórfico (Stuart et al., 2017).

La mayoría de los humanos poseen una variedad de rasgos de personalidad, actitudes, intereses y comportamientos, pueden existir mujeres agresivas y varones empáticos, o incluso hombres y mujeres que presenten ambos rasgos a la vez. Los cerebros no son ni masculinos ni femeninos sino intersexuales, por lo que a nivel social se debería tener una visión que reconozca la variabilidad y diversidad humana (Joel et al., 2015).

En conclusión, desde un enfoque evolutivo, resulta innegable que existen diferencias estructurales importantes entre ambos sexos producto de la biología, las cuales fueron

útiles para la supervivencia de la especie. Sin embargo, es claro que los factores socioculturales influyen y modelan al cerebro de tal forma para que pueda adaptarse al medio a través de su comportamiento. Por tanto, los cerebros sí son diferentes, pero eso no significa que el contexto no impacte, y por supuesto, que la educación, en este sentido, ejerce un papel clave en la forma de dirigir de forma adecuada la conducta de los jóvenes, a través por ejemplo de la educación emocional o el trabajo con los roles y estereotipos de género en el aula.

3.13 “La forma de pensar y actuar de los adolescentes se debe a un descontrol hormonal”

De acuerdo con Feinstein (2016), una creencia popular es la idea de que la adolescencia es una etapa por la que todos los niños atraviesan y los adultos deben esperar con mucha paciencia a que termine. Los patrones erráticos de pensamiento y la conducta impredecible se intentan explicar como consecuencia de un “descontrol hormonal”. Frustrados por tales comportamientos, maestros y padres se preguntan; *¿por qué no pueden actuar como adultos?* La respuesta es que no pueden actuar como adultos porque no pueden pensar como adultos.

La teoría de que “*los adolescentes actúan como locos*” o “*son rebeldes sin causa*” por culpa de las hormonas está incompleta. Sus dificultades para quedarse quietos en la clase y concentrarse en sus lecciones se debe a que sus cerebros todavía están en construcción. Los adolescentes tienen que lidiar con un cerebro que está destruyendo las viejas conexiones y creando conexiones nuevas (Feinstein, 2016).

Chicos y chicas muestran por igual vaivenes en su comportamiento emocional durante la adolescencia, reaccionando de forma más o menos intuitiva a todo lo que les rodea, precisamente porque las conexiones entre las partes emocionales y las intelectuales del cerebro aún se están formando. No obstante, las chicas tienen cierta ventaja sobre los chicos, al menos al principio de la adolescencia (Jensen & Ellis, 2015).

El cerebro adolescente tampoco es un cerebro adulto o defectuoso. La evolución lo ha diseñado de forma diferente al de un niño o un adulto para poder adaptarse (Giedd, 2012; Giedd, 2015). Aunque antes se consideraba disfuncional y sumamente inmaduro, en realidad es un órgano sensible, perfectamente conectado y poderosamente preparado para adaptarse a las nuevas situaciones (Punset, 2013).

Los cambios de comportamiento más evidentes en los adolescentes son: 1) mayor riesgo; 2) mayor búsqueda de sensaciones; y 3) un alejamiento de los padres hacia una mayor afiliación con los compañeros. El hecho de que estos cambios ocurran fomenta el funcionamiento independiente y la separación de la familia, lo que resulta particularmente útil para adaptarse (Giedd, 2012).

En ocasiones, la mala interpretación del comportamiento del adolescente y los mensajes negativos por parte de las familias y profesores provoca en el adolescente una frustración que agrava la situación y genera una respuesta agresiva que deriva frecuentemente en una falta de autoestima, desmotivación, impotencia, rabia y tristeza (Giraldo, 2020).

Saber por ejemplo que las funciones ejecutivas están todavía en construcción, permite distinguir un comportamiento típico de una enfermedad mental, o apreciar que el cerebro puede cambiar a lo largo de los años, borra la noción de que un joven es una “*causa perdida*” (Giedd, 2015).

3.14 “El desarrollo del cerebro concluye en la adolescencia”

Hasta hace poco, los investigadores suponían que el cerebro terminaba de desarrollarse casi por completo durante la niñez, pero gracias a los nuevos avances en la tecnología de neuroimagen, se ha descubierto que el cerebro sigue en desarrollo hasta, cuando menos, la tercera década de vida. Estos datos revelan una perspectiva novedosa acerca del papel de la educación media, ya que los adolescentes no son niños, ni adultos, sino un grupo único de individuos con intereses y expectativas diferentes (Feinstein, 2016).

Giedd (2015) coincide en que el cerebro adolescente es una entidad única que se caracteriza por la capacidad de cambio y un aumento en la creación de redes entre las regiones del cerebro. Se desarrolla de manera gradual por áreas, siguiendo un proceso ordenado que comienza en la nuca y avanza hacia la frente. El patrón de formación y maduración de las diversas áreas depende del sexo.

Es decir, aunque el desarrollo parece ser muy similar entre hombres y mujeres, el ritmo de maduración del cerebro parece diferir; la maduración promedio de los muchachos se da un poco más tarde que en las niñas (Gieed y Rapoport, 2010 citado en The Royal Society, 2011), culminando hacia los 22 años en las niñas y hacia los 29 en los niños con la

maduración de las regiones corticales anteriores (Giraldo, 2020), desafiado así la idea de que el cerebro madura por completo antes de esa edad.

Las hormonas sexuales de la pubertad hacen que las chicas maduren más rápido las regiones de la corteza frontal que procesan el lenguaje, el control del riesgo, la agresividad y la impulsividad, mientras que en los chicos maduran las regiones del lóbulo parietal, cruciales para las tareas espaciales. También difieren el hipocampo y la amígdala cerebral de ambos, contribuyendo a diferencias de desarrollo cognitivo y social durante la adolescencia (Schmithorst & Yuan, 2009; Blakemore, Burnett & Dahl, 2010).

De acuerdo con Luján (2015), la maduración de los lóbulos parietal y temporal, y la corteza pre-frontal se relacionan con el aumento de los niveles de estradiol en las chicas y el aumento de los niveles de testosterona en los chicos. Es decir, las hormonas de la pubertad podrían activar las predisposiciones conductuales resultantes de la organización que las hormonas prenatales produjeron en estadios tempranos del desarrollo previo al nacimiento.

Aproximadamente, de los 8 a los 18 años, tanto en los niños como en las niñas, la sustancia gris se va convirtiendo en sustancia blanca, como una onda que alcanza en distintos momentos las diferentes áreas del cerebro. Al mismo tiempo que ocurre este proceso, se perfeccionan las facultades cognitivas, la capacidad de estudio, lectura, memoria, etc. (Giedd, 2004; Schmithorst & Yuan, 2009).

Giedd (2015) menciona que entender que el cerebro de los adolescentes es único y cambia rápidamente, puede ayudar a los padres, los docentes y sobre todo a los propios jóvenes a gestionar mejor los riesgos y aprovechar las oportunidades de esta etapa, así como animarlos a desafiar su cerebro tomando en cuenta sus habilidades.

4. De primates a personas: el origen evolutivo del cerebro

“La biología te da un cerebro...la vida la convierte en una mente”
Jeffrey Eugenides

El cerebro humano es el resultado de una historia evolutiva, que necesariamente debemos abordar para comprender su funcionamiento y ser más conscientes de nuestra excepción como humanos (Carminati & Waipan, 2012).

4.1 Evolución del encéfalo: el éxito de nuestra especie

Los primeros homínidos aparecieron en África hace unos 25 millones de años, dando lugar a cuatro especies: los orangutanes, los gorilas, los chimpancés y los seres humanos. Nuestros antecesores adquirieron la postura bípeda hace unos 3.7 millones de años, descubrieron la fabricación de herramientas, el dominio del fuego y el lenguaje, el cual permitió a su vez, el desarrollo de estructuras sociales más complejas (Carlson, 2014).

Frente a los cambios climáticos, el *australopiteco* se vio obligado a bajar de los árboles y aventurarse en la sabana (Tattersall, 2000). La marcha erguida modificó la forma corporal para adaptarse al calor, refrescar el cuerpo más fácilmente y resistir correr largas distancias, lo que a su vez facilitó la visión estereoscópica, el ahorro de energía que el cerebro luego utilizaría para su crecimiento, y la liberación de las manos (Arsuaga, 2004 citado en Zapata, 2009).

Debido a presiones selectivas, la forma y el volumen de sus cerebros aumentó, lo que hizo posible una mayor capacidad de memoria, y capacidad de reconocer acontecimientos pasados y planificar el futuro, así como un gran desarrollo cultural (Carminati & Waipan, 2012; Carlson, 2014).

En cada generación nueva, se dieron ligeras mejoras neurales. Ramachandran (2012) sugiere que las neuronas espejo desempeñaron un papel decisivo en la singularidad de la condición humana, ya que permitieron la imitación, la cual pudo ser el paso clave en la evolución de los homínidos al transmitir conocimientos mediante el ejemplo.

El aumento en el volumen cerebral también se dio gracias a la ampliación de la dieta, al pasar de un consumo basado en vegetales de más larga digestión, a una dieta carnívora rica en proteínas y energía de digestión más rápida, acelerando así el desarrollo del

cerebro (Malaterre, 2003; Leonard, 2003; Zapata, 2009). La invención del fuego nos dio una gran ventaja, ya que los alimentos cocinados se pre digieren fuera del cuerpo y nuestros intestinos absorben más fácil y en mayor proporción su energía que comer alimentos crudos (Cytowic, 2015).

Con un cerebro del casi doble de tamaño que el de los antepasados, el cráneo también tuvo que agrandarse, y a su vez, la pelvis femenina se tuvo que ensanchar para que cupiera en ella esa cabeza más grande (Jensen & Ellis, 2015). Aun así, una postura erguida limita el tamaño de la vía del parto volviéndolo doloroso, por lo que la hembra necesitaba ayuda de los otros miembros del grupo para aumentar las posibilidades de que la cría sobreviviera, este hecho visto en un principio como solidario, empezó a reforzar los primeros vínculos afectivos (Rosenberg & Trevathan, 2002 citado en Zapata, 2009). Gran parte del crecimiento del encéfalo ha de darse después del nacimiento, lo que significa que los niños requieren un prolongado periodo de cuidado parental. Este periodo de adiestramiento hizo posible que los circuitos neuronales pudieran ser modificados por la experiencia (Carlson, 2014).

Las investigaciones comparadas de los procesos de aprendizaje entre diferentes especies son imprescindibles para develar la complejidad del cerebro (Battro, 2011; Carminati & Waipan, 2012). Por ejemplo, aunque los orangutanes, chimpancés, bonobos y gorilas (con los que estamos estrechamente emparentados), también enseñan como nosotros algunas cosas a sus hijos, ellos solo pueden aprender cosas nuevas durante las etapas infantiles de su desarrollo, mientras que nosotros aprendemos cosas nuevas durante toda nuestra vida, gracias a la capacidad plástica que tenemos (Bueno, 2018).

Bueno (2018), utiliza una analogía derivada de la papiroflexia a la que llama “cerebroflexia” para destacar la habilidad de dar forma a nuestro cerebro a partir de varios dobleces. Cada persona porta un “trozo de papel” de distinto tamaño, forma, grosor, densidad y suavidad, todo esto es lo que conforma el sustrato biológico y genético heredado de los padres para la construcción del cerebro, al que los azares de la vida, el ambiente familiar, la sociedad, la educación, así como los propios deseos y pensamientos, le irán dando forma. El resultado final depende de las características iniciales del papel, pero también de nuestra habilidad para doblarlo. Es decir, el cerebro es un órgano permanentemente inacabado, que se encuentra inmerso en un continuo e incesante proceso de construcción y reconstrucción.

Punset (2013) considera que los adolescentes constituyen el secreto de nuestro éxito como especie. Ya que posiblemente, son los humanos con mayor capacidad de adaptación y sin ellos, probablemente la humanidad nunca se hubiera expandido por todo el mundo (National Geographic, 2017b; Guillén, 2017b).

Además, fue el lenguaje y no el aumento cerebral el que generó una cognición mucho más compleja. Gracias a la fluidez cognitiva, aumentó la rapidez en el procesamiento e integración de la información social y no social, promoviendo así la imaginación, la creatividad y la generación de toda una serie de comportamientos útiles y adaptativos para sobrevivir (Zapata, 2009).

Finalmente, la notable capacidad de enseñar y de aprender del *homo sapiens* es el motor de la sociedad y la fuente de la cultura y de sus más altos valores, lo que significa que debemos encontrar un equilibrio entre los avances científicos y los desafíos de una educación en un mundo que marcha hacia una globalización creciente e inexorable a favor de la dignidad de la persona humana (Battro, 2011).

4.2 Desarrollo del Sistema Nervioso Central

El Sistema Nervioso está compuesto por el *Sistema Nervioso Central* (SNC), que comprende el encéfalo y la médula espinal, a su vez está conformado, por el cerebro, el tronco o tallo encefálico y el cerebelo (Fernández, 2012). Y el *Sistema Nervioso Periférico* (SNP), compuesto por los nervios craneales y raquídeos, constituido el sistema nervioso somático y el autónomo. Esta intrincada red de estructuras controla y coordina todas las funciones del cuerpo (Ibarrola, 2013; Carlson, 2014). Integra la información de nuestro entorno para analizarla, procesarla y elaborar respuestas (Reyes-Haro, Bulavona, & Pivneva, 2014).

El SNC comienza al inicio de la vida embrionaria (aproximadamente a los 18 días después de la fecundación) como un tubo hueco, dando lugar al encéfalo, el cual se compone de tres divisiones, organizadas alrededor de tres cámaras del tubo (Carlson, 2014):

1. *Prosencéfalo*: se convertirá en el cerebro, que ejerce funciones superiores como pensar y resolver problemas.
2. *Mesencéfalo*: contiene las estructuras que procesan información visual y auditiva.

3. *Rombencéfalo*: será el cerebelo, que controla el equilibrio y coordina las funciones motoras y sensoriales, así como el bulbo raquídeo, que controla las funciones automáticas como la tensión arterial y el ritmo del corazón.

De estas subdivisiones primarias, a las cinco semanas, el encéfalo en desarrollo deriva en vesículas secundarias. Del prosencéfalo se deriva el: *telencéfalo* y el *diencéfalo*; el mesencéfalo no se divide, mientras que del rombencéfalo se derivan dos vesículas; el *metencéfalo* y el *mielencéfalo*, que corresponden a diferentes estructuras y funciones (Gowin & Kothmann, 2018).

En el transcurso de su desarrollo dentro del útero, hay un proceso muy activo, las hormonas sexuales proporcionan un estímulo importante que permite la reorganización neuronal, procesos de la corteza cerebral, el cual continúa en la etapa postnatal temprana e infancia con una sobreproducción de circuitos neuronales (Mora, 2013).

Cabe mencionar que el cerebro evolucionó como capas nuevas formadas alrededor del tronco del encéfalo, el cual mantiene la vida, mientras el *sistema límbico* (relacionado con las emociones básicas) nos da el impulso para vivir, y la *neocorteza* (relacionada con la razón y el conocimiento) el control para una vida mejor (Koizumi citado en Battro, Fischer y Léna, 2016). Y aunque el cerebro se desarrolla de abajo hacia arriba y de atrás hacia adelante, y hay estructuras más primitivas que otras, no hay que olvidar que el cerebro es un todo y que nuestras conductas básicas de supervivencia, emociones e inteligencia (razón) forman parte de esa totalidad integrada (Fernández, 2012).

4.3 Conociendo el órgano del aprendizaje

“El cerebro humano es el único órgano que intenta entenderse a sí mismo”
Facundo Manes

De acuerdo con Fernández (2012), el cerebro es el órgano del aprendizaje y también nuestra materia prima, la cual moldeamos e influenciarnos todos los días desde nuestro rol de formadores. Además, conocer la actividad cerebral es una herramienta invaluable para la tarea docente (Carminati & Waipan, 2012). Por tanto, en este apartado se presentan las estructuras básicas del cerebro humano y sus funciones. Para ello, primero echaremos un vistazo al exterior del cerebro, para posteriormente, estudiar su interior y la estructura de sus células nerviosas, que tienen una importancia fundamental para comprender la relación entre cerebro y aprendizaje.

Si imaginamos que nos sumergimos en nuestro cerebro, podríamos ver que tiene el tamaño de un coco, la forma de una nuez, el color del hígado crudo y la consistencia de la mantequilla fría. Su tamaño medio es de unos 1.200 cm³, y pesa aproximadamente 1.3 Kg. (Bueno, 2018). Aunque solo representa el 2% de nuestro peso corporal, ¡consume alrededor del 20% de nuestras calorías! Cuanto más pensamos, más calorías consumimos (Sousa, 2002). Su principal fuente de energía para poder aprender, la obtiene de la sangre, misma que aporta nutrientes tales como glucosa, proteína, oligoelementos y oxígeno. En general, se conforma principalmente por agua (78%), grasa (10%) y proteína (8%) (Jensen, 2010).

Contiene la mayor parte de las principales células cerebrales, las neuronas; responsables del pensamiento, la percepción, el movimiento y el control de las funciones corporales (Jensen & Ellis, 2015). Durante medio siglo, se creyó que el ser humano contenía alrededor de 100 mil millones de neuronas, sin embargo, Von Bartheld, Bahney & Herculano-Houzel (2016), demostraron que este número es mucho menor. Tenemos aproximadamente 85,000 millones de neuronas en el cerebro, y si bien es cierto que necesitamos un mínimo para funcionar adecuadamente, el número no lo es todo. Lo importante son las conexiones que hacen las neuronas entre ellas (Bueno & Forés, 2018).

4.4 Una mirada al exterior del cerebro

4.4.1 Corteza cerebral

La *corteza cerebral* rodea los dos hemisferios cerebrales igual que la corteza de un árbol. En los seres humanos, ha crecido tanto que se ha visto obligada a formar circunvoluciones (Ver figura 2). En cambio, la corteza de la mayoría de los mamíferos es casi toda lisa y plana, con pocos pliegues (Ramachandran, 2012). Abarca una superficie total de unos 2.360 cm² y tiene un grosor de 3 milímetros. Está compuesta mayormente por glía y los cuerpos celulares, dendritas y axones interconectando las neuronas (Carlson, 2014). De hecho, si fuese extendida, tendría aproximadamente el tamaño de una página desplegada de un periódico (Jensen, 2010).

A menudo se refiere a la corteza cerebral como la *materia gris* debido a su color (Jensen & Ellis, 2015). Las neuronas de la corteza forman columnas cuyas ramificaciones se extienden por la capa cortical dentro de una densa red que hay debajo y que es conocida

como la *materia blanca*, es decir, la cubierta de mielina que reviste a las fibras conectivas (axones), que ligan partes de un mismo aparato o sistema (Sousa, 2002).

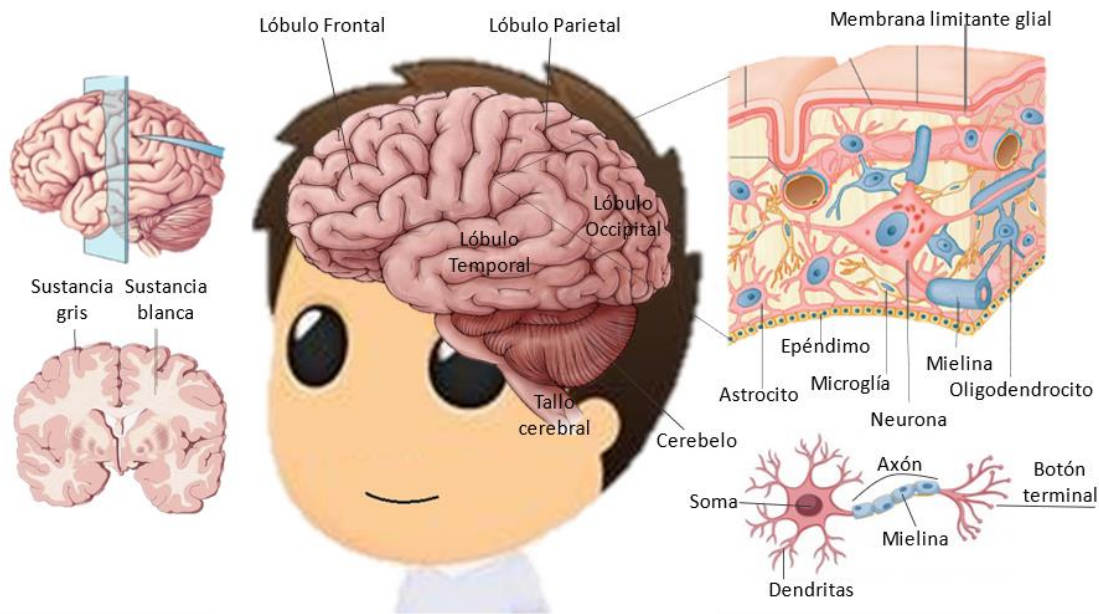


Figura 2. El cerebro y las células del tejido nervioso

La corteza cerebral puede subdividirse en dos diferentes tipos (Gowin & Kothmann, 2018):

- *Cortezas primarias:* llevan a cabo análisis sensoriales simples.
- *Cortezas de asociación:* Son una serie de áreas que integran las sensaciones auditivas, visuales y somáticas en percepciones complejas (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, & Hudspeth, 2014), que incluyen la creatividad, la abstracción y el lenguaje (Gowin & Kothmann, 2018).

4.4.2 Hemisferios cerebrales

El encéfalo consta de dos partes simétricas llamadas *hemisferios cerebrales*, los cuales reciben información sensorial del lado opuesto del cuerpo, controlando los movimientos de dicho lado (Carlson, 2014). Se conectan entre sí por un haz de fibras nerviosas denominado *cuerpo calloso* (del latín *corpus callosum*; “cuerpo grande”), que permite que los dos hemisferios compartan información y mantengan una actividad coordinada (Sousa, 2002; Carlson, 2014; Bueno, 2018).

Cada hemisferio se ocupa fundamentalmente de los procesos sensitivos y motores del lado contralateral (opuesto) del cuerpo. Por lo tanto, la información sensitiva que llega a la

médula espinal desde la parte izquierda del cuerpo, cruza al lado derecho del sistema nervioso (sea en la médula espinal o en el tronco del encéfalo) en su camino hacia la corteza cerebral (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, & Hudspeth, 2014). De forma similar, las áreas motoras del hemisferio derecho controlan los movimientos de la mitad izquierda del cuerpo, y viceversa; esto significa que la corteza motora derecha dirige los movimientos del ojo, el brazo y la pierna izquierda, y la corteza izquierda dirige los movimientos del ojo, el brazo y la pierna derecha. La mayor parte de las vías motoras y sensoriales se cruzan, sin embargo, hay estructuras que no están cruzadas de esta forma, como sucede con el cerebelo, el cual controla el movimiento del mismo lado del cuerpo (Blakemore & Frith, 2007; Jensen & Ellis, 2015).

4.4.3 Lóbulos cerebrales

Cada hemisferio se subdivide a su vez en cuatro lóbulos que realizan funciones cognitivas, emocionales y fisiológicas asociadas, mismas que se solapan (Ver figura 2) (Jensen, 2010; Hernández, 2014):

- ☞ **Lóbulos frontales:** Se encuentran en la parte delantera del cerebro. La parte que queda justo detrás, se denomina corteza prefrontal. En dichos lóbulos se localiza el área motora primaria, que controla el movimiento del cuerpo. Comprenden el centro de control racional y ejecutivo del cerebro, relacionados con el pensamiento, el razonamiento, la planeación, parte del lenguaje y el movimiento, la resolución de problemas y la regulación del sistema emocional (Sousa, 2002; Carminati & Waipan, 2012). La mayor parte de nuestra memoria de trabajo se localiza allí, por tanto, es el área donde se produce la concentración (Sousa, 2002). En la región posterior del lóbulo frontal izquierdo se encuentra el *Área de Broca*, que controla los movimientos de la boca para el habla, sin embargo, no hay que olvidar que el hemisferio derecho, también participa en los aspectos afectivos del lenguaje, como la entonación (o prosodia) (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, & Hudspeth, 2014).
- ☞ **Lóbulos temporales:** Están a la altura de la sien. Es la zona del área auditiva, que recibe información de los oídos; es ahí donde se produce la sensación auditiva, el reconocimiento de rostros y objetos, las emociones, la comprensión del lenguaje (*Área de Wernicke*) y algunas partes de la memoria a largo plazo (Carminati & Waipan, 2012). También están vinculados con el componente

emocional de la conducta moral (no consciente y rápida) ante dilemas éticos donde prima la evitación del daño a terceros sobre el beneficio propio, en comparación con su componente racional (más reflexivo y lento) ligado a la corteza prefrontal a través de respuestas que anteponen la búsqueda del beneficio propio o del grupo (Álvaro, 2014).

Aunado a lo anterior, los lóbulos temporales envían información visual de caras hacia la zona de la ínsula que, a su vez, recibe aferencias olfatorias, gustativas e interoceptivas (estados corporales). Así, por ejemplo, si empezamos a sentir náusea o repulsión de algo, se activan la amígdala y la ínsula. Esta última y el lóbulo temporal contienen neuronas espejo que nos permiten comprender tanto las acciones como las emociones ajenas y empatizar. Ello, contribuye al desarrollo de grupo, y mejora sus logros, al facilitar el aprendizaje y las conductas solidarias (Álvaro, 2014).

- ☞ **Lóbulos parietales** (pared): Situados en la zona trasera superior. En esta parte radica el área sensorial general que recibe información desde los receptores sensoriales ubicados en la piel (presión, tacto, temperatura, dolor, vibración), el interior de los músculos, los tendones y las articulaciones (propiocepción). Es fundamental para la ubicación espacial y las funciones relacionadas con el movimiento (Carminati & Waipan, 2012), así como para el cálculo y ciertos tipos de reconocimientos (Sousa, 2002).
- ☞ **Lóbulos occipitales** (del latín ob, “en la parte de atrás de”, y caput, “cabeza”): Ubicados a la altura de la nuca. Se emplean casi exclusivamente para el procesamiento de imágenes (Sousa, 2002; Carlson, 2014). Se encarga del enfoque de los ojos, la percepción consciente de la visión y la correlación de imágenes visuales con experiencias previas (Gowin & Kothmann, 2018).

4.4.4 Cerebelo

En la parte inferior trasera del cerebro está el *cerebelo* (“pequeño cerebro”), que es primordialmente responsable del equilibrio, la postura, el movimiento y algunas áreas de cognición (Ver figura 2). Algunos experimentos apoyan la conclusión de que aquí se encuentran las bases de la memoria a largo plazo para el aprendizaje motor (Jensen, 2010). Aunque representa sólo el 11% del cerebro, contiene más neuronas que todas las

demás áreas del cerebro juntas, llegando incluso a abarcar un área de superficie similar a la de los hemisferios cerebrales (Sousa, 2002).

La corteza motora (que dicta órdenes de movimiento voluntario) trabaja en conjunto con el cerebelo. Envía una señal a los músculos a través de la médula espinal y el cerebelo recibe una copia. El cerebelo también recibe *feedback sensorial* de receptores en músculos y articulaciones de todo el cuerpo, lo que le permite detectar cualquier ajuste que pueda producirse entre la acción deseada y la acción real, así como corregir la señal motora de salida (Ramachandran, 2012).

4.4.5 Tallo cerebral

En la base del cerebro, está el *tallo cerebral*, indispensable para la supervivencia (Ver figura 2). Trabaja en automático y controla las acciones involuntarias, tales como la respiración, la frecuencia cardíaca y la presión arterial. Además, regula los ciclos de sueño y descanso (Carminati & Waipan, 2012).

Se continúa con la médula espinal, mediadora de la sensibilidad y el control motor y las extremidades, mientras que el tronco encefálico se ocupa de la sensibilidad y el control motor del cuello, la cara y la cabeza. Es el lugar de entrada de varios sentidos especiales, como el oído, el equilibrio y el gusto. Además, contiene las vías ascendentes y descendentes que transportan la información sensitiva y motora a otras divisiones del sistema nervioso central (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, & Hudspeth, 2014). El tallo cerebral es el área más profunda y antigua del cerebro. De los doce nervios del cuerpo que se dirigen al cerebro, once de ellos terminan aquí, el nervio olfativo, para el olor, se dirige directamente al sistema límbico (Sousa, 2014).

En la profundidad de dicha estructura se localiza la *formación reticular (FR)*, un sistema de neuronas que reúne información de todos los sentidos y controla los niveles de alerta (Feinstein, 2016). Como un guardia, la FR decide los mensajes que entran y salen del encéfalo. Si un mensaje es importante, envía señales de alerta a la corteza cerebral, el tálamo y la médula espinal, de lo contrario, lo ignora para evitar distracciones. De esta forma, regula la atención, la postura, algunos reflejos, el movimiento y el sueño (Carlson, 2014).

4.4.6 Áreas funcionales de la corteza cerebral

La corteza motora y la corteza somatosensorial

Gracias a las observaciones de Theodor Fritsch en 1864 durante la guerra entre Prusia y Dinamarca, se lograron identificar los primeros circuitos funcionales de la corteza cerebral. Este médico alemán se dio cuenta de que, al tocar algunas áreas descubiertas del cerebro de algunos heridos, se producían movimientos musculares siempre en el mismo lugar. Posteriormente, junto con su colega Eduard Hitzig, demostraron la localización de las funciones motoras en la corteza cerebral y la existencia de conexiones neuronales desde ésta hasta los músculos. Otros investigadores prosiguieron dicha tarea con más detalle y fue así como se pudo identificar cuáles son las áreas de la corteza cerebral que se conectan con los distintos músculos del cuerpo, de la cara y de las extremidades. Lo mismo se hizo para la percepción sensorial. Se observó en estos experimentos que el movimiento y la sensibilidad de algunas regiones del cuerpo requieren un mayor número de neuronas en la corteza, por ejemplo, las manos y la lengua. Se elaboró así el famoso mapa del "homúnculo" (hombrecito) (Pasantes, 2010).

La corteza cerebral se divide en: a) *áreas de proyección primaria*, que incluyen zonas especializadas en recibir información sensorial de la vista, el oído, el gusto y la somatosensación, al igual que la corteza motora que envía las respuestas a los músculos para producir la conducta; y b) *áreas de asociación*, donde se integran la información recibida en las áreas primarias, realizándose complejas interacciones (Ver figura 3) (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, & Hudspeth, 2014).

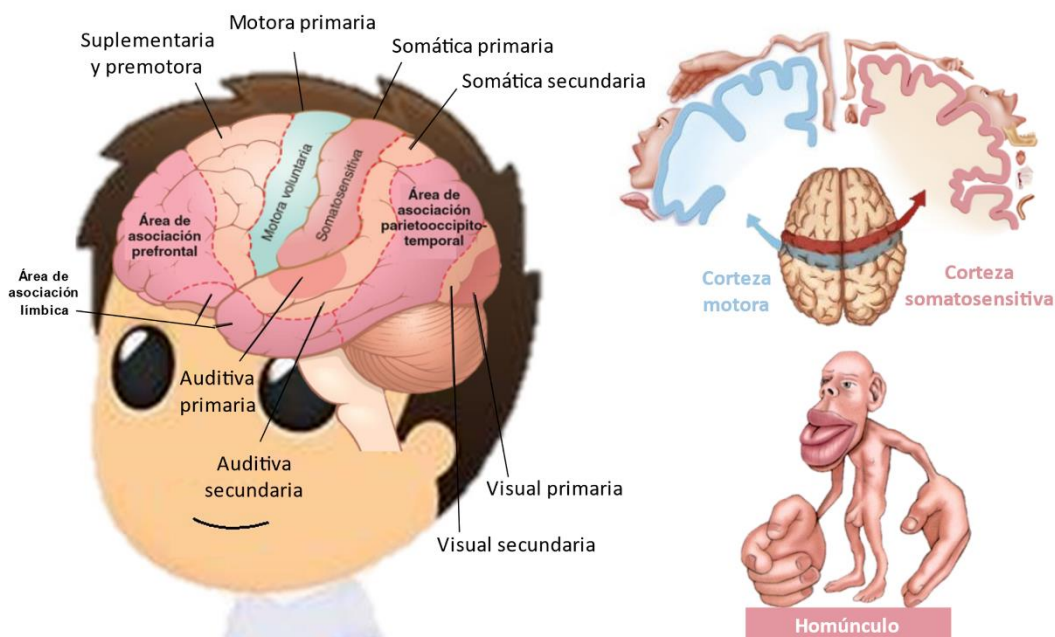


Figura 3. Cortezas primarias y cortezas de asociación

En la *corteza motora y sensorial* (cortezas primarias), las diferentes zonas del cuerpo ocupan más o menos terreno según sea su importancia funcional. La cara, los labios, la lengua y la punta de los dedos son los que tienen más espacio, porque la sensibilidad y el control necesarios para estas partes del cuerpo han de ser más precisos que para otras, como la parte media de la espalda (Jensen & Ellis, 2015) Estas dos bandas de fibras que cruzan la parte superior del cerebro y que van de oreja a oreja, se encuentran entre los lóbulos parietales y los frontales (Ver figura 3).

Con estas bases, otros investigadores emprendieron la tarea de hacer un “mapa” de otras funciones localizadas principalmente en la corteza, y de esta forma se pudo determinar que existen áreas visuales (corteza visual), auditivas (corteza temporal) o para la percepción táctil, entre otras (Pasantes, 2010).

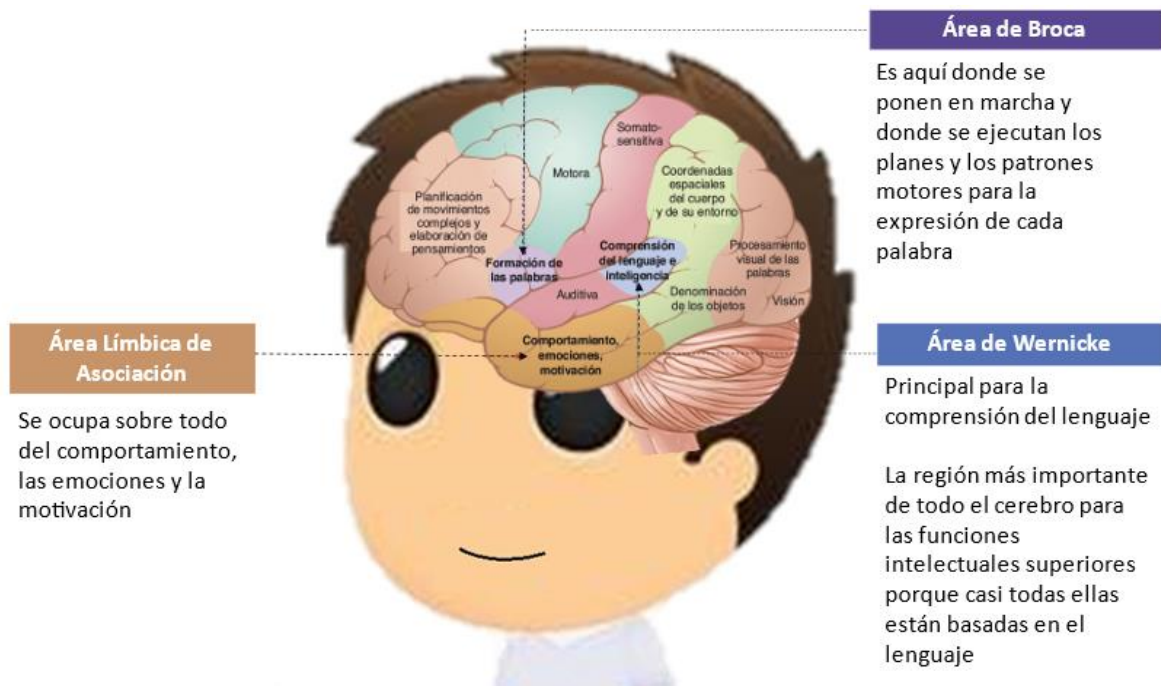


Figura 4. Mapa de las áreas funcionales específicas en la corteza cerebral.
Adaptado de Guyton y Hall, 2017.

4.5 Una mirada al interior del cerebro

Con técnicas más elaboradas, también se localizaron áreas de la corteza relacionadas con funciones más complejas como la actividad conductual, sin embargo, estas se localizan más bien en estructuras del cerebro por debajo de la corteza. En particular, el conjunto de estructuras que se conocen como *sistema límbico* tiene gran importancia en el origen y control de las emociones (Pasantes, 2010).

4.5.1 Sistema límbico

En la zona situada en la parte central del cerebro se halla el *sistema límbico* (Ver figura 5), formado por varias estructuras cerebrales que incluyen el tálamo, el hipotálamo, el hipocampo y la amígdala, el septum, el fórnix, la corteza del cíngulo, entre otras. A veces se le denomina como “*el antiguo cerebro mamífero*”. Sin embargo, muchos investigadores advierten que no es una entidad funcional separada, ya que todos sus componentes interactúan con muchas otras áreas del cerebro. Su localización entre la corteza cerebral y el bulbo raquídeo, empero, este complejo circuito de las emociones se relaciona con la corteza cerebral para permitir la interacción entre la emoción y la razón (Sousa, 2002).

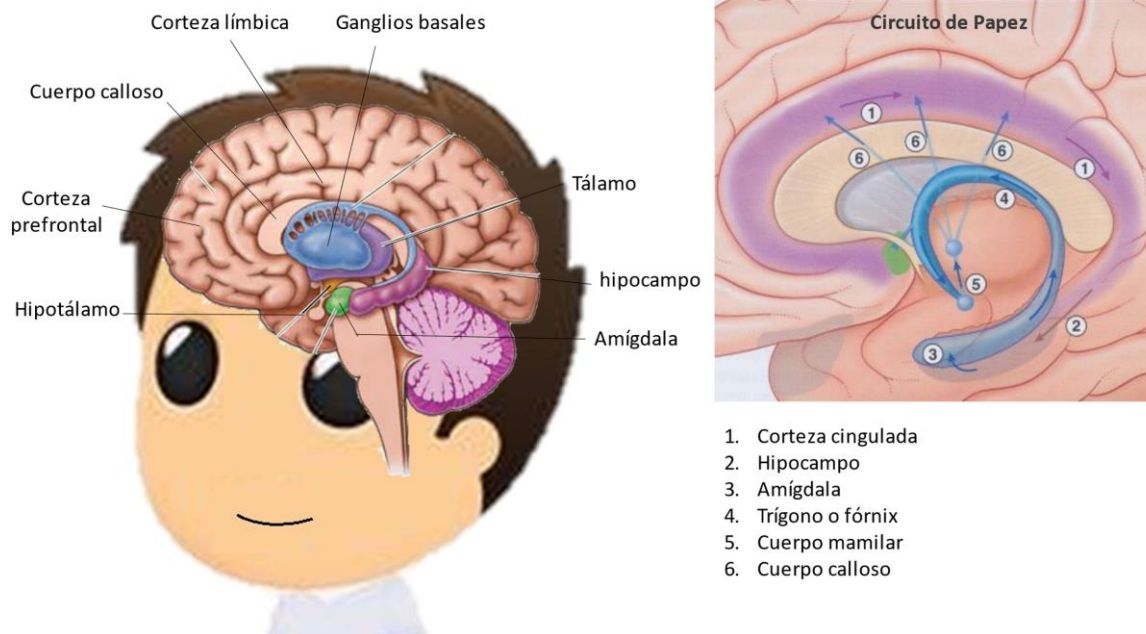


Figura 5. Componentes principales del Sistema Límbico

El *sistema límbico* está en constante relación con la corteza cerebral. Una transmisión de señales de alta velocidad permite que el sistema límbico y el neocórtex trabajen juntos y podamos tener control de nuestras emociones (Rotger, 2017). Existen cuatro partes del sistema límbico que son importantes para el aprendizaje y la memoria:

☞ **El tálamo cerebral** (*del griego thalamos “apartamento interior, dormitorio”*). Es quien recibe toda la información sensorial (excepto el olfato) y se encarga de distribuirla a las partes correctas del cerebro para ser procesada. El cerebro y el cerebelo también envían señales al tálamo, implicándolo así en muchas actividades cognitivas, por ejemplo, la memoria (Sousa, 2002). Cuando en una clase los alumnos ven una película, escuchan música o manipulan objetos, es el tálamo quien iniciará la distribución del tránsito de la información como una estación de peaje (Carminati & Waipan, 2012).

☞ **El hipotálamo:** Está alojado justo bajo el tálamo. Mientras este último supervisa la información procedente del exterior, el hipotálamo supervisa los sistemas internos para mantener el estado normal del cuerpo (homeostasis). Mediante el control del equilibrio de distintas hormonas, modera numerosas funciones corporales, incluyendo el sueño, la temperatura corporal y el consumo de alimentos y líquidos. Si los sistemas se desequilibran, al individuo le resultará más difícil concentrarse en el procesamiento cognitivo del material curricular (Sousa, 2002).

En general, el hipotálamo es quien regula químicamente el ambiente interno del cuerpo. Es el responsable de que nos despertemos cada mañana, de que fluya adrenalina cuando nos enfadamos y de que nos sintamos entusiasmados o desanimados (Ibarrola, 2013).

☞ **El hipocampo** (*del griego hippókamos “caballito de mar”*). Se sitúa cerca de la base del área límbica, en el interior del lóbulo temporal. Juega un papel muy importante en la consolidación del aprendizaje y en la conversión de la información proveniente de la memoria de trabajo a través de señales eléctricas que se dirigen a las regiones de almacenamiento a largo plazo, un proceso que puede llevar días o meses (Sousa, 2002).

Colabora evaluando los estímulos y los pone en contexto. Por ejemplo; el sonido de una sirena de la policía indica peligro, en cambio, el toque de timbre que inicia

el recreo indica alegría. Este proceso es esencial para la creación de significado (Carminati & Waipan, 2012). Los escáneres cerebrales confirman que el hipocampo es el almacén permanente de la memoria (Sousa, 2002), la cual no depende de un mecanismo neuronal en particular, sino que está distribuida de forma dispersa en el cerebro (LeDoux, 1999).

☞ **La amígdala** (*del griego amygdale “almendra”*). Esta estructura situada al final del hipocampo recibe información del tálamo ligada a las emociones y a las conductas. Regula las interacciones con el ambiente que pueden afectar a la supervivencia poniendo al cuerpo en estado de alerta, tales como atacar o escapar. Su interacción con el hipocampo asegura que recordemos por mucho más tiempo aquellos acontecimientos de impacto emocional (Sousa, 2002; Carminati & Waipan, 2012).

Es fascinante constatar que las dos estructuras cerebrales que son responsables del recuerdo a largo plazo estén situadas en el área emocional del cerebro, lo que indica la conexión que existe entre emociones, aprendizaje, cognición y memoria (Sousa, 2002).

Estas cuatro estructuras anteriormente descritas, son parte de lo que Papez, describió en 1937 como un grupo de estructuras encefálicas interconectadas que formaban un circuito dedicado principalmente a la motivación y la emoción. La importancia de su contribución es que no lo vio como estructuras separadas, sino como un circuito reverberante (Ver figura 5). Un fisiólogo, McLean (1949), expandió el sistema para incluir otras estructuras y acuñó el término *sistema límbico*. Además de la corteza límbica, las partes más importantes de este sistema son el hipocampo y la amígdala, el fórnix y los cuerpos mamilares (Carlson, 2014).

4.5.2 Células cerebrales: ¿Dónde comienza el aprendizaje?

*¡Como el entomólogo a caza de mariposas de vistosos matices,
mi atención perseguía, en el vergel de la substancia gris,
células de formas delicadas y elegantes,
las misteriosas mariposas del alma,
cuyo batir de alas quién sabe si esclarecerá
algún día el secreto de la vida mental!*
Santiago Ramón y Cajal

El cerebro está compuesto por un billón de células de dos tipos: las neuronas y neuroglías. Sin embargo, aunque ambas son fundamentales para el funcionamiento del cerebro y el aprendizaje, las neuronas son más conocidas (Jensen, 2010).

4.5.2.1 Neurona: unidad básica del aprendizaje

A principios del siglo XX, el doctor Santiago Ramón y Cajal situó por primera vez las neuronas como elementos funcionales del sistema nervioso, células individuales interconectadas que se comunicaban entre sí (Ibarrola, 2013), hallazgo que le valió el Premio Nobel de medicina (Braidot, 2013).

Las neuronas no solo se encuentran en el cerebro, tenemos neuronas sensoriales en los músculos, la piel, las articulaciones y otros órganos internos. Por eso sentimos frío, calor, placer o dolor. También tenemos neuronas sensoriales en la nariz, la lengua y el oído, y gracias a ellas percibimos aromas, sabores y sonidos respectivamente (Braidot, 2013).

En general, las neuronas pueden clasificarse por su función, en (Braidot, 2013):

- *Sensoriales*: Nos permiten percibir los colores, formas, aromas, texturas, temperaturas o sabores.
- *Motoras*: Gracias a ellas podemos caminar, correr, nadar, hablar o saludar con la mano.
- *Integradoras o interneuronas*: Crean redes entre las neuronas sensitivas, las motoras y otras interneuronas transportando la información.

La *neurona* (del griego *neuron* “ *cuerda de arco*”) está compuesta por un *cuerpo celular o soma*, *dendritas* (prolongaciones cortas que transmiten impulsos) y una única prolongación larga, denominada *axón*, que conduce los impulsos desde el soma hasta las dendritas de otras neuronas (Ver figura 2). Se encarga de tratar la información y transportar las señales químicas y eléctricas en todas las direcciones (Jensen, 2010; Fernández, 2012).

Cada axón está recubierto por una capa de *mielina*, misma que lo aísla de otras células e incrementa la velocidad de transmisión del impulso nervioso, el cual viaja a través un proceso electroquímico y se puede desplazar a lo largo de 1,80 cm. de altura de un adulto en dos décimas de segundo. Una neurona puede transmitir entre 250 y 2,500 impulsos por segundo (Sousa, 2002).

Las neuronas se conectan directamente con las que tienen más cerca, pero para interconectarse con las diferentes partes del sistema nervioso, además de recibir y transmitir información interoceptiva y exteroceptiva del cuerpo, requiere de las prolongaciones nerviosas que forman la sustancia blanca (Jensen & Ellis, 2015).

Además, las neuronas pueden conectarse con células receptoras especializadas, como las que se encuentran en los órganos de los sentidos, por ejemplo, los conos y bastones ubicados en la retina, o las células ciliadas de los oídos, entre otras. Por otra parte, las neuronas también se conectan con músculos (estriado, liso y cardíaco). Finalmente, se sabe que las conexiones pueden no solo ser entre un axón y una dendrita (axo-dendrítica), sino también, entre axón y cuerpo celular (axo-somática), dendrita con dendrita (dendro-dendrítica), y axón con axón (axo-axónica), dando una cantidad inimaginable en número de interacciones.

Dichas células tienen un espacio entre cada dendrita y axón, denominado *sinapsis* (del griego “*unión*”). Una neurona típica recoge señales de las demás a través de las dendritas (cubiertas de miles de *espinas dendríticas*), luego envía impulsos de actividad eléctrica a través del axón hacia la sinapsis, lo que origina la liberación de neurotransmisores almacenados en vesículas sinápticas desde el *botón terminal* que se encuentra al final del axón. Estas sustancias químicas cruzan el espacio sináptico y son aceptados por receptores de dendritas de otra neurona (Sousa, 2002; Blakemore & Frith, 2007). Según sea el neurotransmisor que se libere, la neurona receptora recibe el mensaje de detenerse (*sinapsis inhibitoria*) o de ponerse en funcionamiento (sinapsis excitatoria) (Jensen & Ellis, 2015).

Las neuronas funcionan como pequeñas baterías. En reposo, la neurona mantiene una diferencia de voltaje entre el interior (exceso de carga negativa) y el exterior (exceso de carga positiva) de la membrana celular, llamado *potencial de reposo*. El sodio (Na^+) está concentrado en el exterior de la célula, mientras el potasio (K^+) se concentra dentro. Cuando una neurona se activa, descarga un impulso eléctrico o *potencial de acción*. Entonces, entran iones de sodio a toda prisa por poros de la membrana (canales iónicos), invirtiendo brevemente el voltaje a través de esta, lo que da lugar a la liberación de neurotransmisores. Por lo general, un *potencial de acción* dura un milisegundo, transcurrido el cual la membrana vuelve a su estado de reposo (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, & Hudspeth, 2014).

Toda vez que los estímulos se convierten en impulsos nerviosos, viajan al tálamo que está situado en el centro del cerebro y es una estación de procesamiento de la información, desde ahí las señales se distribuyen a zonas específicas del cerebro (Jensen, 2010).

Gracias al gran sistema de comunicación entre las neuronas, el cerebro aprende cada segundo, formando *redes neuronales* que, gracias a la plasticidad cerebral, pueden construirse, modificarse o potenciarse (Fernández, 2012; Ibarrola, 2013).

4.5.2.2 Neuronas espejo: aprendizaje, imitación y empatía

“Los seres humanos somos capaces de imitar la mente de otros y no solo sus acciones”
Ramachandran

El neurobiólogo italiano Giacomo Rizzolatti junto con su equipo, encontraron que las neuronas de una zona del encéfalo del mono se activaban cuando éstos veían a personas realizando varios movimientos de agarre, sujeción o manipulación de objetos, o cuando realizaban estos movimientos por sí mismos. De este modo, las neuronas respondían a la visión de la ejecución de movimientos particulares (Carlson, 2014).

Estudios de imagen funcional han demostrado que el encéfalo humano también contiene un circuito de *neuronas espejo*, las cuales se activan de manera inconsciente cuando miramos o escuchamos a otra persona ejecutando una actividad, esto permite que la persona que está observando, replique una serie de actividades similares a las que está viendo o la pone en condiciones para hacerlo. Como su nombre lo indica, las neuronas espejo reflejan la actividad del otro, es decir que cuando observamos una determinada actividad, estamos realizando también de manera inconsciente, las mismas conexiones neuronales como si las realizáramos nosotros mismos (Carlson, 2014).

Aunque se activan cuando vemos una acción ajena, no vamos por el mundo imitando todo. Los lóbulos prefrontales son quienes dan cordura, centran los contextos, posicionan la presencia de conocimientos previos, controlan los impulsos, planifican, toman decisiones e inhiben su activación (Giraldo, 2020).

Este tipo de neuronas están implicadas en el aprendizaje, la imitación y la vida social. Muchas se encuentran en el *área de Broca* (región encargada de la articulación del lenguaje) y en otras zonas de la corteza cerebral, incluyendo las relacionadas con la visión y la memoria. Dado que estas células se activan tanto cuando un individuo observa

a otro realizar una acción, como cuando es él mismo quien la ejecuta, conocer cómo funcionan es de enorme trascendencia para el desarrollo de técnicas de aprendizaje (Braidot, 2013).

El uso de técnicas como el *role-playing* o el modelamiento de problemas matemáticos, favorece el desempeño y procesamiento de las neuronas espejo. Aprovechar esta oportunidad, también puede contribuir a afrontar de manera rápida y eficiente los comportamientos inapropiados dentro de la escuela, a fin de evitar la imitación (Feinstein, 2016).

4.5.2.3 Glía: pegamento del aprendizaje

Fue el médico alemán Rudolf Virchow quien, en 1958, acuñó el término “*neuroglía*” para referirse al “*pegamento del cerebro*” que se ubicaba entre las neuronas y las mantenía unidas (Reyes-Haro, Bulavona, & Pivneva, 2014). Durante mucho tiempo, se creyó que el cerebro humano contenía un billón de células gliales, con una relación glía:neurona de 10:1, no obstante, una nueva investigación demuestra una relación de menos 1:1, en un rango que abarca de 40 a 130 mil millones de células gliales, desafiando así la noción de que las glías superan en número a las neuronas (Van Der, Gujar, & Walker, 2010).

De igual forma, la glía era considerada solo como un elemento de soporte sin ninguna función importante, sin embargo, estudios recientes, la presentan como un elemento fundamental para investigar y conocer sobre la fisiología del sistema nervioso central (Reyes-Haro, Bulavona, & Pivneva, 2014).

Forés & Ligoiz (2009) señalan que las células gliales forman parte del proceso cognitivo de manera muy importante. Hoy se sabe que interactúan con la información entre las neuronas, con capacidad de inhibición, refuerzo o calidad de los mensajes y en la asociación de estos entre zonas neuronales distantes. Son participantes activas de la transmisión sináptica, actuando como reguladoras de los neurotransmisores (Fernández, 2012) y colaboran en la plasticidad cerebral, ya sea por creación de nuevas conexiones o eliminación de las existentes (Aguilar, 2013b). Por tanto, tienen un papel clave en el aprendizaje y la memoria.

Las *células gliales* (Ver figura 2 y 6) no tienen cuerpo celular alguno y su función incluye la formación de la barrera hematoencefálica, el transporte de nutrientes y la regulación del

sistema inmunitario. También eliminan las células muertas y dan soporte estructural que mejora la resistencia (Jensen, 2010).

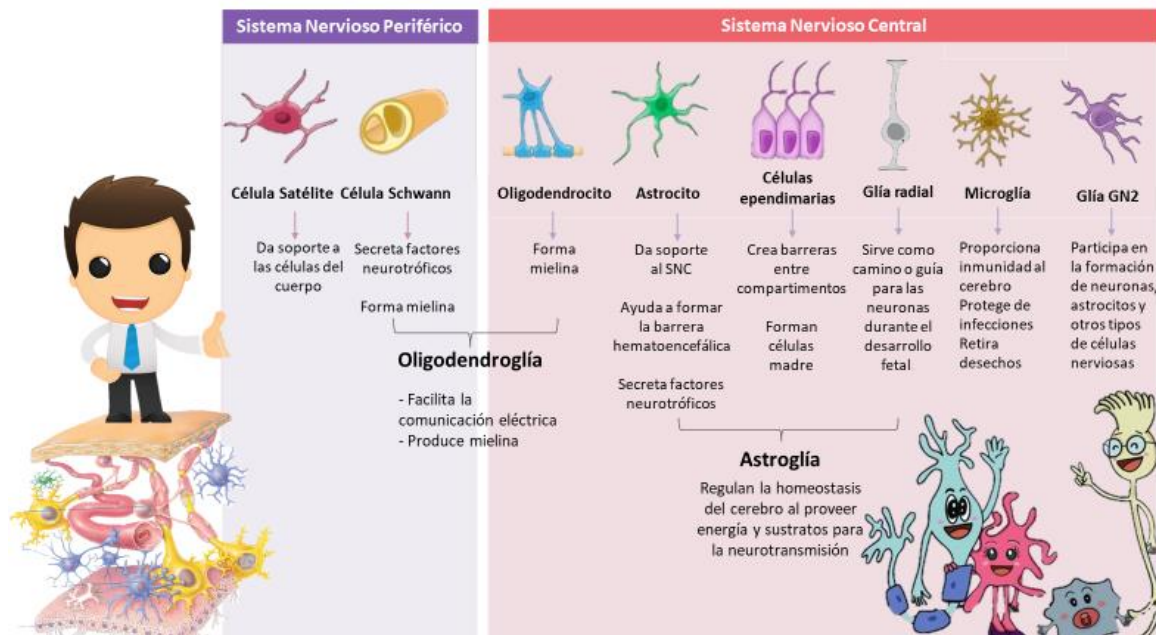


Figura 6. Células gliales del sistema nervioso

Con base en su morfología, fisiología y localización en el cerebro podemos identificar cuatro tipos de glía (Reyes-Haro, Bulavona, & Pivneva, 2014):

- **Microglía:** Proporciona inmunidad al cerebro, vigila y conserva su integridad reaccionando de forma inmediata ante cualquier daño que se produzca. En caso de infección, combate a los organismos nocivos, fagocitándolos y removiendo también las células muertas. Incluso, puede participar en la remodelación sináptica durante el desarrollo del sistema nervioso central, al remover conexiones inapropiadas.
- **Oligodendroglía:** Facilita la comunicación eléctrica entre las neuronas. Comprende a los *oligodendrocitos* (en el SNC) y las *células de Schwann* (en el SNP). Ambos producen mielina, una lipoproteína que envuelve a los axones de las neuronas y hace más eficiente la comunicación neuronal. Cuando se enferman, los axones se desmielinizan, produciendo problemas cognitivos y motores, como los que se presentan en enfermedades neurodegenerativas.

- Glías NG2: Aunque inicialmente se clasificaron como precursoras de los oligodendrocitos y es el tipo de glía del que menos información se dispone, estudios recientes sugieren que también podría participar en la formación de neuronas, astrocitos y otros tipos de células nerviosas.
- Astroglía: Comprende a los *astrocitos*, las *células endodimales* y la *glía radial*. Los astrocitos (“*célula en forma de estrella*”) regulan la homeostasis del cerebro al proveer energía y sustratos para la neurotransmisión. Están presentes en la sustancia blanca y la sustancia gris. Además de remover los neurotransmisores del espacio sináptico, podrían tener actividad neurogénica e incluso participan en la formación de sinapsis y modulan la actividad sináptica gracias a una comunicación bidireccional con las neuronas.

En conclusión, el estudio integral del sistema nervioso debería abordar las interacciones neurona-glía para avanzar en el conocimiento de la fisiología del cerebro.

4.5.2.4 Neurotransmisores: interlocutores de la comunicación neuronal

“La vida es una reacción química que solo requiere de equilibrio”
Priyavrat Gupta

En los años 30’s el científico alemán Otto Loewi se encontraba estudiando la forma como las células nerviosas transmiten su mensaje a las fibras musculares del corazón de rana, tenía la idea de que esta comunicación estaba mediada por una sustancia química. Según cuenta, una noche cuando estaba medio dormido, se le ocurrió una idea para probar su hipótesis y dibujó un esbozo del experimento, el cual desechó al día siguiente por considerarlo demasiado elemental. Semanas después, en el mismo estado, vio con claridad las potencialidades de su idea, así que se vistió y fue al laboratorio, tomó sus ranas y realizó el experimento, aislando el primer *neurotransmisor* al que denominó *acetilcolina*, iniciando así toda la moderna bioquímica del cerebro (Pasantes, 2010).

Actualmente, se han identificado 60 neurotransmisores, aunque se sabe que hay más (Ibarrola, 2013). Están implicados en el aprendizaje y la conducta de los alumnos, pero su liberación depende de las estructuras que están procesando una parte del aprendizaje. Entre ellos, encontramos:

- **Dopamina:** Controla los movimientos voluntarios del cuerpo y está asociada con el mecanismo de reacción del cerebro. En otras palabras, regula niveles de respuesta y es fundamental en la motivación, las emociones y los sentimientos de placer. El buen estado de ánimo que genera favorece la conducción de la información a través de la amígdala al córtex prefrontal (Braidot, 2013; Rotger, 2017).
- **Noradrenalina:** Es un neurotransmisor excitador que se deriva de la *norepinefrina*, que controla el enfoque mental y la atención, regulando el estado de ánimo y la excitación física y mental. Se encarga de crear el terreno favorable para la atención, el aprendizaje, la sociabilidad y sensibilidad frente a las señales emocionales. Los niveles altos de noradrenalina facilitan la memoria emocional, y el estado de vigilancia. Un nivel bajo provoca falta de atención, escasa capacidad de concentración y memorización. Cuando su síntesis o la liberación se ve perturbada, aparecen la desmotivación y la depresión (Ibarrola, 2013).
- **Serotonina:** Es un neurotransmisor inhibitorio importante; se ha encontrado que tiene un efecto significativo sobre las emociones, el humor y la ansiedad. También está implicada en la regulación del sueño, la vigilia y la alimentación. El nivel de serotonina se activa cuando en una situación de placer hemos obtenido el objetivo y logrado lo que se presentó como motivación. Por lo general, el aumento de serotonina produce una sensación de bienestar y relajación, y contribuye a inhibir la agresión, la ira y los síntomas de depresión, caracterizados por niveles bajos de esta sustancia (Braidot, 2013).
- **GABA (ácido gamma-aminobutírico):** es el neurotransmisor más extendido en el cerebro. Tiene una función inhibitoria que frena la transmisión de señales nerviosas para mantener los sistemas bajo control y no agotarlos. Su presencia favorece la relajación, el sueño y una buena memorización. Cuando sus niveles son bajos hay dificultad para conciliar el sueño, ansiedad, manías y ataques de pánico.
- **Acetilcolina:** regula la capacidad para retener información, almacenarla y recuperarla en el momento necesario. Los niveles altos de este neurotransmisor potencian la memoria, la concentración y la capacidad de aprendizaje. Un bajo

nivel provoca, por el contrario, la pérdida de memoria, de concentración y de aprendizaje.

- **Adrenalina:** nos permite reaccionar en situaciones de estrés. Las tasas elevadas de este neurotransmisor en sangre conducen a la fatiga, a la falta de atención, al insomnio, a la ansiedad, y, en algunos casos, a la depresión. Los niveles altos, llevan a un claro estado de alerta. Un nivel bajo al decaimiento y a la depresión.
- **Glutamato:** es el neurotransmisor excitador más importante del sistema nervioso, pero en altas concentraciones es tóxico para las neuronas provocando su muerte y originando daños cerebrales. Situaciones crónicas de estrés aumentan el nivel de cortisol y glutamato, lo que a nivel académico dificulta la concentración, provoca problemas de memoria y pérdida de reflejos (Giraldo, 2020).

Como puede observarse, el aprendizaje se produce de forma compleja y a diferentes niveles al mismo tiempo, desde el celular hasta el conductual. De ahí que el estudio de los neurotransmisores sea necesario para comprender el funcionamiento de los procesos cerebrales y optimizar el desarrollo de habilidades como el aprendizaje y la memoria (Braidot, 2013).

5. Neurobiología del Aprendizaje

*“Todo hombre puede ser si se lo propone,
escultor de su propio cerebro”
Santiago Ramón y Cajal*

5.1 Neuroplasticidad

Contrario a lo que antes se pensaba, el cerebro retiene su *plasticidad* más allá de la infancia (Tokuhami, 2013). A lo largo de la vida, nacen y se forman nuevas conexiones como resultado de las experiencias del entorno, conformando un cableado único en cada persona que le permite reorganizarse y reaprender de forma espectacular y continua (Campos, 2010; Braidot, 2013; Jensen & Ellis, 2015).

Aunque la extraordinaria capacidad y flexibilidad del cerebro para cambiar y adaptarse al entorno puede explicar la recuperación de alguna destreza en personas con una lesión o accidente (Aguilar, 2003). Desde la perspectiva educativa, la *plasticidad cerebral* resulta trascendental porque posibilita la mejora de cualquier alumno y, en concreto, puede

actuar como mecanismo compensatorio en trastornos del aprendizaje como la dislexia y el TDAH (Guillén, 2012; Ibarrola, 2013).

La juventud es la etapa en la que existe una mayor capacidad plástica en el tejido cerebral, la cual es mediada por neurotransmisores específicos que influyen de forma positiva en el aprendizaje al proveer un ambiente favorable (Aguilar, 2003). De ahí que los profesores sean conscientes de su papel en la conformación de las redes neuronales de sus estudiantes al realizar un trabajo similar al de un jardinero; requieren conocer las características de sus alumnos (semillas) para poder brindarles lo que necesitan (agua, luz-sombra, abono, nutrientes, etc.) y hacer que florezcan con todo su potencial (Fernández, 2020).

Por tanto, el estudio de este apartado permitirá una comprensión general sobre las características de desarrollo del cerebro, su funcionamiento e incidencia en los procesos de aprendizaje con la finalidad de mejorar las propuestas y experiencias que se den dentro del aula para una enseñanza más efectiva.

5.2 Proceso general de maduración del cerebro

Antes de empezar a hablar sobre el tema, es preciso retomar algunas consideraciones con respecto a la predisposición cerebral a adquirir nuevos conocimientos de acuerdo con ciertos periodos de aprendizaje, lo que abre los debates sobre el sistema educativo y la necesidad de replantearse un nuevo modelo a adquirir contenidos concretos por etapas.

A pesar de que la plasticidad cerebral dura toda la vida, es necesario enfatizar que existen límites importantes que aumentan con la edad, a los que comúnmente se les denomina *períodos críticos*. Esto implica que los sistemas neuronales, particularmente los sensoriales, tienen una plasticidad muy breve para algunas funciones, de aquí la importancia de conocer y aprovechar esta etapa (Aguilar, 2013b).

Por ejemplo, la función visual se adquiere, fundamentalmente durante el primer año de vida, por lo que si a un bebé se le priva de experiencia visual, se genera una ceguera cortical permanente o casi permanente debido a una desconexión funcional de la corteza visual, que aun con un programa apropiado de rehabilitación, el grado y temporalidad de recuperación es variable (Aguilar, 2013b).

De forma similar, para aprender a hablar, la “*ventana plástica*” se abre al nacer y se cierra a los siete años aproximadamente. Esto no quiere decir que después de esa edad, el niño no pueda adquirir el lenguaje, ya que gracias a la plasticidad del cerebro puede conseguirlo, aunque le cueste más trabajo y no adquiera el mismo dominio que un niño que aprendió a hablar a una edad temprana (Mora, 2014).

Dehaene (2015) menciona que los bebés de pocos meses de vida son capaces de reconocer las sutiles diferencias fonológicas presentes en cualquier lengua y unos meses después sólo notar aquellas que son relevantes en la lengua particular a la que está expuesto. Esto se debe a la actividad del *planum temporale* (situado justo encima del área auditiva primaria), la cual aprende a procesar sonidos relevantes e ignorar los innecesarios. Así, por ejemplo, un hablante nativo de japonés no puede escuchar la diferencia entre una r y una l, porque estos sonidos no se utilizan para diferenciar palabras en esa lengua. Esta “*sordera lingüística*” surge hacia el primer año de vida debido a la pérdida de habilidad del planum temporal izquierdo y de regiones cercanas para poder distinguirlos (Dehaene, 2014).

Los ejemplos anteriores dan cuenta de la enorme capacidad del cerebro para adaptarse al medio, no obstante, en el ámbito educativo, resulta más apropiado hablar de periodos sensibles más que de periodos críticos, ya que es difícil determinar límites rígidos e inamovibles con respecto al aprendizaje.

En general se distinguen tres grandes períodos sensibles desde el nacimiento hasta alcanzar la edad adulta (Ortiz, 2009; Mora, 2013; Bueno & Forés, 2018):

1. Del nacimiento a los 3 años

Se desarrollan conexiones sinápticas entre áreas corticales cercanas. El cerebro absorbe el ambiente para adaptarse a él, lo que hace que sea la etapa más importante e influyente para la personalidad. Un ambiente de alta conflictividad estimulará conexiones neurales que favorecerán una alta impulsividad, como respuesta a las posibles amenazas.

2. De los 4 a los 11 años

Se favorecen las conexiones de media distancia entre la corteza cerebral y algunas zonas internas del cerebro, como las amígdalas y el hipocampo. El hecho de que hasta los 3 o 4

años no se empiecen a formar conexiones entre la corteza y el hipocampo explica por qué casi nadie recuerda las experiencias anteriores a los 3 años.

Es la etapa que más influye en las destrezas académicas o competencias básicas los niños aprenden a leer, a escribir, los primeros razonamientos lógico-matemáticos, estrategias de memorización, etcétera. Cabe mencionar que cada cerebro va madurando a un ritmo ligeramente diferente a los demás y la edad para aprender estas destrezas sea un poco variable, lo que implica respetar los ritmos individuales.

3. Adolescencia

Durante la adolescencia, el cerebro y sus programas génicos priorizan las conexiones entre áreas cerebrales distantes, lo que se relaciona con la gran capacidad de aprender cosas nuevas. En este sentido, cuantas más conexiones soporte un aprendizaje o un recuerdo, si además contiene componentes emocionales y sociales, mejor se recordará y con más eficiencia se podrá utilizar en el futuro. Esto sirve a todas las etapas de desarrollo cerebral.

En paralelo, el establecimiento de dichas conexiones permite que poco a poco y lentamente, vayan madurando la capacidad de tomar decisiones, el control emocional, la capacidad de retrasar las recompensas, la lógica y el raciocinio, etcétera. También se relaciona con la curiosidad y la búsqueda de novedades que a menudo se traducen o lo interpretamos como rebeldía. Finalmente, una de las mejores formas que tiene el cerebro de adquirir nuevos conocimientos, especialmente los sociales, y estimular su plasticidad, es por imitación.

Con base en estos períodos de adquisición de funciones cognoscitivas y para fines del presente trabajo, a continuación, se estudia de manera particular y con mayor profundidad, el proceso de desarrollo cerebral que se da durante la adolescencia.

5.3 Cerebro adolescente: una mente en construcción

“Los adolescentes son más similares a un plano en construcción que a uno terminado... Como la estructura de una casa, todavía necesita la instalación de muros, sistema eléctrico y techo...”
Feinstein Sharyl

La adolescencia es una etapa caracterizada por la presencia de importantes cambios (físicos, psicológicos y hormonales) y el cerebro no es la excepción. En él también ocurren modificaciones significativas relacionadas con la *plasticidad cerebral*, la *sinaptogénesis* y la *mielinización*, principalmente, en los lóbulos frontales. Por lo tanto, conocer qué pasa en el cerebro de un adolescente, es fundamental para poder entender algunos de sus comportamientos, así como determinar qué estrategias de enseñanza favorecen su aprendizaje (González, 2018).

Desde su inicio, el desarrollo cerebral sigue un patrón jerárquico preestablecido, comenzando su madurez en áreas sensoriales que le permiten la supervivencia a temprana edad, hasta llegar a las zonas de mayor complejidad; las áreas frontales (Ortiz, 2009). Este proceso, presenta varios principios: sinaptogénesis, mielinización y neurogénesis.

5.3.1 Sinaptogénesis: ¿cómo se forman las conexiones entre las neuronas?

Las conexiones sinápticas comienzan a establecerse entre el tercer y cuarto mes de embarazo, y en el segundo trimestre de gestación se da un primer aceleramiento del crecimiento cerebral. A partir de los seis años comienza un periodo caracterizado por una mayor densidad neuronal producto de la escolarización. De igual forma, durante la adolescencia, se produce otro periodo de crecimiento rápido influido por el desarrollo hormonal (Braidot, 2013).

El aumento dramático en la conectividad de diferentes áreas contribuye al desarrollo de ciertas habilidades que influirán durante el resto de la vida (Giedd, 2015). Así, la sobreproducción de conexiones sinápticas en la materia gris y los lóbulos frontales permite a los adolescentes mejorar su memoria, resolver tareas más complejas y desempeñarse mejor en algunas actividades. La creación de nuevas dendritas y sinapsis en el hipocampo facilita que recuerden más y mejor. Y a medida que el cerebro adquiere capacidad para resolver tareas más complejas, el cuerpo calloso también aumenta de tamaño y se vuelve más grueso, lo que mejora la capacidad de manejar el trabajo. Puesto

que las sinapsis se generalizan por todo el cerebro, esto da oportunidad a los jóvenes de destacarse en todo tipo de áreas. Esta es la razón neurológica principal para hacerlos partícipes de actividades y experiencias nuevas (Feinstein, 2016).

A este aumento en las conexiones neuronales, le sigue una *poda sináptica*, es decir, que, aunque las dendritas se ramifican aún más, y las sinapsis más utilizadas se fortalecen y mejoran, las que menos se utilizan empiezan a atrofiarse y desaparecen. A pesar de que la poda y el fortalecimiento se produce a lo largo de la vida, durante la adolescencia, la balanza se desplaza hacia la eliminación, misma que resulta un mecanismo necesario para el crecimiento y el desarrollo, ya que hace que la corteza cerebral se torne más fina y a la vez más eficiente, derivando también en una mayor especialización del cerebro (OCDE, 2009; Giedd, 2015; Rodríguez, 2016).

Pese a esa fase juvenil de *poda de sinapsis*, el volumen total del cerebro se mantiene constante. Para Gieed y Rappoport, conforme va desapareciendo masa de *sustancia gris* (estructuras no mielinizadas como somas neuronales o dendritas), va surgiendo nueva *sustancia blanca* (axones recubiertos de mielina) por debajo de la corteza cerebral (Herculano, 2018).

La actividad neuronal potencia la liberación y disponibilidad de *factores de crecimiento*, lo que, a su vez, favorece la permanencia o eliminación de sinapsis. Ambos procesos ocurren en paralelo, pero con cierto predominio uno del otro. Cuando se eleva la concentración de factores de crecimiento de las neuronas, se genera un excesivo número de sinapsis, una vez alcanzada una densidad crítica de sinapsis, la producción de factores de crecimiento disminuye progresivamente, hasta alcanzar la concentración que les permita retener un número de sinapsis que requieren para funcionar adecuadamente. De esta forma, las fibras que no fueron expuestas a suficientes cantidades del factor de crecimiento liberado por las neuronas blanco serán removidas y sus contactos desaparecerán (Gutiérrez, Uribe, Sánchez, & Sánchez, 2004).

5.3.2 Mielinización: un buen aislamiento para una mejor conducción

“El cerebro se construye básicamente y por su propia naturaleza de abajo a arriba: del sótano al ático”
Frances Jensen

El proceso de *mielinización* consiste en el recubrimiento de los axones con gruesas capas de mielina (el tejido mielinizado se conoce como sustancia blanca), misma que actúa

como aislante y facilita la transmisión de los impulsos nerviosos entre las neuronas. Se trata de un proceso implicado en el crecimiento del cerebro que comienza en la gestación, se mantiene durante la infancia y la adolescencia (Braidot, 2013; Feinstein, 2016), y no se completa sino hasta la edad adulta (Ortiz, 2009; Giedd, 2015).

Con la pubertad, se da la activación del *eje hipotalámico-hipofisiario-gonadal* y con ello, la aparición de la menarca y la espermaquia. En este sentido, las hormonas son activadoras y promueven el proceso de maduración cerebral en la y el adolescente (Carlson, 2014).

Este proceso no se da en el cerebro de manera uniforme, sino por etapas, la corteza frontal es una de las últimas en mielinizarse, alrededor de los 25-30 años (González, 2018). En función de la edad, primero maduran los lóbulos parietales encargados de la coordinación del movimiento, después, las áreas que procesan los estímulos sensoriales (la visión, el oído, el equilibrio, el tacto y el sentido espacial), el desarrollo continúa en los lóbulos frontal y temporal, encargados de procesos cognitivos y emocionales. Y finalmente, la onda de maduración alcanza la corteza prefrontal, implicada en el control de los impulsos, el juicio y la toma de decisiones (Schmithorst & Yuan, 2009).

El cerebro es el órgano del cuerpo más complejo y el que más tarda en desarrollarse y llegar a la edad adulta. Imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI) muestran que la mielinización de los tractos de sustancia blanca va madurando de atrás hacia adelante; esta es la razón de que los lóbulos frontales sean los últimos en conectarse. Dichas estructuras no terminan de madurar del todo sino hasta los 30 años, lo que implica que el cerebro adolescente solo está en el 80% del proceso de maduración (Jensen & Ellis, 2015; Jensen, 2018).

La maduración más lenta de estas últimas redes neuronales explicaría de cierto modo el comportamiento social, emocional y cognitivo de los adolescentes (Braidot, 2013; Feinstein, 2016). Cabe aclarar que, si bien pueden presentar una gran inquietud conductual producto del aumento de la sustancia blanca (Ortiz, 2009) al asumir riesgos, buscar sensaciones, alejarse de los padres y acercarse más a sus compañeros, estos no son signos de problemas cognitivos o emocionales, sino el resultado natural y normal del desarrollo del cerebro (Giedd, 2015).

El adolescente también está inclinado, por su desarrollo neurohormonal y cerebral, a ver, observar, participar, experimentar, etc., mientras que le cuesta mucho llevar a cabo procesos reglados, sistemáticos y repetitivos, propios del aprendizaje escolar (Ortiz,

2009). Los jóvenes aún no son capaces de evaluar las ventajas y desventajas al momento de estudiar y por tal razón, suelen postergar para más adelante el estudio, priorizando actividades que no son urgentes (González, 2018).

Conforme el número de neuronas continúa creciendo y sus interconexiones se vuelven más ricas y complejas debido a su mielinización, el pensamiento de los adolescentes se vuelve más sofisticado. La progresiva mielinización de los lóbulos frontales les permite desarrollar la capacidad para hacer hipótesis, pensar en el futuro, deducir, analizar y utilizar el razonamiento lógico (Feinstein, 2016).

5.3.3 Neurogénesis: ¿es posible generar nuevas neuronas?

Además de la poda sináptica y la mielinización que tienen lugar principalmente en los lóbulos frontales, otro proceso importante para el aprendizaje y que está en funcionamiento durante toda la vida es la *neurogénesis* (Ferreira, 2018).

Durante mucho tiempo, se creyó como verdad absoluta que el cerebro no producía nuevas neuronas a lo largo de la vida. Sin embargo, se han detectado dos zonas en las que hay neurogénesis; la zona periventricular y en el hipocampo. Y aunque esta producción no se da de forma masiva, conocer sobre ella permite abrir un camino de posibilidades y tener una actitud diferente, así como considerar una buena estimulación para que el cerebro haga lo que sabe hacer (Forés & Ligoiz, 2009). Para ello, el cerebro necesita actividad y estimulación. Si no la tiene, entiende que no es necesario crear nuevas neuronas.

5.3.4 Implicaciones educativas

*“Cada cerebro es como una huella digital: único e irrepetible.
Por esta razón el educador actual necesita entender que cada niño o
adolescente requiere metodologías diversificadas, personalizadas”*
Isauro Blanco

La adolescencia es una oportunidad de oro para construir un mejor cerebro o para desperdiciar su potencial y disolverlo (Feinstein, 2016). Es la etapa en la que un buen desarrollo cerebral afianzará de forma permanente los procesos cognitivos, para ello, el docente puede:

- *Dar tiempos de descanso, reflexión y autocontrol:* son de gran importancia para la asimilación y elaboración de la información, así como para que la poda neuronal tenga un resultado eficaz en el plano educacional (Ortiz, 2009).
- *Ofrecer nuevas experiencias:* la sinaptogénesis es un fenómeno que puede potenciarse y dirigirse (Braidot, 2013; Siegel, 2014), por tanto, las interacciones sociales y el aprendizaje formal cumplen un papel fundamental en el aumento de conexiones neuronales (González, 2018).
- *Brindar estímulos novedosos:* la adolescencia es una etapa de gran curiosidad y de experiencias nuevas que son buenas para el desarrollo del cerebro, lo que implica exponer a los estudiantes a estímulos novedosos, pero también desarrollar procesos de memorización a partir de la repetición de determinados contenidos (Ortiz, 2009).
- *Repetir con novedad:* para que el aprendizaje se consolide, necesita del reforzamiento constante. La exposición repetida a un estímulo origina mayor sensibilidad en las neuronas involucradas, el refuerzo de las redes neuronales y, por tanto, el aprendizaje. Pero la información debe ser repetida de forma novedosa, que sea significativa y que se activen áreas cerebrales relacionadas con el placer y las emociones, además de promover que los mismos jóvenes sean activos y partícipes en la construcción de los saberes (González, 2018).
- *Ayudarles a reflexionar:* Aunque su cerebro todavía no está preparado para pensar en el futuro, no porque no quieran, sino que existen aún áreas y conexiones cerebrales inmaduras para estas acciones, se les debe ayudar a reflexionar sobre sus actos y decisiones, planteando objetivos concretos y a corto plazo (González, 2018).

Por último, Ortiz (2009) señala que la labor por parte del profesor es ardua porque implica, por un lado, desarrollar programas de enseñanza novedosos, cambiantes, no aburridos y por otro, mantener una disciplina de aprendizaje estable, duradera, sistemática y repetitiva a fin de adquirir, archivar y mantener los conocimientos.

5.4 Educar con cerebro

“La neurología ya forma parte del cajón de sastre de los profesores. Ignorarla por pereza intelectual o miedo es un atentado contra la educación”
Isauro Blanco

En los actuales programas de educación, la forma en que se intenta enseñar a los adolescentes está totalmente en contra de los códigos del cerebro. A esta edad, comienza la enseñanza de materias como Biología, Química y Física, las cuales deben aprenderse de manera totalmente racional cuando el cerebro de los jóvenes es plenamente emocional, lo que choca con el actual modelo educativo y desregula emocionalmente al cerebro (Bueno, 2014). De ahí que los jóvenes se sientan desmotivados para continuar sus estudios o que crean que lo que están aprendiendo no sirve para nada.

Las clases también comienzan desde muy temprano, sin embargo, al entrar a la adolescencia, el cerebro retrasa la hora de ir a dormir y de despertarse, por lo que los ritmos escolares deberían adaptarse a los biológicos. Tampoco es necesario que estén tantas horas en clase, ya que, si fueran más vivenciales, podría impartirse más conocimiento en menos tiempo (Bueno, 2014). Para que el aprendizaje sea más efectivo y los alumnos logren mantener la atención, se debe reducir el tiempo de las clases de 50 minutos e incluir descansos con movimiento dentro del salón que ayuden a aumentar los niveles de concentración y aprendizaje (Mora, 2014).

Los docentes deberían enseñar a los estudiantes a afrontar nuevos retos y transformar su cerebro aprovechando las herramientas que ofrece la Neuroeducación, así como encontrar la forma más adecuada para personalizar el proceso de aprendizaje y sacar el máximo potencial de cada uno (Gaja, 2017).

Algunos de los principios de aprendizaje del cerebro que, de acuerdo con Campos (2010), justifican de forma breve por qué deberíamos incluir este conocimiento en el aula son:

1. El cerebro aprende y busca significados a través de patrones: los detecta, los aprende y encuentra un sentido para utilizarlos.
2. Los estados de ánimo, los sentimientos y las emociones pueden afectar la capacidad de razonamiento, la toma de decisiones, la memoria, la actitud y la disposición para el aprender.

3. El alto nivel de estrés (estrés tóxico) provoca un impacto negativo en el aprendizaje, cambia al cerebro y afecta las habilidades cognitivas, perceptivas, emocionales y sociales.
4. El cerebro necesita del cuerpo, así como el cuerpo necesita del cerebro, ambos son necesarios para el aprendizaje y el desarrollo de habilidades cognitivas, físicas, sensorio-perceptivas y emocionales.
5. El cerebro tiene diferentes sistemas de memoria, que pueden almacenar desde una pequeña cantidad de datos hasta un número ilimitado de ellos.
6. El sueño es de suma importancia para el buen funcionamiento del cerebro.

Finalmente, la neurociencia nos ha permitido, entender un poco más sobre la actividad cerebral, pero también conocernos a nosotros mismos, cómo funcionamos y aplicar ese conocimiento a la educación con el propósito de ayudar a aprender y enseñar mejor (Bueno, 2014).

5.4.1 ¿Cómo aprende el cerebro adolescente?

“Enseñar sin saber cómo funciona el cerebro es como querer diseñar un guante sin nunca haber visto una mano”
Leslie Hart

La neurociencia nos dice que la emoción es la llave maestra del aprendizaje, por tanto, la cognición y la emoción forman un binomio indisoluble. Toda la información que captamos a través de nuestros sentidos primero pasa por el sistema límbico antes de ser enviada a la corteza cerebral, encargada de los procesos cognitivos. Cuando algo es novedoso o es una situación de alto impacto emocional, nos genera sorpresa, hace que se active nuestra amígdala y recordemos mejor, además de potenciar el lóbulo prefrontal encargado de funciones ejecutivas como la concentración. Asimismo, cuando algo nos genera placer liberamos dopamina, lo que refuerza el sistema de recompensa, facilitando así el aprendizaje y la motivación. Por ello, es importante que generemos un entorno agradable y estimulante, además de fomentar la curiosidad de los estudiantes a través de actividades que faciliten estos procesos (Arroyo & Mora, 2013).

Conocer cómo el cerebro aprende, procesa, registra, conserva y evoca la información, permitirá mejorar las propuestas y experiencias que se den dentro del aula para una enseñanza más efectiva.

5.4.2 Funciones ejecutiva en el aula

“Las funciones ejecutivas son como el director de una orquesta que ordena a cada instrumentista en aras de la ejecución de una melodía”
José Panduro

Detrás de todas las habilidades, competencias, talentos o capacidades que buscamos desarrollar en nuestros estudiantes se encuentran las *funciones ejecutivas* (FE). Una serie de procesos de control cognitivo multidimensional que se caracterizan por ser voluntarios y que requieren esfuerzo (Cómbita, 2021). A nivel neurobiológico, el sistema ejecutivo está relacionado con la actividad de las áreas prefrontales del cerebro (Blakemore & Frith, 2007).

Las FE son como una torre de control, en donde el cerebro tiene que gestionar toda la información que está ocurriendo alrededor para que pueda aterrizar en la pista de la atención, la cual nos sirve a su vez para manejar y regular de forma voluntaria nuestros pensamientos, emociones y comportamientos. Nuestra tarea como docentes consiste en desarrollar herramientas y metodologías educativas de base científica que ayuden a potenciarlas (Cómbita, 2021).

Los procesos cognitivos que impulsan las FE son la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva, englobados todos ellos por la atención ejecutiva (Cómbita, 2021). La evidencia muestra que, gracias a ellas, se van desarrollando otras funciones de alto nivel cognitivo como la capacidad de dirigir la atención, la inhibición del comportamiento inapropiado, tener presentes varias cosas a la vez, el razonamiento, la resolución de problemas, la planificación y ejecución, la reflexión, la creatividad, la imaginación, la autoconciencia, la interacción social, la empatía, reaccionar ante el peligro, entre otras (Blakemore & Frith, 2007; Ballarini, 2015; Guillén, 2017b).

En el caso de los adolescentes, los padres hacen la función de la corteza prefrontal al ejercer un control externo, que a la larga pueda interiorizarse y permita tener un mayor autocontrol, de ahí la importancia de establecer límites (Carballo, 2018).

Por su parte, los docentes deberían desarrollar propuestas de enseñanza que ayuden a optimizar las funciones ejecutivas a través de programas novedosos y cambiantes, que incluyan tiempos de descanso y reflexión, que planteen objetivos concretos y a corto plazo, y en general que permitan la consolidación de los aprendizajes.

5.4.3 Atención: puerta de entrada al aprendizaje

“La atención del estudiante se capta, la concentración se entrena”
Chema Lázaro

La atención es uno de los grandes desafíos que tiene la educación; sin embargo, no siempre se es consciente de la complejidad conceptual y funcional detrás de ella. Es común que se reduzca a catalogar a un estudiante como inatento o distraído. Pero *¿qué significa poner atención?* Es la puerta de entrada que permite filtrar el flujo de información que llega del ambiente al cerebro para ser procesada. Si una persona no presta atención, se afectan los demás procesos cognitivos y no hay forma de que aprenda.

De acuerdo con Tokuhamma (2011) existen diferentes tipos de atención: *orientada* (dirigida hacia un estímulo determinado), *focalizada* (centrada en un estímulo), *selectiva* (con capacidad de inhibir los estímulos de alrededor y asegurar la percepción de los estímulos sensoriales significativos) y *sostenida* (mantenida de forma continua en el tiempo). Además, de la *atención dividida* (para responder simultáneamente a tareas múltiples o a demandas múltiples de una tarea) de capacidad limitada y *alternada* (*que permite* cambiar de focos de atención de un estímulo a otro).

Cabe mencionar que la capacidad atencional es jerárquica: esto es, para poder tener éxito en tareas que requieren altos niveles atencionales, como la atención alternada es necesario entrenar los tipos atencionales más básicos (Ardila & Ostrosky, 2012). De esta forma, la atención pasa de ser un proceso guiado por los estímulos a un nivel de control voluntario.

De acuerdo con Corbetta, Patel y Shulman (2008), nuestro cerebro requiere la participación de varias redes atencionales, las cuales están permanentemente interactuando:

1. *Red de atención ejecutiva (anterior)*: impulsada por metas e intenciones que permiten dirigir nuestra atención hacia algo que elegimos. Algunos han considerado que requiere un control ejecutivo de *“arriba-abajo”* para realizar tareas, mientras que otros autores consideran que es una tarea de monitoreo y de resolución de conflicto, es decir; responder a un estímulo pero no a otro (Ardila & Ostrosky, 2010).
2. *Red de atención orientativa (posterior)*: generada por los estímulos externos que entran en el cerebro a través de nuestros sentidos. Continuamente está evaluando

todo lo que pasa alrededor para detectar distintos tipos de peligro. Dicha red, implica la habilidad para seleccionar la información específica de entre múltiples estímulos sensoriales (Ardila & Ostrosky, 2010).

Estas dos redes están influidas por una red de vigilancia (Ver figura 7), de forma tal que, si se incrementa la actividad en una, habrá menor activación de la otra.

3. *Red de alerta (consciente)*: La conforman la atención sostenida, la vigilancia y la alerta, definidas como la habilidad para incrementar y mantener la disposición, es decir que, prepara para detectar y responder a un estímulo percibido (Posner y Rothbart, 2007; Guillén, 2014). Corresponde a la atención más básica o primaria, está regulada por el sistema reticular activador y sus conexiones talámicas, límbicas, frontales y de los ganglios basales. Estas áreas se comunican a través de la dopamina, permitiendo mantener la atención consciente durante largos periodos de tiempo (Fundación CADAH, 2020).

De acuerdo con Posner (1975), el estado de alerta tiene variaciones circadianas, por lo que los tiempos de reacción suelen ser más lentos temprano en la mañana y más rápidos a lo largo del día para volver a enlentecerse durante la noche y alcanzar su punto máximo temprano en la mañana (Peterson & Posner, 2012).

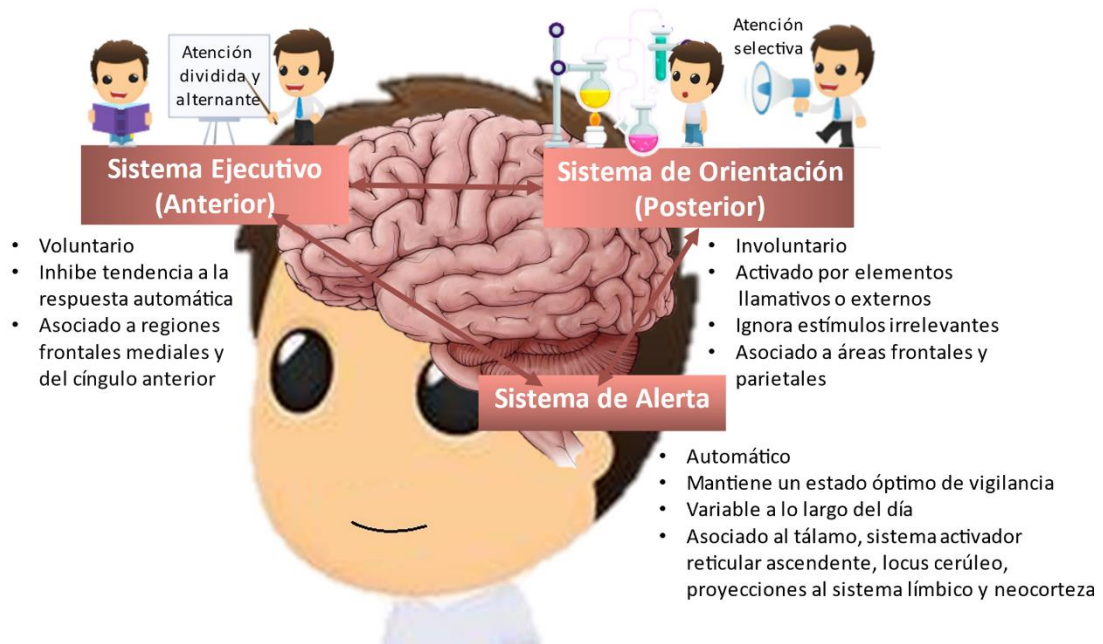


Figura 7. Sistemas que componen el proceso atencional

Entre la red de estructuras cerebrales (Ver figura 8), que interactúan y se superponen para controlar la atención se encuentran:

- *Sistema reticular ascendente:* Consiste de la *formación reticular*, la cual, es responsable de mantener el nivel de alerta a la estimulación sensorial para dar una respuesta. Gracias a las conexiones difusas que tiene con la mayoría de las regiones de la corteza cerebral juega un papel decisivo en la activación y regulación de la atención. En el grado en que mantiene al cerebro en un estado de atención constante, contribuye a la atención sostenida.

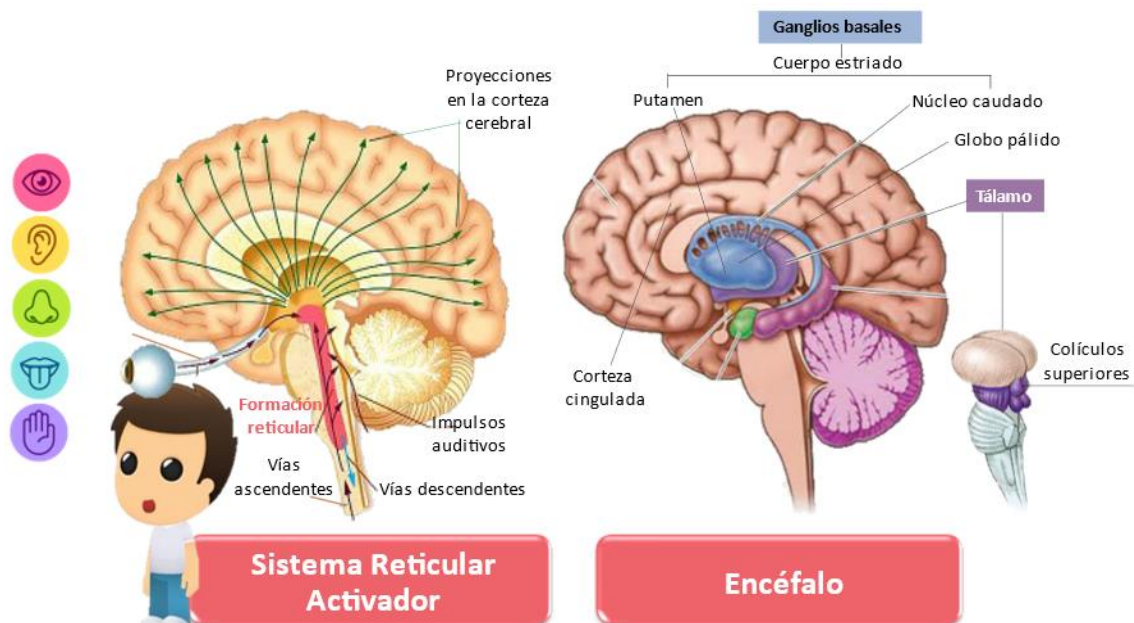


Figura 8. Principales áreas y estructuras involucradas en la atención. La primera imagen muestra la formación reticular, responsable de mantener la alerta a la estimulación sensorial para dar una respuesta. La información sube por el tronco encefálico (Sistema Reticular Activador Ascendente), llega al tálamo (modulador) y se diversifica hacia la corteza. Una vez que el cerebro la procesa, envía la respuesta al resto del cuerpo a través de vías descendentes (Sistema Reticular Activador Descendente).

- *Colículos superiores:* Cuando aparece un estímulo visual novedoso, ayudan a cambiar nuestra atención, controlando y dirigiendo los movimientos oculares a través de una *sacada* (movimiento rápido de los ojos).
- *Ganglios basales:* Además de tener una función motora, también contribuyen a la selección en la percepción y en las respuestas. El *cuerpo estriado* (conformado por el *núcleo caudado* y *putamen*) recibe información del tálamo. Está funcionalmente relacionado con la formación reticular y regula la información

sensorial que hace un relevo en el tálamo antes de llegar a la corteza, jugando un papel importante en la *atención selectiva*. Tanto la corteza frontal como los ganglios basales seleccionan la información sensorial de forma integrada. Por su parte, el *globo pálido*, es esencial para la orientación motora hacia la estimulación que llega fuera de nuestro actual foco de atención y su actividad puede suprimirse por el putamen.

- *Tálamo*: La información de casi todos los receptores sensoriales hace un relevo en el tálamo, de donde se transmite al resto del cerebro, por lo tanto, juega un papel en la atención porque es el lugar donde la información se modula.
- *Corteza del cíngulo*: Una vez que el cerebro ha atendido y filtrado la información, la corteza del cíngulo se encarga de integrarla con la emoción y ayuda a seleccionar una respuesta. Se considera un intermediario entre las regiones subcorticales y las regiones corticales.
- *Corteza cerebral*: Analiza la información sensorial monitoreando la estimulación continua, aun cuando el sujeto no la esté atendiendo conscientemente. La corteza posterior, permite monitorear el ambiente para favorecer la detección de cambios. La neocorteza sirve como fuente de entrada a la formación reticular del tallo cerebral regulando el nivel de activación. El papel de la corteza como activador depende de conexiones que forman el sistema activador reticular descendente (fibras que descienden de la corteza frontal medial y orbital al tálamo y al tallo cerebral), el cual permite a los niveles más altos de la corteza (que participan en la formación de planes e intenciones), reclutar a los sistemas inferiores y modular su actividad.
- *Lóbulo parietal*: Importante para aspectos espaciales de la atención y la asignación de los recursos de la atención a un estímulo particular o tarea. Interviene en la *atención selectiva* visual hacia un objeto.
- *Lóbulo frontal*: Es importante para la selección de respuestas y programas motores particulares, para el reclutamiento de la atención en servicio de una meta o plan, para el control voluntario de los movimientos oculares y para la inhibición de los movimientos oculares controlados por los colículos superiores.

De acuerdo con Carrión (2020), comprender el proceso cerebral de la atención, implica estar consciente de no sobrepasar el período atencional del estudiante y tomar en consideración las redes neuronales al momento de diseñar las sesiones de la clase. En este tenor, Mora (2017), señala que, debido a que la atención sostenida en los adolescentes no puede mantenerse por un tiempo prolongado, resulta necesario, romper con el formato actual de las clases para permitir su optimización y detenerse cada 15 minutos.

Aunque es cierto que la atención ejecutiva fluctúa con el tiempo (Adam & De Bettencour, 2019) y es inevitable distraerse, tener intromisiones o diálogos internos, esta idea ampliamente difundida de los “15 minutos de atención”, aún se encuentra en discusión debido a la falta de evidencias sólidas que la avalen.

Es común encontrar autores como Fernández (2012) que hacen referencia a una “*curva de la atención*”, la cual muestra de forma gráfica cómo esta fluctúa durante una clase de 40 minutos. De forma general, comienza con un aumento rápido de la atención (*uptime*: estado de alerta relajada), seguido por un descenso y menor atención (*downtime*: intromisión), y finalmente, un segundo periodo de alta atención. Asimismo, muestra una tabla similar a la de Jensen (2005) con indicadores acerca del tiempo que el profesor puede dar una instrucción directa, la cual va desde los 5 a 8 minutos en preescolares, hasta los 12 a 15 minutos en alumnos de bachillerato. La finalidad es dar tiempo al cerebro para que la información sea procesada y poder retomar así la explicación, no obstante, los datos no están acompañados de una referencia, por lo que, según Ripoll (2018), más bien parecería algo anecdótico.

Ripoll (2018), también plantea la inquietud sobre *¿Cómo se ha medido la atención del alumnado a lo largo de la clase? y ¿Cómo se hizo para que esas medidas no afectaran la atención, que era el objeto de estudio?*. Cuestiona estos datos, haciendo énfasis en que la atención del alumnado a las lecciones o explicaciones es un asunto complejo en el que probablemente influyen diversas variables como el nivel de desarrollo, la motivación, los recursos del profesor, el contenido de la explicación, su dificultad, la fatiga, la presencia o ausencia de distractores, el momento del día, entre otras. Por lo que explicar la atención únicamente en función de su duración es, quizá, demasiado simplista.

Fernández (2021), por su parte, agrega otros aspectos relacionados con las variaciones en la atención, tales como: las necesidades básicas cubiertas (sed, hambre, sueño, ir al

baño); un entorno cerebro-compatible libre de amenazas; el estado de ánimo; las expectativas cumplidas; el nivel de desafíos adecuados; la edad de la audiencia; los intereses; las preferencias; los conocimientos previos, etcétera.

Por último, a pesar de que es imposible prestar atención de forma continua a un estímulo externo sin distraerse, resulta arriesgado establecer límites atencionales con respecto a una clase sin evidencia sólida, por lo que será importante indagar y conocer mucho más al respecto para entonces, plantear de manera informada y responsable, modificaciones en la forma de estructurar las clases.

¿Cómo captar y secuestrar la atención de los estudiantes?

“La curiosidad abre las puertas de la atención”
Francisco Mora

Para cualquier cerebro inmaduro como el del adolescente, mantener la situación de tener que luchar contra las distracciones del entorno y contra la monitorización de vigilancia que el cerebro hace continuamente es agotador (Giraldo, 2020). Por lo que el docente debería trabajar en:

➤ *Abrir el foco atencional*

Al comienzo de la clase puede introducir o analizar los conceptos más novedosos y relevantes. De esta forma, se activan las redes atencionales de alerta y orientativa del alumno que le sirven para abrir el foco de la atención. Se puede comenzar con una pregunta provocadora relacionada con un problema real (Guillén, 2014). Lázaro (2021) añade la sorpresa, el humor, el ejercicio físico y la cooperación como recursos para aplicar en momentos iniciales del aprendizaje o cuando la fatiga aparece.

➤ *Despertar el interés y evitar el aburrimiento*

Puesto que al cerebro le interesan los cambios operados en el entorno y lo desconocido excita sobre manera las redes neuronales, los objetos nuevos, sorprendentes o en movimiento, despiertan la atención. Por tanto, la información que se presente debe ser llamativa y novedosa para que se archive fácilmente en la memoria (Friedrich & Preiss, 2003; Mora, 2016). En un primer momento generará sorpresa y temor, ya que el aprendiz no sabe lo que va a pasar y debe estar alerta a las posibles amenazas para poder “sobrevivir” (atención de vigilancia) y, por otro lado, provocará motivación (Aldana, 2015; Giraldo, 2020).

➤ *Mantener la concentración*

Para ayudar a la red atencional consciente (la concentración), se sugiere el silencio, los tiempos largos para emitir respuestas, la estructuración de los contenidos, el permitir integrar la información y los trabajos multisensoriales (Lázaro, 2021).

➤ *Novedad auditiva*

Los profesores que suelen gritar para captar la atención frente a una clase ruidosa pueden sentirse frustrados, tiene más sentido utilizar un sistema de señas de alto contraste como una campanilla de mesa o un silbato (Jensen, 2010).

➤ *Lenguaje no verbal y paraverbal*

Se pueden introducir cambios durante el discurso, tales como gesticular, cambiar el tono de voz, mantener contacto ocular, cambiar la entonación, moverse constantemente para explicar algo, acercarse a los alumnos y dejar que ellos también se muevan (Aldana, 2015).

➤ *Novedad visual*

La novedad visual tiene el poder de regular los niveles de alerta, ya sea para despertar a los somnolientos como para calmar a los hiperactivos. Para ello, se puede reorganizar el mobiliario, comenzar con videos energizantes, utilizar videos cortos para presentar algunos contenidos o introducir en la mitad de la clase imágenes o fotografías para analizar (Rosler, 2017). Se debe tener cuidado de no llenar el salón de clases con muchas imágenes o materiales, ya que esto sobreestimula el cerebro y hace que se disperse la atención, además de agobiar a los estudiantes (Aldana, 2014).

➤ *Corregir la postura corporal*

Atrás de los ojos se encuentra el centro de la atención *Sistema Reticular Ascendente*, el cual regula el estado de sueño-vigilia. Cuanto más derecha esté la cabeza, habrá mayor atención, por ello es importante evitar que el alumno se incline en su silla o sostenga su cabeza con la mano, al corregir verbalmente su postura o darle la instrucción de que se pare de su asiento y se mueva un poco (Aldana, 2014). Debido a que el cerebelo se conecta con el oído interno para mantener el equilibrio, cuando el estudiante se mueve, justamente se activa el sistema vestibular, ayudándolo a mantener el estado de alerta en respuesta al movimiento (Mirabal, 2020).

En conclusión, generar un entorno cambiante y variado que cada día despierte la curiosidad hacia lo nuevo, lleva casi de modo automático a aprender. Sin embargo, los maestros también deben conocer los tipos de memoria y cómo funcionan para seleccionar estrategias que tengan más probabilidad de aumentar la memorización y el recuerdo del aprendizaje (Sousa, 2002).

5.4.4 Memorias: las rutas del aprendizaje

“Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo, involúcrame y lo aprendo”
Benjamín Franklin

Dado que la memoria es una de las funciones más complejas del cerebro y es diariamente estimulada en el aula, resulta necesario saber cómo se da el proceso de adquisición, almacenamiento y evocación de la información, para elaborar propuestas de aprendizaje con frecuencia, intensidad y duración más adecuadas (Campos, 2014).

Jensen (2010) aclara que la memoria es un proceso, no una cosa fija o habilidad singular. Gracias a los avances de la neurociencia, hoy la entendemos como un proceso de cambios constantes en los circuitos cerebrales. Más precisamente, cambios plásticos de conexión y desconexión de las redes neuronales (Ballarini, 2015). Es en este patrón neuronal donde almacenamos la memoria. Cuantas más conexiones haya en un aprendizaje, lo podemos recordar y utilizar con más eficiencia (Bueno, 2018).

Se advierte que no hay una única ubicación para todos nuestros recuerdos. Las diferentes memorias se procesan en el cerebro por separado y pueden existir aisladamente unas de otras (Blakemore & Frith, 2007; Ballarini, 2015). Esto explica por qué un alumno puede tener una excelente memoria para las estadísticas de deportes y una deficiente para personajes famosos de la historia. Las moléculas de péptidos que circulan por todo el cuerpo también almacenan y transfieren información, lo que nos ayuda a comprender por qué *“nuestro cuerpo”* parece recordar cosas en ocasiones (Jensen, 2010).

Si bien el hipocampo es una estructura esencial para el afianzamiento de la memoria, no es el depósito definitivo de ésta, sino la corteza cerebral. De hecho, sólo es un depósito temporal que puede contener la información de algunos años, hasta que pasa a ser guardada de forma más permanente en las áreas corticales (Pérez, 2015).

Está científicamente comprobado que una memoria de corto plazo puede pasar a una de largo plazo, si dicho aprendizaje se asocia a una situación novedosa. Esto se debe a que

nuestras neuronas necesitan la *síntesis* (sinónimo científico de producción) de proteínas para el proceso de consolidación de la memoria. Las proteínas sintetizadas a partir de un estímulo novedoso son atraídas por una “*etiqueta conductual*”, imaginada como una bandera moviéndose cerca de la conexión sináptica que les indica dónde deben ir para sostener el recuerdo en el tiempo. Sin proteínas, la etiqueta dejará de moverse lentamente hasta desaparecer, como consecuencia, esa conexión sináptica se desconectará y perderá para siempre aquel recuerdo que guardaba olvidándolo (Ballarini, 2015).

La memoria puede clasificarse en función del tiempo o duración en:

a) Memoria sensorial

Información que entra por cualquiera, algunos o todos los sentidos en milisegundos. Es la antesala a la memoria a corto plazo, por lo que puede ser procesada o ignorada, si se da este último caso, el proceso mnémico se pierde (Fernández, 2012). Los estímulos olfativos son sumamente potentes, pues permiten evocar memorias remotas con gran facilidad. La evolución intensificó la memoria olfativa para adaptarse y sobrevivir al advertir la presencia de alimento, sexo o peligro (Morgado, 2005).

b) Memoria de corto plazo

Recuerdos que, independientemente de su tipo, se expresan varios minutos u horas luego del aprendizaje. Su capacidad es limitada y es asequible al procesamiento consciente. Por ejemplo; pensar en la cantidad de veces que recordamos una dirección hasta llegar a un destino, información que una vez arribados, no suele perdurar mucho (Ballarini, 2015).

c) Memoria de trabajo

Sistema de memoria que nos permite guardar y manipular la información *on line*. Mientras estamos despiertos, dependemos constantemente de ella, pues nos ayuda a tener presente información mientras hacemos cualquier otra cosa. Sin ella, sería imposible mantener una conversación, leer una frase o sumar mentalmente (Blakemore & Frith, 2007), así como retener información para realizar un dictado (Ballarini, 2015).

Está relacionada con la corteza prefrontal y es parte de las funciones ejecutivas. Aunque es un depósito de memoria a corto término, es diferente de la memoria a corto plazo. Su capacidad es limitada, ya que sólo retiene 4 datos. Debido a que es la puerta de entrada a

la memoria a largo plazo, si se sobrecarga, no entrará nada, de ahí que se tenga que reducir el número de instrucciones y presentar información novedosa (Rosler, 2017b).

A medida que van pasando las horas del día se va agotando porque consume mucha energía. Si el estudiante duerme y desayuna adecuadamente, tendrá mayor memoria de trabajo, de lo contrario, se esforzará más en aprender. Lo anterior debe tomarse en cuenta al momento de planificar las actividades y considerar que un alumno que es distraído, más que tener un problema de atención, puede tener simplemente una sobrecarga de la MT o no durmió bien (Rosler, 2017b).

Para evitar una sobrecarga de la memoria de trabajo podemos:

1. Segmentar la información: por ejemplo, al utilizar imágenes, una parte procesa el bucle auditivo y lo visual.
2. Repartir los esfuerzos de la memoria de trabajo: en vez de dar toda la información de golpe, podría repartirse a lo largo del tiempo.
3. Disminuir las exigencias: se piden altas demandas a la memoria de trabajo, localizada en la corteza prefrontal que aún no termina de madurar.
4. Normalizar el esfuerzo: Por lo general, una persona que se considera inteligente no se esfuerza, sin embargo, hay que lograr que comprendan que el esfuerzo es parte normal y necesaria para el aprendizaje.
5. Disminuir la presión: Los alumnos con mayor nivel de memoria de trabajo disminuyen su rendimiento bajo presión. Se debe permitir al estudiante revisar sus notas y dar una buena retroalimentación que incluya debilidades y fortalezas. Cabe recordar que la cantidad de instrucciones que puede recibir una persona marca cuánto estamos exigiendo, ya que no es la misma demanda. Estamos trabajando sobre una estructura que está en desarrollo.

d) Memoria de largo plazo

Este tipo de memoria es la que nos permite guardar información durante días, meses, años o toda la vida. Es sensible a la interferencia de agentes internos o externos; es ilimitada en capacidad; y necesita tiempo para ser consolidada (Lázaro, 2020). Gracias a esta memoria recordamos permanentemente quiénes somos, el lugar en que vivimos, la lengua que hablamos, los conocimientos necesarios para ejercer una profesión y muchos de los acontecimientos de nuestra vida pasada (Morgado, 2005).

Las experiencias destinadas a guardarse en la memoria a largo plazo se archivan recién después de dos o tres años, de ir y venir desde el hipocampo hacia la corteza; y durante el sueño y el descanso, el cerebro las va grabando más profundamente (Fernández, 2012).

La memoria también puede clasificarse según el tipo de información almacenada o contenido:

a) *Memoria declarativa o explícita*

Recuerdos que comprenden la recolección consciente de información sobre eventos y conceptos. Se pueden expresar fácilmente mediante el habla o por escrito, y se dividen en:

- *Memorias semánticas.* Nombres, números, fechas y hechos (Ballarini, 2015). En general, es la que más se utiliza al pedir un recuerdo en un examen o un trabajo escrito. El recuerdo semántico es el más débil de nuestros sistemas de recuperación, si bien puede darse bajo condiciones adecuadas, siempre y cuando se preste atención, gran parte de su aprendizaje es inaccesible cuando se trata de una enseñanza trivial, demasiado compleja, carente de relevancia o de suficiente estimulación sensorial, o bien “contaminada” con otra enseñanza (Jensen, 2010).
- *Memorias episódicas.* Sucesos o eventos determinados de nuestra vida; por ejemplo, el primer día de clases o el último cumpleaños. Si se pregunta a los alumnos qué han aprendido durante el curso que haya sido interesante, vemos que la mayoría del contenido no es semántico sino episódico. Está motivada por la curiosidad, la novedad y las expectativas. Crece por la entrada de información sensorial intensificada: vista, oído, sabor, olor y tacto (Jensen, 2010).

Un proceso de recuerdo episódico tiene una capacidad ilimitada, se forma rápidamente, se actualiza con facilidad, no requiere práctica alguna, no exige esfuerzo y se utiliza de modo natural por todas las personas. No obstante, tiene un inconveniente: la contaminación, como cuando tenemos demasiados acontecimientos o demasiado material en el mismo punto, es decir, meses de aprendizaje en el mismo asiento de la misma aula en la misma escuela (Jensen, 2010).

Las clases tradicionales donde se fomenta la repetición para aprender utilizan memorias rígidas cuando solo se trabajan las memorias explícitas, por tanto, necesitan ser más flexibles, favoreciendo la inferencia, la reflexión, la comparación y un uso adecuado de las mismas (Guillén, 2016). Se deja de lado la memoria procedimental (o motora), una de las más potentes porque forma “hábitos”, aquello que se hace sin pensar y no se olvida.

b) Memoria no declarativa o implícita

Se refiere a aquello que sabemos, pero no sabemos que lo sabemos. Puede permanecer intacta en caso de lesión del lóbulo temporal, incluso si no podemos responder a preguntas sencillas sobre ella (LeDoux, 1996 citado en Jensen, 2010). Esto implica que los alumnos pueden saber más de lo que creemos que saben, pero hemos estado utilizando la vía errónea para su recuperación.

Es un tipo de memoria en gran medida automática y difícil de expresar verbalmente (Lázaro, 2020). Se adquiere gradualmente y se perfecciona con la práctica. Radica en las mismas regiones que procesan la información sensorial y motora, principalmente la neocorteza y los ganglios basales (Morgado, 2005). La vía de recuerdo depende de un número de vías corticales que incluyen a la amígdala (para las respuestas emocionales), el condicionamiento muscular y el cerebelo (para las respuestas físicas) (Jensen, 2010). Se divide en:

- *Memoria procedimental* de destrezas físicas como andar en bicicleta, nadar, atarse las agujetas o caminar (Blakemore & Frith, 2007; Ballarini, 2015). Las experiencias de aula más memorables se basan en un aprendizaje procedimental como realizar un experimento científico manualmente o resolver conflictos de juego de rol. Esto crea una fuente mayor, más compleja y en conjunto más amplia de información sensorial al cerebro que la simple actividad cognitiva.
- *Memoria asociativa o condicionamiento*. Nuestro sistema de recuperación está lleno de asociaciones instantáneas. En el aula, la recuperación asociativa se puede producir con la repetición inmediata de tarjetas o canciones cargadas de contenido, las cuales desencadenan los recuerdos implícitos del material almacenado y comprometen una parte distinta del cerebro de lo que requeriría un ensayo. Todas las experiencias con carga emocional se recuerdan de manera más sencilla que las experiencias neutras.

- *Memoria de evocación o priming.* Son registros de memoria que se producen por la presentación de un estímulo (una palabra, un rostro, un objeto) que influye, de manera no consciente, en nuestra conducta posterior (Lázaro, 2020). Puede utilizarse como una herramienta de aprendizaje al mostrar al estudiante el material o la información antes de recibirla en clase, lo que le permite familiarizarse con el contenido, prestar más atención, una mayor comprensión de las explicaciones del profesor y seguramente una mejor organización en la memoria de los conocimientos respecto al tema. No obstante, si dicha preparación se realiza en la clase a partir de actividades como leer un tema y subrayar lo más importante o hacer un esquema, puede aumentar la participación activa en el proceso de aprendizaje (Fidalgo, 2013).

Cabe mencionar que la memoria implícita y explícita no son siempre independientes una de la otra, frecuentemente, interactúan y se apoyan. Muchos tipos de aprendizaje y memoria comienzan siendo conscientes y explícitos, y acaban siendo implícitos gracias a la evocación o la práctica repetida (Morgado, 2005).

Para que el conocimiento se almacene en la memoria a largo plazo necesitamos tiempo. Lo ideal es trabajar diferentes procesos de repetición: la preexposición, la vista previa, el *priming*, la revisión y el repaso, de modo que afiancen el aprendizaje, además de:

- a) *Iniciar la clase con novedad para mantener el interés y repasar la información.* Hace más de un siglo, Hermann Ebbinghaus descubrió que, al principio de un aprendizaje, la retención es muy alta pero conforme pasa el tiempo se va olvidando con mayor facilidad, sin embargo, en cada repaso, la curva se suaviza y tardamos menos tiempo en olvidarla, por lo que, al repasar frecuentemente la información, pero de forma espaciada, la retención es más efectiva (Arista, 2012).
- b) *Dar tiempo para almacenar la información.* Incluyendo el hecho de dormir bien, comer saludablemente y hacer ejercicio.
- c) *Intercalar con otras actividades.* Por ejemplo, utilizando el etiquetado conductual estudiado por Ballarini (2015) al asociar el aprendizaje a una situación novedosa.
- d) *Trabajar los contenidos de múltiples modos:* dramatizaciones, actividades físicas, juegos, bailes, música, creación de canciones, ya que así habrá más vías para recuperar esa información y que esta se memorice (Redondo, 2016).

Con la intención de poder integrar la información revisada hasta el momento, a continuación, se describen los 7 pasos derivados del Modelo de Rosler (2014) (Ver figura 9) para consolidar la memoria y el aprendizaje:

1. Abrir las memorias sensoriales. Como la información entra a través de los sentidos, podemos poner en juego estrategias básicas para despertarlos:

- *Presentar y focalizar la atención:* Utilizar organizadores visuales.
- *Captar la atención:* cambiar la voz (variando el volumen y el ritmo), introducir cambios visuales (variando las imágenes y colores de las ilustraciones o proyecciones), moverse o cambiar el lugar de las cosas, huir de la monotonía, etc.
- *Novedad:* Cuando se presenta algo nuevo, el sistema límbico libera noradrenalina para despertar al cerebro. Al inicio de la clase se pueden usar accesorios, mencionar un dato curioso sobre el tema a tratar, un último descubrimiento, una noticia de periódico, una imagen impactante o un objeto relacionado y hacer preguntas sobre el mismo, poner música, proyectar la escena de una película o usar un tráiler.
- *Emoción:* Puesto que las emociones son contagiosas, su incorporación en la enseñanza es una excelente forma de llegar a los alumnos. Hay que entrar al aula emocionado con lo que se va a enseñar. Esto provoca que la amígdala del lóbulo temporal se encienda y con ello estimule el hipocampo y las áreas relacionadas con la formación de memorias recientes. Utilizar “anzuelos emocionales” como la música relacionada con el tema para ser más interesante la clase, hace que liberemos noradrenalina y aumente la percepción de la experiencia.
- *Relevancia:* Los contenidos y el material deben estar relacionados con hechos de la vida diaria de los alumnos, y ser relevantes para ellos. De este modo, despertará su interés y les permitirá hacer conexiones rápidamente con los conocimientos previos.

2. Reflexionar. Hacer pensar a los alumnos sobre la información y los contenidos trabajados:

La información que ha llegado a las memorias sensoriales pasa a la memoria de trabajo. Hacer que los alumnos reflexionen sobre la experiencia, a través por ejemplo de preguntas exploratorias, les permite manipular la nueva información (en la memoria de trabajo) y conectarla con sus conocimientos previos (memoria de largo plazo). Para

que esto ocurra, se necesita una pausa o un “tiempo para pensar” de 5 a 10 minutos y responder y dar tiempo suficiente para que reflexionen, accedan a sus conocimientos previos y formulen una respuesta apropiada. La reflexión se produce en la corteza prefrontal, el área ejecutiva responsable de la memoria de trabajo.

3. Recodificar. Recuperar la información de la memoria de corto plazo y trabajar sobre ella.

Mientras la información aún está en la memoria de trabajo, el alumno debe tener la oportunidad de ponerla en sus propias palabras. Recordamos mucho mejor lo que nosotros hemos producido. Para que el alumno recodifique, es necesario que trabaje con la información vista en el aula y genere su propia explicación del concepto al escribirla en su propio lenguaje, aumentando así las posibilidades de recuperarla y recordarla. Si un alumno escribe acerca de lo que sabe, entonces él sabe que lo sabe.

La neurobiología nos muestra que la organización es clave para una buena memoria. La recodificación y la autogeneración le permiten al alumno estar en control de cómo su cerebro organiza la información que recibe, así como organizar el conocimiento en un formato que es propicio para la forma en que funciona su propio cerebro.

4. Fortalecer. Realizar una evaluación de lo que se ha aprendido o no y darle una retroalimentación apropiada.

Para fortalecer las conexiones y con ello la memorización, es bueno realizar una evaluación sin calificar el resultado. Se trata de una evaluación con carácter formativo, es decir, una evaluación “para” el aprendizaje y no “del” aprendizaje, al final de la cual se dará a los alumnos la retroalimentación sobre si su comprensión de la información es o no la adecuada.

La retroalimentación ha de darse en forma comprensiva y alentadora, para volver a enseñar cuando los alumnos no comprendieron el tema, y de ser necesario, cambiar la estrategia. Dicho proceso también permite a los estudiantes cambiar su comprensión conceptual y hacer los cambios en la memoria de trabajo antes de que comiencen a practicar y que la información se deposite en la memoria de largo plazo.

5. Practicar. Poner en acción todo lo aprendido permite hacer el tránsito de la memoria de trabajo a la memoria a largo plazo.

Para lograr cambios permanentes en las redes neuronales, se necesita practicar o repetir múltiples ejercicios. Las memorias deben ejercitarse de diversas formas para poder depositarlas en varias y diferentes áreas cerebrales. El docente ha de facilitar a los estudiantes numerosas situaciones de práctica elaborada para que puedan aprender y practicar a través de todas las memorias. Además, para que el aprendizaje sea transferible, debemos utilizar la mayor cantidad de circuitos posibles y, por tanto, el mayor número de contextos de aprendizaje que podamos.

A partir de este punto, la información pasa a almacenarse en las memorias a largo plazo. Si esta puede ser depositada a través todas las carreteras de la memoria (semántica, episódica, emocional, de procedimientos y condicionada) luego se podrá tener acceso a ella a través de varias claves. El aprendizaje de habilidades requiere de al menos 24 prácticas para alcanzar un 80% de eficiencia.

Cabe mencionar que el sueño permite la consolidación de la información en la memoria a largo plazo, puesto que el nuevo aprendizaje también se practica durante este estado fisiológico y las redes neuronales que se han formado se reconectan.

6. Repasar. Volver a trabajar sobre los contenidos, pero de un modo diferente.

Mientras que la práctica pone la información en la memoria de largo plazo, el repaso da la oportunidad de recuperar esos datos y manipularlos en la memoria de trabajo, y evita la poda neuronal. El proceso de repasar es el siguiente: tomamos la información de la memoria de largo plazo, la llevamos a la memoria de trabajo, la examinamos para asegurarnos de su exactitud, y aprovechamos la oportunidad para reorganizarla y aumentar sus conexiones neuronales en el depósito de memoria. Durante el repaso se deben tener los siguientes objetivos:

- ✓ Que la estrategia del repaso coincida con la de la enseñanza y la de la evaluación. El docente ha de enseñar del modo en que va a evaluar, y evaluar del modo en que ha enseñado.
- ✓ Verificar la exactitud de la memoria.
- ✓ Darles a los alumnos la posibilidad de utilizar sus habilidades de pensamiento de alto nivel para analizar, evaluar y crear, en lo posible, formas alternativas de utilizar el conocimiento.
- ✓ Fortalecer las redes neuronales existentes.

- ✓ Practicar preguntas similares bajo condiciones análogas a las del examen.

7. Recordar y recuperar la información

El sentido del aprendizaje es poder recuperar la información que adquirimos para aplicarla en el momento que la necesitamos. La recuperación tendrá más éxito si el contexto y las variables que estuvieron presentes cuando la información fue aprendida por primera vez son las mismas que cuando se hace el intento de recordar la información. De ahí la importancia de contextualizar el aprendizaje.

Guardamos la información por semejanza, pero la recuperamos por diferencias. Por lo tanto, se necesitarán pistas para recuperarla. Esas pistas deben ser diferenciales, y lo más relevantes posibles. Finalmente, la recuperación será mucho más rápida si la evaluación utiliza la misma carretera de memoria que la empleada durante la enseñanza y el repaso.

Figura 9. Modelo para consolidar la memoria y el aprendizaje



Fuente: Elaboración propia, adaptado de Rosler (2014).

5.4.5 Ambiente físico del aula: el poder del entorno sobre el cerebro

“Los niños tienen derecho a crecer en lugares cuidados, agradables. La educación no puede eximirse de este deber. La atención a la dimensión estética es un método pedagógico que da óptimos resultados, dado que la búsqueda de lo bello también pertenece a los procesos autónomos del pensamiento de los niños”
Loris Malaguzzi

De acuerdo con Guillén (2012), el ambiente físico en el que se da el aprendizaje afecta nuestro cerebro, en donde existen neuronas específicas que identifican la situación en un entorno particular y, junto a estas, otras que nos permiten crear una imagen mental del entorno y que constituyen una especie de GPS cerebral. Los patrones de organización de algunas de estas neuronas pueden verse influenciados por la forma del espacio externo. Por tanto, si el contexto en el que nos desenvolvemos tiene una incidencia en la esfera neuronal, también puede tenerla a nivel cognitivo, emocional y conductual.

Campos (2006) señala que la mayoría de los centros educativos tienen espacios físicos rígidos y ambientaciones que provocan una sobreestimulación en el cerebro de los estudiantes y del docente. Por encima de estos detalles, el espacio del aula es reducido, con un número incomprensible de alumnos y con poca ventilación. Además de horarios sobrecargados con estimulación cognitiva, consecuencia de una propuesta curricular desmedida y en muchos casos altamente exigente.

Como se advierte, la enorme influencia del entorno puede matizar el potencial para aprender, facilitando o no la adquisición y el procesamiento del conocimiento, por lo que como educadores hemos de cuidar el entorno en el que están nuestros alumnos, tanto en el aspecto estructural como pedagógico (Campos, 2006). Algunas recomendaciones prácticas orientadas a facilitar un medio escolar idóneo para el aprendizaje incluyen:

- a) *Espacio*: En la medida de lo posible, optar por interiores abiertos. Se ha encontrado que los espacios cerrados pueden aumentar la vulnerabilidad al estrés y provocar una reacción emocional de evitación al activar la corteza anterior cingulada, la cual participa en el procesamiento del miedo y tiene proyecciones directas a la amígdala (Vartanian et al., 2015). Desde una perspectiva evolutiva, el espacio abierto ofrece un mayor rango de visión relacionado con la supervivencia, permitiendo a la persona explorar, ocultarse e identificar amenazas, a diferencia de un lugar cerrado que no ofrece posibilidades de escape (Sellos, 2015, 2016).

- b) *Iluminación*: Una buena luz mejora la capacidad de discriminación y percepción del material educativo (Ortiz, 2009). Además de tener efectos benéficos sobre la atención y el aprendizaje, es una de las formas más eficaces para reducir los niveles de melatonina (hormona que induce el sueño). En presencia de luz, la información es transmitida desde los receptores del ojo hacia las neuronas del núcleo supraquiasmático (en el hipotálamo), donde se libera glutamato, inhibiendo así a la glándula pineal, por lo que ésta no secreta melatonina (Facchinetti, 2017).

Aunque los maestros pueden mediante las persianas, regular los niveles de iluminación dentro del salón, lo recomendable es que estos se encuentren entre 300 y 500 lux, y sean evaluados por el docente, en lugar de trabajar únicamente en su evaluación intuitiva e imprecisa (Winterbotoom & Wilkins, 2009).

- c) *Decoración*: Según Wilkins (2016), las imágenes visuales de la naturaleza se procesan de manera eficiente y cómoda, mientras que aquellas de naturaleza rara (imágenes sin una estructura o con grandes diferencias en los colores) suelen demandar una oxigenación relativamente grande de la corteza visual del cerebro, por lo que resultan incómodas y se dificulta su procesamiento.
- d) *Sonido*: Un ambiente ruidoso, exige de los alumnos mayor atención directa o voluntaria, la cual supone una carga para el cerebro (Jensen & Ellis, 2015). Por el contrario, un ambiente silencioso, relajado y con música y/o estímulos auditivos de baja frecuencia favorece el aprendizaje y la memoria, y en general, todas las funciones cognitivas (Ortiz, 2009). Aunque no existen normas reconocidas internacionalmente sobre los niveles máximos de ruido para las aulas (Lewinsky, 2015), el organismo regulador de Brasil, establece como máximo 40 dB. Sin embargo, los niveles de ruido superan por mucho esa esta cantidad, por lo que el aislamiento acústico debe ser una prioridad desde el diseño de construcción de las aulas (Zannin & Zwirtes, 2009).
- e) *Temperatura*: Por regla general, los alumnos estarán más atentos en aulas frescas, en torno a los 22°C. Según una investigación, el rendimiento de las tareas escolares puede aumentar si la temperatura del aula se reduce de 30° a 20°, mientras que una temperatura inferior a 22° favorece un rendimiento óptimo. La relación es válida solo para climas templados (Wargocki, Porras, & Contreras, 2019).

- f) *Ventilación*: El aporte de oxígeno es básico en el desarrollo cerebral (Ortiz, 2009). Se pueden abrir puertas y ventanas, con el fin de establecer una corriente de aire fresco, sobre todo en verano. Las plantas y las flores son otra forma de hacer agradable el aula y mejoran la calidad del aire (Garnett, 2009).
- g) *Disposición del mobiliario*: Generar cambios periódicos de acuerdo con diversas situaciones y circunstancias de aprendizaje, ayuda al cerebro a recordar de forma particularmente efectiva cuando la situación de aprendizaje es nueva (Garnett, 2009). En la escuela tradicional, se coloca a los alumnos de forma que los pupitres estén alineados y mirando hacia la pizarra o el profesor. No obstante, debemos buscar nuevas distribuciones áulicas que poco a poco se conviertan en una pequeña comunidad de aprendizaje, ya que nuestro cerebro es un órgano social que aprende de otros y con otros (Pérez, 2015). Algunas opciones para fomentar el trabajo cooperativo son:
- *Ágora*: permite que los alumnos se vean entre ellos y que todos puedan ver al maestro. Es una distribución ideal para favorecer el debate y el diálogo entre los alumnos y el maestro, y entre los propios alumnos.
 - *Círculo*: recomendable para determinadas dinámicas como juegos de preguntas y respuestas, debates entre los alumnos, tutoría o asambleas, en las cuales el maestro simplemente haga la función de mediador.
 - *Grupos de 4 o 5 personas*: fomentan la interacción entre alumnos a la hora de trabajar de forma autónoma, puede generar dinámicas de ayuda en las que los que tienen más facilidad puedan apoyar a sus iguales a conseguir los objetivos y retos propuestos.
 - *En forma de pasillo*: esta distribución permite dar las explicaciones a lo largo del pasillo, pero también propicia la participación en juegos y debates por equipos.

Finalmente, mantener un espacio que cumpla con las condiciones adecuadas, puede generar a nivel neuronal, una respuesta agradable que active el sistema de recompensa cerebral y a su vez, facilite el aprendizaje.

5.4.6 Enseñanza y aprendizaje en línea

“El aprendizaje ocurre mejor en condiciones que están alineadas con la arquitectura cognitiva humana”
John Sweller

Aunque la modalidad de enseñanza sea distinta a la presencial, se puede crear un entorno de aprendizaje a distancia cerebro-compatible. Sánchez (2020), enlista una serie de sugerencias para estudiar o enseñar en línea de forma sencilla y efectiva:

- ✓ Activar el cerebro al levantarse, caminar un poco y realizar estiramientos sencillos
- ✓ Desayunar con proteína antes de estar frente a la pantalla
- ✓ No usar pijama
- ✓ Hidratarse con agua durante el desayuno y mientras se enseña/aprende. Evitar bebidas azucaradas, ya que el golpe de azúcar afecta el aprendizaje.
- ✓ Usar una silla fija para mantenerse bien sentado y con la espalda recta que permita una óptima oxigenación cerebral
- ✓ Estudiar sobre una mesa/escritorio que no esté asociado con otra actividad
- ✓ Mantener la pantalla a la altura de los ojos
- ✓ Tener a la mano los materiales de estudio
- ✓ Luz natural para activar inmediatamente al cerebro

Mientras más tiempo se pase frente a la computadora, el cansancio es mayor y circulará menos oxígeno por todo el cuerpo (Mirabal, 2020). En la medida de lo posible, se deben ofrecer clases en donde los estudiantes puedan:

- ✓ Levantarse del asiento y moverse
- ✓ Ayudar a mantener el enfoque mientras se está sentado. Realizar movimientos ligeros como cruzar los brazos, las piernas o los tobillos, estirar la espalda o girar el cuello para que se active el sistema vestibular, dándonos retroalimentación sobre la postura y el estado de alerta, y ayudar a revitalizar y reenfocar.

Otra sugerencia es tomar notas a mano. Aunque parezca que las notas realizadas en computadora están más completas que las hechas a mano, se ha visto que los estudiantes las escriben como si fuera un dictado, no hacen síntesis ni resumen, además de que el rendimiento posterior suele ser más bajo en los resultados de los exámenes. Se sugiere enseñar a los estudiantes a tomar buenas notas, no sólo de lo que el profesor

dice, sino de la lectura de un libro, de los sueños, las ideas producto de la introspección o de lo que consideren interesante (Aldana, 2020). Entre las ventajas de esta práctica están:

- ✓ Activa áreas motoras y sensitivas
- ✓ Mejora el bucle fonológico y visual
- ✓ Disminuye la introspección y te mantiene en el presente interactuando con el entorno. El garabato también mantiene la atención
- ✓ Entrena la mente que resume y sintetiza en un mundo lleno de información
- ✓ Ayuda a entender y corregir errores
- ✓ Activa muchas zonas cerebrales
- ✓ El docente puede revisar las notas y enseñarle a hacerlo mejor

Un estudio encontró que la práctica de la escritura a mano proporciona patrones de activación neuronal beneficiosos para el aprendizaje, no así la escritura en teclado. Al escribir a mano, los movimientos delicados y controlados con precisión, contribuyen a la activación sincronizada de las regiones parietal y central del cerebro, relacionadas con la memoria de trabajo y la capacidad de codificar nueva información (Ose, Van der Weel, & Van der Meer, 2020).

5.5 Motivación y emoción: gasolina para encender el motor del aprendizaje

“Es preciso sacudir enérgicamente el bosque de las neuronas cerebrales adormecidas; es menester hacerlas vibrar con la emoción de lo nuevo e infundirles nobles y elevadas inquietudes”
Santiago Ramón y Cajal

Según Caine & Caine (1994), cuando ignoramos los componentes emocionales de cualquier persona a la que enseñamos, la privamos de un aprendizaje significativo. Las emociones impulsan el triángulo de la atención, el significado y la memoria, por lo que si se trabajan de modo productivo se pueden captar las tres (Jensen, 2010).

Cabe aclarar que incorporar las emociones en el aprendizaje es diferente a la educación emocional. La primera se refiere a generar sorpresa y alegría en el aula, mientras que la segunda comprende la gestión de las emociones (Bueno, 2018b).

La motivación y la emoción son procesos que están estrechamente vinculados al comportamiento humano, incluso nos pueden impulsar a entrar en acción sin que seamos consciente de ello. Las conductas son activadas por necesidades corporales, claves

ambientales y sentimientos, y viceversa, las emociones como el enojo, el miedo o el amor, desencadenan determinados comportamientos (Morris, 1992).

Muchas de estas tendencias comportamentales, tanto innatas como aprendidas, están relacionadas con cambios neurobiológicos, de ahí la relevancia de analizar los procesos que influyen sobre el comportamiento. Aunque son varias las estructuras cerebrales las que están implicadas en el desarrollo de nuestras emociones y motivaciones, el sistema límbico y el hipotálamo son los principales actores en dichos procesos (García, 2014).

5.5.1 Sistema límbico: la fuente del deseo por aprender

*“La fuente de nuestro deseo por aprender radica en nuestras emociones...
el cerebro emocional tiene la clave para fomentar estas ganas por saber”*
Anna Forés y Marta Ligioiz

La información que captamos a través de los sentidos pasa por el sistema límbico o cerebro emocional antes de ser enviada a la corteza cerebral, encargada de los procesos cognitivos. Dentro de este sistema, la amígdala tiene una función esencial, ya que se activa ante eventos que considera importantes y valiosos para la supervivencia, lo que consolidará un recuerdo de manera más eficiente (Mora, 2014).

En otras palabras, si la información resulta interesante, el sistema le imprime un sello emocional y en unos minutos lo pasa a la corteza, de tal modo que se grabe en la memoria de manera profunda y duradera, mientras el mero saber suele borrarse pronto. En el rodeo por la corteza cerebral se compara la situación con experiencias y reflexiones anteriores y así llega a la conciencia. En suma, las emociones pueden fomentar el aprendizaje en la medida en que intensifican la actividad de las redes neuronales y refuerzan, por ende, las conexiones sinápticas (Friedrich & Preiss, 2003).

En el escenario educativo, la expresión facial y las emociones del profesor aportan comunicación no verbal que es descifrada por los alumnos gracias a sus neuronas espejo haciéndoles sentir lo mismo y hacer una valoración del docente (Giraldo, 2020). En este sentido, cuidar esa primera impresión es crucial, ya que a los alumnos les toma aproximadamente 250 milisegundos (un cuarto de segundo) registrar a nivel emocional, si pueden esperar cosas buenas o no del profesor y de la materia (Morales, 2018).

El estado de ánimo tanto del maestro como de los alumnos influye significativamente en el aprendizaje y en la predisposición para aprender. Cuando se experimentan emociones

negativas, se tiende a ser más analítico y enfocarse en los detalles en lugar de comprender el esquema general, pero si enfrentamos altos niveles de ansiedad, es poco probable que recordemos lo que aprendimos (Morales, 2018). En definitiva, las emociones juegan un papel crucial en el desarrollo humano y pueden modular las funciones cerebrales superiores como el lenguaje, la toma de decisiones, la memoria, la percepción y la atención (Campos, 2006).

5.5.2 Neurobiología de la motivación: “me emociono, luego aprendo”

*El proceso de activación del sistema de recompensa cerebral pasa por varias etapas:
¡Ah! (curiosidad) + ¡Ahá! (comprensión, significado) =
¡Haha! (sensación de placer, satisfacción)
Rosana Fernández*

Nuestro cerebro está constantemente bombardeado por una inmensa cantidad de estímulos externos, pero afortunadamente filtra la información, seleccionando y procesando aquella que resulta relevante. Según Fernández (2012) esto se da de dos formas:

- a) *Información conocida:* Cuando ocurre algo que no suscita emoción o no se trata de información novedosa, el cerebro la interpreta como poco importante y no necesita almacenarla, por lo que la procesa desde un plano totalmente inconsciente y no hay ningún proceso de aprendizaje. Se trata de un proceso mecánico que no produce ningún cambio en el cerebro (Lázaro, 2018).
- b) *Predicción de la información:* Cuando el cerebro predice la información y esta supera la expectativa, se activa el sistema neurobiológico de la motivación o *sistema de recompensa cerebral* (Ver figura 10). El cerebro libera dopamina que conectaría las diferentes áreas del cerebro, lo cual se da en tres fases y se conoce como el efecto D.A.S.:
 1. *Deseo:* Se produce en el sistema límbico. La amígdala se activa y libera dopamina, conectando las diferentes áreas del cerebro, de tal manera que esté neurofuncionalmente activo o predispuesto al aprendizaje. Este proceso funciona de la siguiente manera; el desafío percibido como motivador activa la producción de dopamina, la cual facilita que el alumno pueda focalizarse en el estímulo y ponga en funcionamiento su ejecutivo central, seleccionando la

información a la que quiere prestar atención e inhibiendo los estímulos distractores, para posteriormente pasar a la acción.

2. *Acción:* Interviene la adrenalina, de tal forma se conectaría en milésimas de segundo nuestro lóbulo prefrontal y comienza a hacer predicciones sobre lo que va a hacer, estamos más alertas y con mayores niveles de adrenalina. La producción de una gran cantidad de este neurotransmisor, estimula a su vez, la producción de dopamina. En esta fase, se comprende, se asocia, se da significado y se realizan las conexiones a nivel neurofisiológico.

Cabe mencionar que cuando estamos soñolientos, nuestros niveles de norepinefrina o noradrenalina son generalmente bajos y demasiado elevados cuando estamos estresados. De manera similar, si se da una motivación cognitiva suave, se incrementan los niveles de norepinefrina o dopamina. Por el contrario, si es una motivación más intensa y activa, se incrementan los niveles del péptido vasopresina o de la adrenalina (Jensen, 2010).

3. *Satisfacción:* Entra en juego en nuestro cerebro cognitivo la serotonina, encargada de obtener un estado de placer, satisfacción y buen humor de cara al aprendizaje. Este mecanismo de acción, solamente asociado a las experiencias positivas, es el que nos motiva y posibilita que podamos aprender a lo largo de la vida..

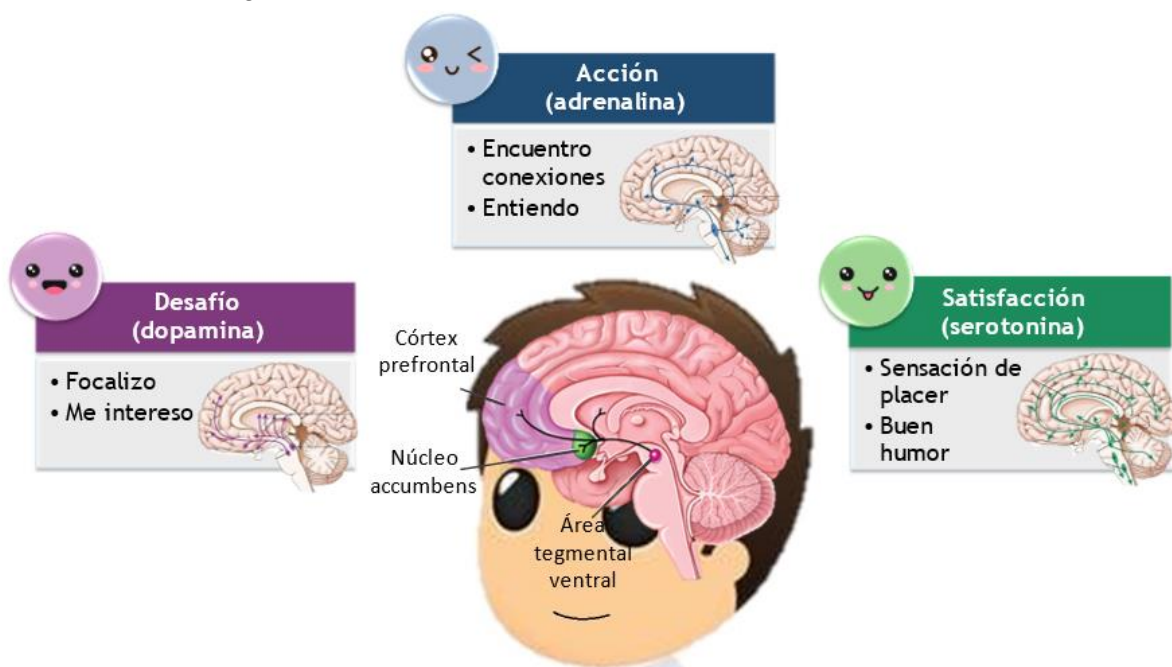


Figura 10. Sistema de recompensa cerebral y efecto DAS. Los desafíos apropiados activan el sistema y generan el efecto DAS (Desafío-Acción-Satisfacción). La dopamina se produce principalmente en el área tegmental ventral y el núcleo accumbens, cuando se activan mejora la memoria y la motivación.

Por su puesto que todo lo anterior puede traducirse a la práctica, ya que el docente logra activar el sistema límbico al enganchar a sus alumnos con información relevante y novedosa (lo que suscita una mayor curiosidad y aumenta la activación de regiones cerebrales cuyas neuronas sintetizan dopamina), trabajar con metodologías activas donde el alumno sea partícipe de su propio aprendizaje y diseñar una secuenciación gradual de los objetivos de aprendizaje de tal manera que los alumnos puedan alcanzarlos y les brinde cierta satisfacción personal. De esta forma, continuamente estaremos retroalimentando el sistema de la motivación y, por ende, facilitando el aprendizaje.

Además, conocer qué motivaciones intrínsecas e intereses tienen nuestros estudiantes, a través por ejemplo de dinámicas iniciales, evaluaciones o entrevistas, permite obtener información para diseñar experiencias de aprendizaje que sean cada vez más significativas. Sin embargo, hay que complementar con la motivación extrínseca para que favorezca la primera y no la coarte. Finalmente, favorecer la motivación intrínseca permite tener alumnos cada vez más autónomos, creativos y competenciales (Lázaro, 2018).

5.5.3 Creatividad: la inteligencia divirtiéndose

*“La creatividad es inventar, experimentar,
crecer, tomar riesgos, romper reglas,
cometer errores y divertirse”*
Mary Lou Cook

La mayoría de las personas funcionamos como el ojo de una rana. Esta no puede percibir nada que no entre en su campo visual. Si hacemos un experimento y ponemos una rana dentro de una caja con insectos muertos, veríamos que la primera termina muriéndose de hambre porque no los puede percibir aun teniendo su respuesta ahí. *¿Cuántas veces nos pasa lo mismo, que por un hábito o por un pensamiento convergente o reactivo, no encontramos otras posibilidades?* La buena noticia es que podemos desarrollar nuestra creatividad y la de nuestros estudiantes (Fernández, 2020b).

La creatividad constituye un elemento de gran relevancia para lograr adaptarse a los nuevos contextos de una sociedad en constante cambio. Dada su importancia, se ha estudiado desde diversas perspectivas con el fin de precisar estrategias concretas y prácticas orientadas a su respectiva estimulación desde el ámbito educativo (López & Llamas, 2018).

A continuación se retoman las cuatro *fases del proceso creativo* descritas por Wallas en 1926 pero actualmente vigentes (López & Llamas, 2018), así como las bases neurobiológicas y funciones neuropsicológicas de cada una ellas:

1. Fase de preparación: Se define el problema y se recogen experiencias e ideas sobre él. La información que proviene de los diferentes órganos de los sentidos llega a las áreas sensoriales primarias, de ahí pasa a áreas encargadas de su percepción y reconocimiento, que luego proyectan la información a las estructuras frontales, límbicas y paralímbicas para un procesamiento complejo. La corteza prefrontal en interacción con el lóbulo temporal, centran la atención en las características particulares del estímulo (Rendón, 2012). Por tanto, tener una “mente abierta”, permitirá obtener la máxima información posible y dar una respuesta favorable al problema.

Estrategias a tener en cuenta en el salón de clases:

- ✓ Valorar si los alumnos cuentan o no con la suficiente información y conocimiento con respecto a una temática concreta.
 - ✓ Partir de ideas clave y de ideas previas que faciliten establecer conexiones entre la nueva información y esos conocimientos previos.
 - ✓ Tener en cuenta el uso de todos los órganos de los sentidos.
 - ✓ Probar diferentes materiales, experimentar con la información.
 - ✓ Facilitar la entrada de la información por diferentes canales.
 - ✓ Estimular la atención selectiva con diferentes actividades específicas para ello.
2. Fase de incubación: Aunque la persona se aleje o desconecte del problema de forma consciente, el cerebro continúa trabajando en la idea; busca información, la identifica, selecciona, almacena y clasifica, en aras de encontrar “algo” que ayude a solucionar el problema planteado. Para ello, usa la memoria de trabajo (que permite establecer nuevas relaciones entre datos semánticos que lleven a diferentes formas de pensamiento) y la memoria a largo plazo (que ayuda a mantener la atención centrada en la tarea y evitar errores). En este sentido, el incremento de la conectividad funcional de la corteza prefrontal y la *red por defecto* (conjunto de regiones que se mantienen activas cuando hay un vagabundeo mental y que disminuyen su actividad al realizar actividades perceptivas o motoras) permiten inhibir la información irrelevante y dirigir la imaginación.

Estrategias a tener en cuenta en el salón de clases:

- ✓ Considerar que el cerebro asocia de manera inconsciente la información, por lo que debería facilitarse ese distanciamiento del problema desde el aula.
- ✓ Hacer un descanso cuando estamos atascados en un problema, facilita que, posteriormente, al retomarlo se incremente la probabilidad de resolverlo.
- ✓ Estimular la memoria.
- ✓ Crear ambientes lúdicos, relajantes y actividades diferentes que permitan darse un descanso para asimilar la información y asociarla.

3. Fase de iluminación: La solución aparece de manera súbita y repentina, después de búsquedas que han fracasado. El cerebro requiere tener la información disponible que le permita establecer relaciones, asociaciones, combinaciones de imágenes o palabras, etc. En estos procesos asociativos, es fundamental el papel de la memoria. El insight espontáneo podría emerger de la conectividad entre los lóbulos temporal, parietal y occipital, mientras que la creatividad consciente y deliberada estaría relacionada con el lóbulo frontal, mismo que integra la información ya procesada por estas áreas para propiciar el pensamiento abstracto, la planificación, la atención y la memoria de trabajo.

Estrategias a tener en cuenta en el salón de clases:

- ✓ Trabajar en el registro de respuestas o soluciones creativas generadas, usando diferentes materiales. De esta forma, los alumnos podrían comprobar que, ante una misma problemática, pueden surgir diferentes perspectivas y soluciones, siendo todas ellas válidas.
- ✓ Valorar la posibilidad de clasificar las respuestas obtenidas en función de las características de fluidez y flexibilidad.

4. Fase de verificación: Se comprueba que la solución es válida y se perfecciona. Para plasmar la idea creativa, se requiere la participación de diversas estructuras cerebrales; áreas motoras, visuales y auditivas y de los centros del lenguaje. También se sugiere la participación de procesos ejecutivos como la *fluidez* (crítica para pensamiento divergente), la *flexibilidad cognitiva* (asociada con procesos de control que podrían mediar la inhibición de respuestas obvias). Finalmente, la corteza prefrontal, convierte la novedad en conductas creativas explícitas.

Estrategias a tener en cuenta en el salón de clases:

- ✓ Debatir de manera cooperativa, cuáles podrían ser las respuestas o soluciones más adecuadas a esa situación concreta.
- ✓ Trabajar las funciones ejecutivas en el aula.

En resumen, la creatividad es un proceso cognitivo altamente complejo donde participan varias funciones (flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo, atención sostenida, inhibición cognitiva, planificación estratégica, monitoreo y evaluación del proceso) que, a su vez, involucran diferentes estructuras cerebrales, las cuales interactúan de forma tal y compleja para promover la generación y fluidez de ideas, el pensamiento divergente, la ideación original, etc. Cabe destacar la participación de los lóbulos frontales en el pensamiento creativo y la habilidad artística, así como la importancia del sueño y el descanso como elementos comunes al proceso creativo (Klimenko, 2017).

Por otro lado, el arte, además de transmitir belleza y placer, estimula las emociones y transmite conocimientos. La información proveniente de las imágenes, viaja a la corteza visual hacia la corteza frontal, en su camino, atraviesa las amígdalas y el hipocampo, y se implanta mejor. Por tanto, no hay imagen desprovista de emoción. Jensen (2010) refiere que una sólida base artística contribuye al éxito académico y profesional, creatividad, concentración, resolución de problemas, coordinación, autoeficacia, desarrolla la atención y la autodisciplina.

El uso del arte no solo para dibujar sino para enseñar a pensar y crear expresividad emocional y memoria, ha sido una notable demostración de la plasticidad del cerebro. La educación musical también tiene beneficios académicos y sociales, medibles y duraderos. La música puede utilizarse para: estimular; aumenta o disminuye los neurotransmisores de atención; expresar, la melodía actúa como vehículo para las palabras, de ahí que aprenderse las letras nuevas de las canciones ayude a aprender más rápido e impulse la activación de las vías neuronales del cerebro (Jensen, 2010).

Diversas investigaciones sugieren que la música refuerza una amplia gama de habilidades sociales y de aprendizaje. Activa la memoria procedimental y, por tanto, un aprendizaje duradero, facilita el desarrollo del lenguaje, mejora la creatividad, fomenta la disposición para la lectura, ayuda al desarrollo social, apoya el rendimiento académico general y refuerza las actitudes positivas hacia la escuela (Jensen, 2010).

5.5.4 Motivación y juego en el aula

"La necesidad de diversión de los adolescentes en la escuela no pretende desviar el foco cognitivo del aprendizaje, ni siquiera del currículum escolar. Consiste en envolver para regalo el contenido del aprendizaje con sentido y significado"
Isauro Blanco

Rodríguez (2020) menciona que el juego es una poderosa herramienta de aprendizaje y motivación para los estudiantes cuando este es planeado (dirigido hacia un objetivo de aprendizaje), tiene un tiempo estipulado y resulta desafiante (no debe ser demasiado fácil ni tan difícil que el alumno se sienta incapaz de hacerlo), en donde todos participen y se fomente la colaboración. Además de que resulta atractivo y divertido, el juego tiene ciertas características y beneficios:

➤ Elementos del juego grupal

- ✓ Mecánica: reglas del juego
- ✓ Dinámicas: interacción del jugador con respecto al juego o entre jugadores (cooperación, competición)
- ✓ Estética: narrativa

➤ Beneficios del juego en clase

- ✓ Oportunidad para aprender del error
- ✓ Fomenta la participación y la colaboración
- ✓ Favorece la socialización
- ✓ Sirve como entrenamiento para la vida
- ✓ Fomenta la autonomía
- ✓ Los objetivos y la estructura de la clase están más claras
- ✓ Estimula la creatividad e imaginación
- ✓ Brinda retroalimentación en tiempo real
- ✓ El docente también recibe retroalimentación
- ✓ Incrementa las funciones cognitivas en el cerebro
- ✓ Activa el circuito de recompensa y estimula las conexiones neurales
- ✓ Los resultados académicos mejoran

➤ El rol del docente dentro del juego

- ✓ Participa como un observador activo
- ✓ Interviene sobre factores socioemocionales
- ✓ Intenta generar interés, es empático y anima después de un fracaso
- ✓ Moderador de las emociones que surjan
- ✓ Brinda refuerzos positivos
- ✓ Pregunta para fomentar la imaginación y la creatividad
- ✓ Participa cuando es necesario
- ✓ Fomenta la metacognición a partir de preguntas sobre ¿cómo se sintieron?, ¿qué dificultades tuvieron?, ¿cómo la resolvieron?, ¿qué aprendieron?, ¿cómo lo pueden aplicar?, ¿qué les gustó más?, ¿qué pueden mejorar?, etcétera.

5.6 Cómo alimentar, ejercitar y cuidar tus neuronas

“Nuestro cerebro, para mantenerse en forma, necesita desafío, exigencia, cambio, movilidad”

Shlomo Bernitz

5.6.1 Actividad física y aprendizaje

El ejercicio proporciona bienestar físico y mental. Cada vez que practicamos un deporte cardiovascular, al contraerse y estirarse, los músculos segregan una proteína que viaja al cerebro y allí, promueve la plasticidad cerebral, generando nuevas neuronas, conexiones o sinapsis, especialmente en los centros de memoria (Bueno, 2014).

Al hacer ejercicio aumenta el flujo sanguíneo hacia el cerebro, lo que es particularmente efectivo para el hipocampo, un área implicada en la formación de recuerdos a largo plazo. También desencadena la liberación del *factor neurotrófico derivado del cerebro* (BDNF, por sus siglas en inglés). Esta proteína garantiza la salud de las jóvenes neuronas y anima el crecimiento de otras nuevas (Sousa, 2002).

A pesar de que el ejercicio es la actividad que podría tener un mayor impacto en el rendimiento cognitivo en los exámenes, los alumnos, particularmente los adolescentes, siguen pasando demasiado tiempo sentados en la escuela. Al permanecer en esta posición durante más de 20 minutos, el flujo sanguíneo se estanca en el asiento y en sus pies, por lo que levantarse y moverse, hace que esa sangre vuelva a circular. Una actividad física y rápida dentro del aula, estimula hormonas y neurotransmisores como la epinefrina y la norepinefrina, que funcionan como fijadores de la memoria. Además, desencadena la liberación de glucógeno, mejorando los niveles de glucosa que apoyan la formación de recuerdos (Sousa, 2002). También se ha visto que el deporte estimula la producción de endorfinas, las cuales generan sensación de bienestar, de placer, optimismo, y están íntimamente relacionadas con la atención y la memoria.

La actividad física como correr y cualquier otro ejercicio aeróbico, mejora la circulación del oxígeno y su llegada al cerebro. Pero éste necesita algo más que oxígeno, también requiere agua y glucosa.

5.6.2 Alimentación e hidratación

“Cuida de tu cerebro ahora y el cuidará de ti después”
Frances Jensen

Según la Encuesta del Perfil de Alumnos de Educación Media Superior, un 40.74% de alumnos no desayunan o comen antes de llegar a la escuela, lo que, sin duda, impacta de forma negativa en su rendimiento académico (SEP, 2019). Estudios señalan que las personas obesas también tienden a presentar un menor rendimiento en la planificación, el razonamiento y la resolución de problemas (Fernández & Goldberg, 2013).

El cerebro requiere de determinados nutrientes, además de agua, glucosa y sal para cumplir con funciones esenciales como la neurotransmisión y la neurogénesis, así como para protegerse contra el estrés tóxico (Campos, 2014):

- ✓ *Agua*: Necesaria para el desplazamiento de las señales neuronales y vital para una actividad cerebral saludable. Cuando el porcentaje de agua en sangre es bajo, existe una mayor concentración de sal que incrementa la presión sanguínea y el estrés. Si hay deshidratación, esto trae consigo la pérdida de atención y letargo (Sousa, 2002; Howard-Jones, 2010; Jensen, 2010).
- ✓ *Glucosa*: Es el nutriente energético por excelencia que utiliza el cerebro y se obtiene de los *hidratos de carbono* que aportan los alimentos. Se recomienda consumir con mayor frecuencia alimentos ricos en hidratos de carbono *complejos* (pan, arroz, cereales, pastas, patatas y legumbres), y con menor frecuencia hidratos de carbono *simples* (frutas, azúcar, miel y alimentos dulces en general), ya que los primeros permiten que la glucosa se libere lentamente y la glucemia se mantenga estable. Se debe comer 4 o 5 veces al día, a horas regulares y evitar el ayuno prolongado que trae como consecuencia nerviosismo, irritabilidad, cansancio, falta de concentración o mareos (Vilaplana, 2016).

- ✓ *Proteína*: Favorece la atención, por el contrario, los carbohidratos traen consecuencias no tan bondadosas (Salazar, 2005). Los alimentos ricos en proteínas (huevos, leche, queso, pescados, carnes, nueces, plátano, aguacate, cereales integrales) contienen dos aminoácidos; *triptófano* y *L-fenilalanina*, que ayudan a incrementar las reservas energéticas y estimular la producción de serotonina y noradrenalina, implicadas en las sensaciones de felicidad en el cerebro (Blakemore & Frith, 2007). Incluir en la dieta este tipo de alimentos, también ayuda a sintetizar las cantidades necesarias e idóneas de serotonina (que regula el estado de ánimo) y melanina (que favorece el sueño) (Vilaplana, 2016).

- ✓ *Vitaminas y minerales*: Son nutrientes esenciales para el correcto funcionamiento del sistema nervioso y el cerebro, por lo que un déficit en cualquiera de ellos, dificulta la función cognitiva y puede ser peligroso, mientras que un exceso, resulta inefectivo e inadecuado (Campos, 2014; Vilaplana, 2016):
 - Hierro: Su déficit conlleva a problemas de concentración y la disminución de la memoria. Los trastornos de atención e hiperactividad también se acompañan frecuentemente con niveles bajos de hierro.
 - Zinc: La deficiencia de este mineral puede alterar el desarrollo cognitivo por disminución de la atención y actividad motora.
 - Yodo: Su deficiencia conlleva a un retraso del crecimiento y de la función mental, se observa, además, bajo rendimiento escolar.
 - Vitamina A: Juega un papel en la memoria, en el aprendizaje y en el mantenimiento de la visión.
 - Vitamina B: Existen varios tipos; la *tiamina* (B1), presente en el germen de trigo, carnes, pescados, legumbres y avena, juega un papel fundamental en el metabolismo de los hidratos de carbono, por lo que su carencia afecta a los tejidos que dependen de este suministro energético, como el cerebro. Un consumo excesivo de alimentos dulces puede reducir las reservas de esta vitamina, lo que a su vez produce irritabilidad, falta de concentración y de memoria, y puede ser causa de depresión. La *piridoxina* (B6), que se encuentra en el germen de trigo, sesos y vísceras, pescado azul, quesos curados, frutos secos, cereales integrales, legumbres y levadura de cerveza, interviene en la formación de las vainas de mielina de las neuronas, aislamiento necesario para que estas puedan transmitir correctamente las

señales y por tanto, las órdenes de nuestro cerebro a los músculos. Su aporte deficiente puede causar irritabilidad, nerviosismo, fatiga e incluso depresión.

Todo lo anterior, implica educar a la comunidad escolar sobre estas cuestiones para maximizar el potencial cognitivo y mejorar el aprendizaje. De esta manera, se resalta, por ejemplo, la necesidad de proporcionar a los alumnos y al equipo docente oportunidades para beber agua, animar a los alumnos a que se hidraten y permitir que lo hagan cuando tengan sed, así como estimular su consumo en épocas calurosas, cuestión que tendrá que tomarse en cuenta cuando se propongan los límites de comportamiento dentro del aula (Salazar, 2005; Blakemore & Frith, 2007).

5.6.3 Sueño y aprendizaje

“El sueño es el potenciador del aprendizaje y la memoria”
Ignacio Morgado

El *sueño* es un proceso fisiológico de vital importancia para la salud integral del ser humano, no se trata de un lujo o una pérdida de tiempo (Jensen & Ellis, 2015). Conforme va pasando el día, se van acumulando toxinas en nuestro cuerpo que nos hacen sentir más cansados al paso de las horas (Oakley, 2016). Mientras dormimos ocurren varios procesos:

- *Limpieza*: El espacio intersticial se amplía para que el *líquido cefalorraquídeo* fluya, eliminando así las toxinas y desechos metabólicos producidos por la actividad neuronal como las proteínas *beta amiloide*, cuya acumulación se cree es la causa del Alzheimer (Douglas, 2021). Estos se incorporan al sistema circulatorio para que el hígado los deseche del organismo (Xie et al., 2013), haciendo que el aprendizaje sea más efectivo.
- *Gestión del estrés*: Cuando dormimos no solo se relaja el cuerpo y se recupera de las actividades o el estudio realizados durante el día, el sueño también ayuda a gestionar el estrés (Jensen & Ellis, 2015).

Un sueño insuficiente hace que la amígdala se vuelva hiper-reactiva a los estímulos emocionales, especialmente los negativos (Yoo, Gujar, Hu, Jolesz, & Walker, 2007), la ínsula (relacionada con la experiencia del miedo) también se altera y es incapaz de reconocer las amenazas (Velázquez, 2018). Asimismo, afecta la conectividad funcional del lóbulo prefrontal, dificultando la capacidad de

reconocer las expresiones emocionales de la cara (Van Der, Gujar, & Walker, 2010). Dichas alteraciones tienen implicaciones importantes, ya que los adolescentes pueden ser más reactivos emocionalmente y dificultar la identificación de señales sociales afectivas que permitan una adecuada convivencia, comprometiendo así su estabilidad emocional y social.

- *Poda neural*: Tiene lugar durante la pubertad, debido a ello, los adolescentes necesitan dormir más y mejor. La falta de sueño inhibe la necesaria poda sináptica y la priorización de la información (Jensen & Ellis, 2015).
- *Secreción de la hormona de crecimiento (GH)*: Se segrega cada dos horas, siendo la mayor descarga durante el sueño. La concentración de GH en sangre es mayor en niños y adolescentes que en adultos. Por esta razón, es importante que se cumpla un horario de sueño acorde con la edad y etapa de crecimiento (Facchinetti, 2017).
- *Reestructuración de aparatos y sistemas*: Es un tiempo necesario para la producción de hormonas, neurotransmisores y sustancias con las que nuestro cuerpo funciona durante el día, de igual forma, ayuda a la conservación y ahorro de energía, la reestructuración de sistemas neuronales, la consolidación de recuerdos diarios, como marcapaso de varios ritmos hormonales, reforzamiento del sistema inmune (Haro, 2016).
- *Consolidación del aprendizaje y la memoria*: el sueño da tiempo y energía al cerebro para escoger la información más importante, consolidarla en recuerdos y desechar el resto (Jensen & Ellis, 2015). Spietzer (2013) hace una analogía de dicho proceso, en donde “se vacía un buzón lleno de cartas (memoria temporal del hipocampo), las cartas clasificadas son depositadas en una carpeta (corteza cerebral) y a continuación, se suceden el procesamiento y las respuestas a las cartas (durante la fase de movimientos oculares rápidos o fase MOR del sueño)” (Guillén, 2015b).

Para comprender un poco más sobre la estrecha relación entre sueño y aprendizaje, es necesario conocer cómo es la fisiología del sueño. De forma general, se ha podido observar que, en estado de alerta, la actividad eléctrica suele encontrarse principalmente

en la región occipital. Mientras que, durante el sueño, ocurren dos cambios en la actividad eléctrica que son la base para dividirlo en fases (Carrillo, Ramírez y Magaña, 2013):

- Sueño No Mor:

- *Fase 1 o N1:* Corresponde con la somnolencia o el inicio del sueño ligero, en ella es muy difícil despertarse, la actividad muscular disminuye paulatinamente y pueden observarse algunas breves sacudidas musculares súbitas que a veces coinciden con una sensación de caída. En el EEG se observa actividad de frecuencias mezcladas, pero de bajo voltaje y algunas ondas agudas.
- *Fase 2 o N2:* En el EEG aparecen patrones específicos de actividad llamados *husos de sueño* y *complejos K*; físicamente la temperatura, la frecuencia cardíaca y respiratoria comienzan a disminuir paulatinamente.
- *Fases 3 y 4 o sueño de ondas lentas* (en conjunto llamadas fase N3): Esta es la fase de sueño *No MOR* más profunda, y en el EEG se observa actividad de frecuencia muy lenta (< 2 Hz).

- Sueño MOR o fase R:

Se caracteriza por la presencia de movimientos oculares rápidos; físicamente el tono muscular disminuye (con excepción de los músculos respiratorios y los esfínteres vesical y anal), así mismo, la frecuencia cardíaca y respiratoria se vuelve irregular e incluso puede incrementarse y existe erección espontánea del pene o del clítoris. Durante el sueño *MOR* se producen las ensoñaciones, y la mayoría de las personas que despiertan durante esta fase suelen recordar vívidamente el contenido de sus sueños.

Un adulto joven pasa aproximadamente entre 70-100 minutos en el sueño *no MOR* para después entrar al sueño *MOR*, el cual puede durar entre 5-30 min, y este ciclo se repite cada hora y media durante toda la noche de sueño. A lo largo de la noche pueden presentarse entre 4 y 6 ciclos de sueño *MOR*.

Ambas etapas de sueño participan de forma complementaria en la consolidación de la memoria. Una hipótesis sugiere que el sueño *No MOR* favorece la memoria declarativa (Ackermann & Rasch, 2014), y es durante la fase N3 de ondas lentas, que se da una reactivación espontánea de la información previamente aprendida (Wei, Krishnan,

Marshall, & Bazhenov, 2020), mientras que el sueño *MOR* es importante para la consolidación de recuerdos emocionales, procedimentales y no declarativos. Sin embargo, se han encontrado variaciones en la asociación de diferentes etapas del sueño a una memoria distinta, por lo que se requieren más estudios al respecto (Ackermann & Rasch, 2014).

Por otra parte, se tiene la idea de que los adolescentes se niegan a acostar por la noche o levantarse por la mañana porque son perezosos, indisciplinados o rebeldes, se sabe que esto tiene más bien una influencia biológica que hace que los patrones de sueño cambien (Jensen & Ellis, 2015).

Éstos suelen tener un ritmo circadiano o *cronotipo vespertino*, el cual está vinculado con la preferencia de retrasar la hora de dormir y despertarse (Gohil & Hannon, 2018). Una de las razones se debe a que, por la noche, la *melatonina* (hormona que induce el sueño) se libera dos horas más tarde que en el adulto, aunado a que permanece por más tiempo en su sistema, por tanto, les cuesta bastante trabajo despertarse para ir a la escuela (Jensen & Ellis, 2015). Dicha tendencia suele incrementarse durante el fin de semana debido a la privación de sueño acumulado durante los días de clase (Caskadon, 2011).

A todo esto, se agrega el uso excesivo del teléfono celular, el cual distrae y mantiene despierto al adolescente más de la cuenta, empeorando aún más el tiempo de sueño. El tipo de luz que emite este y otros dispositivos electrónicos, suprime la melatonina hasta en un 22% tan solo con 2 horas de exposición (Jensen & Ellis, 2015). Lo sorprendente es que incluso, a través de los párpados cerrados, la luz brillante puede inhibirla (Figueiro, Bierman & Rea, 2013 citado en Stevens & Zhu, 2015).

Cerca del 60% de los adolescentes mexicanos informan su uso habitual previo a acostarse, lo que significa mayor estimulación del sistema nervioso, menos horas de sueño y somnolencia al día siguiente (Haro, 2018). En el caso de los alumnos de bachillerato, un alto porcentaje duerme entre 5 y 7 horas (SEP, 2019). Como consecuencia, es común que los profesores percibamos cansancio, pasividad y disgusto en mucho de ellos (Guillén, 2015b).

El desajuste en el reloj biológico no sólo impacta el ciclo sueño-vigilia, también afecta el control de la temperatura corporal, la regulación y liberación de hormonas y la regulación

de la alimentación, lo que a su vez trae consigo efectos negativos para la salud y un exceso de sueño durante el día (Stevens & Zhu, 2015; Haro, 2018).

Por la mañana los adolescentes están tratando de despertar en el momento en que su temperatura corporal está al mínimo, lo cual implica que su cuerpo no está preparado para estar despierto y activo (Cardinali, 2016). Además, gran parte de los neurotransmisores están disponibles en mayor cantidad durante la mañana, no así en la tarde, lo que ayuda a que la actividad cerebral tenga mejores resultados durante este lapso del día. Dicha situación es especialmente significativa si consideramos que algunas escuelas promueven horarios en la tarde e incluso en la noche (Salazar, 2005).

Entre la serie de alteraciones y riesgos asociados a la falta de sueño en adolescentes podemos encontrar, según Carskadon (1990); Van der Helm, Gujar & Walker (2010); Carskadon (2011); Carrillo, Ramírez & Magaña (2013); Jensen & Ellis (2015); Gohil & Hannon (2018):

Tabla 3. Consecuencias asociadas a la falta de sueño

Fisiológicas	Cognitivas	Emocionales	Conductuales
- Problemas dermatológicos	- Inhibición de la creatividad	- Alteración en el humor	- Alimentación inadecuada
- Obesidad	- Distracción y olvido	- Baja autoestima	- Lesiones físicas
- Más vulnerable a enfermedades	- Lentitud en la resolución de problemas	- Agresividad	- Accidentes
- Trastornos del sueño	- Decisiones arriesgadas	- Impulsividad	- Conducta impropia
- Fatiga	- Disminución de la flexibilidad cognitiva	- Menor reconocimiento emocional de los otros	- Consumo de drogas
			- Somnolencia
			- Insomnio

Fuente: Elaboración propia

Debido a que los adolescentes funcionan mejor en horarios nocturnos, no solo por cuestiones sociales sino por el horario que les marca su reloj biológico, dicha tendencia, debería tomarse en cuenta en la planificación de la escuela, ya que su cronotipo entra en conflicto con los horarios matutinos habituales y afecta la calidad de vida, salud, desempeño académico y capacidad cognitiva, además de provocar una disociación o *jet lag social* (Wittmann, Dinich, Merrow, & Roenneberg, 2006).

➤ Horarios y hábitos de estudio

Un alto porcentaje de jóvenes estudia hasta altas horas de la noche y duerme sólo un par de horas. Con esta estrategia puede que consigan depositar suficiente información en la memoria de trabajo (de corto plazo) para que les vaya aceptablemente bien en la evaluación. Pero, no han guardado la información en la memoria de largo plazo, ya que no durmieron lo suficiente como para lograr que las conexiones neuronales se fortalecieran. Estudiar antes de dormir tampoco es lo más conveniente porque el cerebro no es tan receptivo, simplemente es un buen momento para repasar la información, pero no para verla por primera vez (Jensen, 2010).

➤ Inicio de la jornada escolar

Iniciar la jornada escolar más tarde debería convertirse en una política general debido al impacto que tendría en la duración y calidad de sueño, y la salud mental. Al respecto, un estudio con jóvenes encontró beneficios no solo en la reducción en las tasas de ausencia debido a enfermedad, sino un mejor rendimiento académico (Kelley, Lockley, Kelley, & Evans, 2017). Cabe mencionar que el tiempo ideal que un alumno debería hacer en promedio de traslado de su casa a la escuela es menos de media hora, pues a mayor tiempo el organismo necesita recuperarse de ese traslado y el alumno no está totalmente listo para la asimilación de conocimientos (SEP, 2019).

➤ Organización de la enseñanza

Las primeras clases deberían ser sencillas, sin gran cantidad de contenidos y fáciles de llevar a cabo, y a partir de las diez de la mañana, hora en la que el reloj biológico de los adolescentes permite una mayor vigilancia y facilita el aprendizaje se pueden incluir las materias más difíciles y complejas. Como el examen demanda mayores recursos

cognitivos, se puede colocar a la mitad; hasta avanzada la mañana o media tarde (Golombek, 2011; Guillén, 2015b; Jensen & Ellis, 2015).

➤ Psicoeducación

Para que los estudiantes comprendan la importancia de dormir correctamente se deben incluir temas sobre cronobiología y trastornos de sueño. Aquí algunas recomendaciones que el docente puede tomar en cuenta, según Carskadon (2011), Jensen & Ellis (2015) y McCarthy (2018):

Tabla 4. Recomendaciones para mejorar los hábitos de sueño en los estudiantes

Escuela	Alumnos	Padres y madres de familia
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Animar a la comunidad a comenzar el día más tarde ➤ Recomendar la limitación de actividades nocturnas ➤ Informar sobre sueño y ritmos circadianos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Capacitarlos para que tomen decisiones informadas sobre sus horarios de sueño ➤ Alentarlos a que eviten actividades estimulantes por la noche y a exponerse a la luz natural por la mañana ➤ Evitar el consumo de bebidas estimulantes varias horas antes de ir a la cama ➤ Mantener el móvil en modo “vibración” ➤ La cama ha de servir solo para dormir ➤ Hacer el mismo tipo de actividades a la misma hora todas las noches para acostumbrar al cuerpo a que se relaje a la misma hora ➤ Elaborar una lista de trabajos pendientes que propicie la planificación previa de la tarde, que mitigue la ansiedad y, con ello, la falta de sueño 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Informar sobre higiene de sueño y riesgo de hábitos inadecuados ➤ Sugerir una regla para que los dispositivos electrónicos se apaguen una hora antes de dormir ➤ Priorizar el sueño



Fuente: Elaboración propia

5.7 Adicciones y cerebro adolescente

*“Las drogas son una pérdida de tiempo.
Ellas destruyen tu memoria, respeto y autoestima”*
Kurt Cobain

La palabra *adicción*, proviene del latín *addicere* (añadir). En la Antigua Roma, el *addictus* era aquella persona que habiendo contraído una deuda y no habiéndola saldado se convertía en esclavo de su acreedor como forma de pago. Actualmente, la *adicción* se define como la dependencia física o psicofisiológica de una determinada sustancia química, cuya supresión, causa síntomas de privación en el individuo. El estudio de la adicción a diversas sustancias psicoactivas ha permitido conocer los mecanismos neurobiológicos implicados, especialmente, la alteración de los sistemas de refuerzo de la conducta asociados generalmente a la liberación de dopamina, lo que podría ayudar en su comprensión y tratamiento (Gil, Pastor, de Paz, Barbosa, & Macías, 2003).

La dependencia de sustancias es un problema de alcances mundiales. Sin embargo, existe gente que no solo cree que algunas drogas no son dañinas, sino que traen beneficios. Incluso, hay publicaciones en revistas serias que mencionan alguno de ellos y organizaciones civiles que proponen su uso legal, lo que genera controversia e impide la prevención, sobre todo en poblaciones vulnerables (Próspero, 2014b).

Los adolescentes son más propensos que los niños o adultos a participar en conductas de riesgo, en parte debido a un desajuste entre el sistema límbico y la corteza prefrontal. El desarrollo del sistema límbico se intensifica a medida que comienza la pubertad, pero la corteza prefrontal (que mantiene el control de las acciones impulsivas) madura una década más tarde, lo que explica en gran medida el comportamiento de los adolescentes: cambios de humor, irritabilidad, impulsividad, así como el consumo de drogas y alcohol (Giedd, 2015).

En México, 17.2% del alumnado de bachillerato declaró haber consumido drogas alguna vez en su vida. Entre las drogas ilegales de mayor consumo están la marihuana, seguida de los inhalables y la cocaína (Villatoro, et al., 2016). El 5.5% requiere recibir apoyo (como consejo breve) y el 1.3% necesita un tratamiento más especializado (ENCODE, 2014).

Dado el proceso de desarrollo del cerebro, el consumo de drogas durante la adolescencia, puede alterarlo de forma significativa, afectando tanto sus estructuras como sus funciones, ocasionar problemas cognitivos o de aprendizaje, y hacerlo más propenso a la

dependencia (Organización de los Estados Americanos, 2013). Existen efectos a corto y largo plazo derivados de diferentes sustancias que inciden en el cerebro de los jóvenes:

➤ Tabaco

El efecto del tabaquismo tiene consecuencias especialmente nocivas en el adolescente. Se ha descubierto que la falta de sueño en esta etapa de desarrollo puede inducir a fumar más y que el humo del cigarrillo puede provocar diversos problemas cognitivos y conductuales, entre ellos, déficit de atención e hiperactividad, además de relacionarse con un menor coeficiente intelectual. Diversos estudios también muestran que cuanto más fuma el adolescente, menos actividad hay en su corteza prefrontal, dificultando así la toma de decisiones (Jensen & Ellis, 2015).

La nicotina tiene una gran capacidad adictiva, que se considera mayor que la del alcohol o la marihuana. Tanto así que el 10% de los adolescentes la desarrollan con el primer cigarro que fuman. El humo del tabaco contiene alrededor de 3 mil 500 componentes y 500 gases. Entre los primeros se han identificado 55 cancerígenos y diversos metales pesados, así como elementos radioactivos. Uno de los gases es el monóxido de carbono, que puede reducir la oxigenación de la sangre hasta en un 50%. El humo es tan tóxico que también trae consecuencias en los demás, tales como asma, deterioro cognoscitivo, infartos, etc. Por ello, no es de extrañar que alguien que no fuma sufra un infarto después de haber estado en una fiesta entre fumadores (Zinser, 2014).

Algunas drogas estimulan a los receptores postsinápticos de forma similar a otros neurotransmisores, en este caso, la nicotina tiene una estructura similar a la acetilcolina, mimetizando así su efecto en el cerebro (Gil, Pastor, de Paz, Barbosa, & Macías, 2003).

➤ Alcohol

Aunque los peligros derivados del consumo moderado de alcohol pueden parecer leves, la realidad es que estos son sumamente dañinos, duraderos e incluso mortales. Por si fuera poco, los accidentes de automóvil son la principal causa de muerte entre jóvenes en todo el mundo, mismos que se relacionan con el consumo de alcohol (OMS, 2017).

El consumo excesivo de esta sustancia en los adolescentes puede matar las células cerebrales en mayor medida que en un cerebro adulto, aun cuando la cantidad de alcohol sea similar. Los adolescentes más jóvenes, tienen menos receptores GABA (que inhiben

el disparo sináptico de varias estructuras cerebrales, incluido el cerebelo que controla la coordinación motora) que los adultos, por lo que sienten menos los efectos inhibidores, lo que se traduce en mayor tolerancia y un impulso por beber más, aunado a la presión de los pares y la propensión de beber más en grupo, lo que puede derivar en abuso (Jensen & Ellis, 2015).

➤ Marihuana

De acuerdo con Ruiz & Próspero (2014), esta sustancia provoca cambios en diferentes sistemas cerebrales:

- a) *Sistema de recompensa o del placer*. Este sistema ha jugado una función crucial dentro de la evolución y la supervivencia, ya que se encarga de hacernos sentir una experiencia tan agradable que queramos repetirla, al llevar a cabo conductas como comer, beber agua o realizar una conducta sexual. Sin embargo, las drogas pueden secuestrarlo y afectarlo (Próspero, 2014).

Está anatómicamente constituido por neuronas dopaminérgicas agrupadas en el área tegmental ventral (ATV), las cuales proyectan al núcleo accumbens (NAcc) y a la amígdala (AMI), constituyendo la vía mesolímbica, y a la corteza prefrontal (CPF), constituyendo la vía mesocortical, en donde la dopamina ejerce su acción sobre los receptores dopaminérgicos D1 y D2 expresados en las neuronas del núcleo accumbens y sobre terminales glutamatérgicas, que llegan de otras estructuras como la CPF y la AMI (Ver figura 11). Cabe señalar que no son las únicas vías dopaminérgicas en el cerebro, pero sí las más importantes (Méndez, Romero, Cortés, & Ruíz, 2017).

La marihuana activa y aumenta la liberación de dopamina, y con ello, su búsqueda constante. La razón por la que tiene un efecto tan potente en el cerebro se debe a que todas las personas fabricamos nuestros propios *cannabinoides* (componentes activos de la marihuana), llamados *endocannabinoides* que regulan la actividad neuronal. Sin embargo, cuando la marihuana se ingiere o se inhala, los cannabinoides interactúan con los receptores naturales de nuestras neuronas, interfiriendo con los procesos químicos del cerebro y disipando la sensación subjetiva de placer (Ruiz & Próspero, 2014).

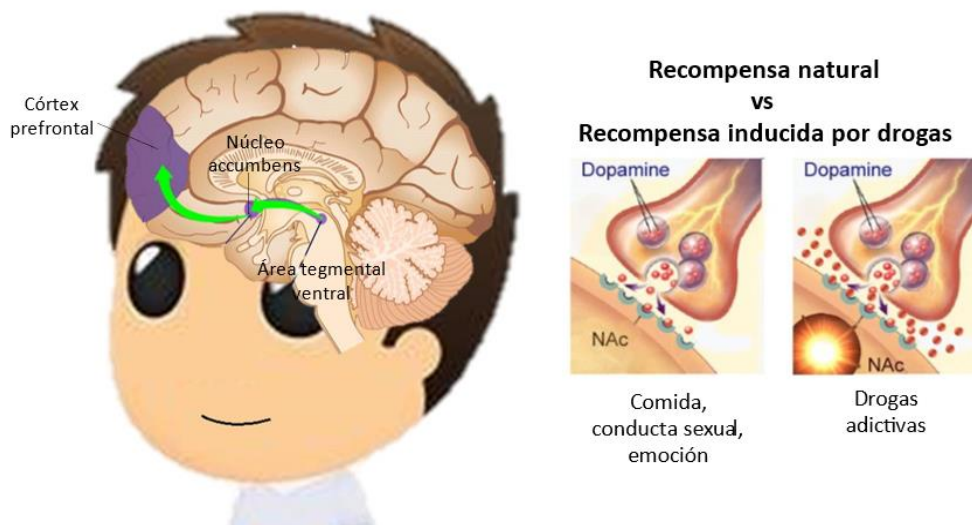


Figura 11. Activación del Sistema de recompensa cerebral debido al consumo de marihuana y otras drogas. Estas actúan como incentivos o reforzadores al aumentar la liberación de dopamina desde el área tegmental ventral (ATV), la cual se comunica a su vez con el núcleo accumbens (NAc), el estriado y la corteza prefrontal, lo que facilita la búsqueda de más droga.

- b) *Sistema de defensa:* El síndrome de abstinencia reduce la actividad del sistema de recompensa y con ello, una baja en la expresión de receptores endocannabinoides (CB1), la reducción en la liberación de dopamina y serotonina, y el aumento de hormonas como la corticotropina y el cortisol que activan al sistema de defensa, generando reacciones de miedo y ansiedad.

Cuando las drogas sobreexcitan el sistema de recompensa, la amígdala también aumenta su actividad, lo que provoca que el sujeto experimente una intensa sensación de ansiedad. Se cree que es una forma de mantener un equilibrio emocional entre el placer y el miedo. Así, el usuario, prefiere administrarse la droga de abuso no para sentir placer sino para mitigar el malestar (Próspero, 2014).

Además de la marihuana, algunas otras sustancias que son ingeridas por vía oral afectan los sistemas que usualmente usamos para degustar los alimentos facilitando la adicción. Los sabores percibidos en la lengua se proyectan hacia el lóbulo de la ínsula y a la amígdala, estructuras que se encargan de etiquetar los alimentos como “seguros” o “dañinos” respectivamente. Así, drogas como la cafeína, la nicotina o el alcohol, promueven la activación de neuronas

orexinérgicas del hipotálamo, cuya función original es promover la ingestión de alimento, por lo que activan el sistema de recompensa para que dichas drogas sean ingeridas, además de afectar al lóbulo de la ínsula y a la amígdala, lo que crea una sensación subjetiva de seguridad (Próspero, 2014b).

- c) *Sistema ejecutivo*: Involucra la corteza prefrontal y otros núcleos del cerebro. Por medio de estas estructuras cerebrales se inhibe el área tegmental ventral, de esta manera el sujeto es capaz de inhibir su conducta. La corteza prefrontal también cumple con la función de tomar decisiones (Próspero, 2014). Sin embargo, se ha observado que el consumo de marihuana puede traer consigo, una disminución en el volumen cerebral y un deterioro de las funciones ejecutivas, tales como la capacidad de planear y tomar decisiones. El cerebro disminuye su actividad y procesa más lento la información que percibe, lo que da como resultado una lentitud para responder, dificultades en la atención y memoria. De acuerdo con Jensen & Ellis (2015), estos problemas pueden persistir incluso días después de fumar, y a largo plazo también impactan en el coeficiente intelectual (CI).

La discusión sobre su posible legalización ha permeado en la sociedad y ha impactado en la disminución de la percepción de riesgo y en el incremento de su consumo (Villatoro et al., 2016). Aunado a que algunas personas consideran que no solo no afecta la salud, sino que la beneficia, sin embargo, estos puntos de vista solo se sustentan en las opiniones de quienes la han consumido y no ven ningún daño aparente, sin conocer realmente sus efectos (Ruiz & Próspero, 2014). Por tanto, es necesario revisar la liberación de la marihuana con fines recreativos, ya que se está atentando contra la capacidad de aprendizaje y la salud mental de los jóvenes (Jensen & Ellis, 2015).

➤ Inhalables

Son un grupo de sustancias volátiles que pueden encontrarse en productos legales y de uso cotidiano como el tñner, pegamentos, barnices, acetona, aerosoles de pintura, latas de crema batida, aire comprimido, gasolina, etc. Sin embargo, cuando son inhalados de forma voluntaria y directa a través por ejemplo de trapos humedecidos (conocidos como “monas”) con el fin de producir un efecto placentero o de relajación, las consecuencias pueden ser desastrosas, ya que, con solo probarlos una vez, puede producir sofocación,

daños en el sistema respiratorio, cardiaco, renal, hepático e incluso la muerte (Gallegos, López, Camacho, & Mendoza, 2014). Se ha encontrado que los inhalables actúan de forma negativa sobre dos sistemas cerebrales:

- a) *Sistema glutamatérgico*: Los receptores glutamatérgicos como el NMDA (que participan en el aprendizaje y la memoria a largo plazo), normalmente son activados por el glutamato (neurotransmisor excitatorio que activa las neuronas y hace que se dispare un impulso eléctrico). Sin embargo, el consumo de ciertos inhalables, bloquea directamente estos receptores, evitando o disminuyendo la excitación de las neuronas, lo que a su vez dificulta la capacidad para responder a los estímulos que se ven reflejados en déficits en la memoria.
- b) *Sistema gabaérgico*: Al actuar sobre los receptores GABA (neurotransmisor inhibitorio), las neuronas se inhiben y no disparan impulsos eléctricos. El sistema gabaérgico participa principalmente en la regulación del miedo y la ansiedad. No obstante, algunos inhalables potencian las acciones del GABA, lo que explica los efectos ansiolíticos reportados por los usuarios.

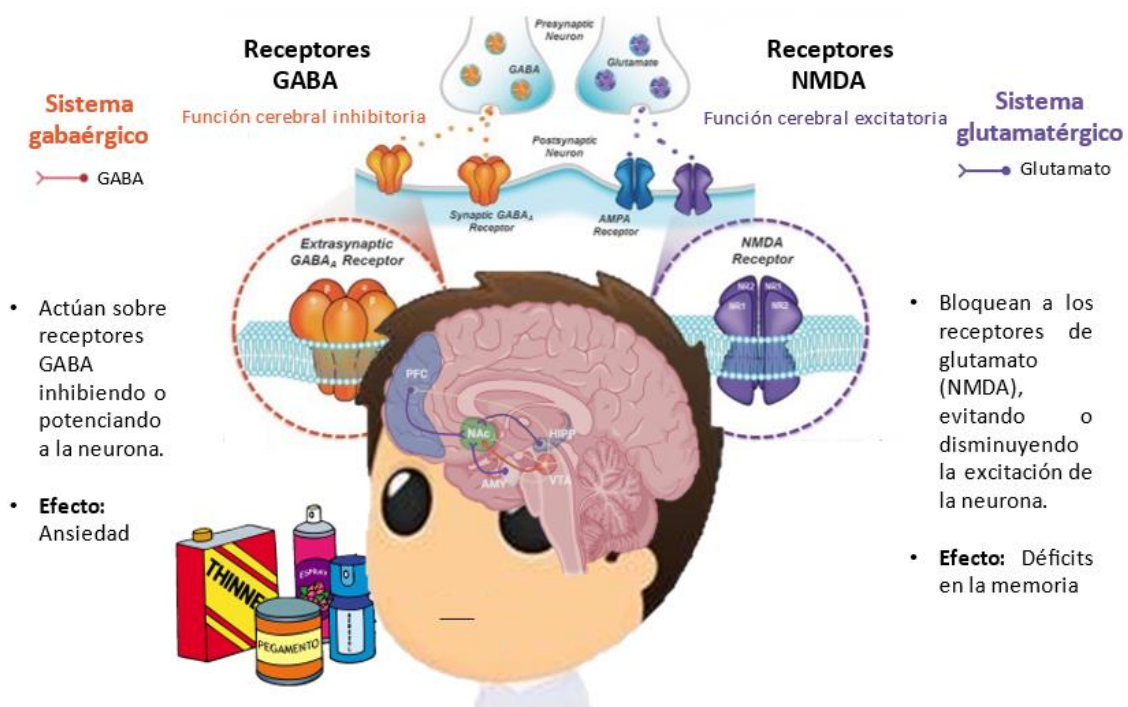


Figura 12. Efectos negativos de los inhalables sobre los sistemas cerebrales.

Como puede observarse, una droga puede mimetizar o incrementar el efecto de un neurotransmisor dado, denominado *agonista* ('el que disputa', ya que luchan por el mismo receptor), o puede bloquear su efecto, *antagonista* ('enemigo') (Gil, Pastor, de Paz, Barbosa, & Macías, 2003).

➤ Nuevas tecnologías digitales

Al igual que las drogas, los celulares también pueden activar y poner en marcha el circuito de recompensa del cerebro y subir la dopamina (hormona del placer), con la misma facilidad que lo activan el alcohol o la marihuana. Por lo que, al intentar abstenerse de los medios y tecnologías, pueden sentirse confusos emocional y psicológicamente (Jensen & Ellis, 2015).

Algunos adolescentes refieren que sienten que su teléfono vibra cuando no lo hacen, lo que algunos investigadores han denominado el "*síndrome de la vibración fantasma*". Lo curioso es que los mismos medios de comunicación cuyos titulares advierten la adicción por las nuevas tecnologías, son quienes ofrecen múltiples enlaces, plataformas y opciones interactivas como compartir, retuitear, recibir alertas o dar "me gusta" en Facebook, mandar comentarios, fotos, videos, etcétera (Jensen & Ellis, 2015).

Derivado de todo lo expuesto, es menester enseñar a los jóvenes no solo las consecuencias de las drogas, sino brindarles información objetiva sobre las adicciones, reforzar factores protectores como generar un ambiente escolar positivo, promover la autoeficacia para alcanzar los logros académicos, fomentar habilidades para la vida, promover estilos de vida saludables, de autocuidado y cuidado mutuo, y, además, actuar como un modelo favorable para el alumno (Centros de Integración Juvenil, 2020).

5.8 Cerebro preocupado

5.8.1 Eustrés: nivel óptimo para aprender

“Un poco de estrés no es necesariamente malo para el aprendizaje”
Eric Jensen

El *estrés* es un concepto neutro que se puede definir en términos de recursos y demanda. Si los desafíos o las exigencias son demasiadas o rebasan los recursos internos o externos con los que cuenta el estudiante, seguramente sentirá ansiedad e inseguridad, es decir, sufrirá lo que comúnmente denominamos “estrés”, un término que suele confundirse con el *distrés* (Fernández, 2014).

En cambio, si los recursos superan a las demandas, o el nivel de desafío es muy pobre para los recursos disponibles, se caerá en la apatía y el aburrimiento. Por tanto, se deben incluir desafíos apropiados que activen el sistema de recompensa cerebral y generen el *eustrés* necesario (nivel óptimo de estrés) para sentirse entusiasmado, motivado, comprometido y creativo (Fernández, 2014).

El aburrimiento y la desvinculación activan una cantidad excesiva de hormonas del estrés segregadas por el *eje hipotalámico-hipofisiario-suprarrenal*, con lo que el rendimiento se resiente. Por el contrario, cuando nos sentimos motivados y vinculados, el “*estrés bueno*” nos sitúa en la zona óptima, donde funcionamos adecuadamente. Si los problemas resultan excesivos y nos desbordan, entramos en la zona de agotamiento, donde los niveles de hormonas del estrés son demasiado elevados y entorpecen el rendimiento.

5.8.2 Distrés: enemigo del aprendizaje

“El estrés persistente produce cambios importantes en la arquitectura cerebral”
Pat Levitt

El *distrés* provoca un impacto negativo en el aprendizaje, afectando las habilidades cognitivas, emocionales y sociales de los jóvenes. Sin saberlo, muchos profesores pueden ser los detonantes de dicho estado en los alumnos a través de sus palabras, gestos, tono de voz, exigencias y actitud en general. No obstante, es necesario ser consciente de sus efectos para entonces asumir la responsabilidad de promover un clima favorable en el aula, dosificando de manera equilibrada las actividades y vigilando constantemente nuestro perfil (Campos, 2006).

Los maestros frecuentemente contribuyen a una atmósfera estresante al amenazar a sus alumnos con detenciones, con bajar sus calificaciones o con eliminar sus privilegios (Feinstein, 2016). De igual forma, el hostigamiento, señalar con el dedo, obligar a los alumnos a quedarse después de clases, la humillación, el sarcasmo o la intimidación, son aspectos negativos en los que se debe trabajar para eliminarlos del entorno (Jensen, 2010).

Enfrentar altos niveles de estrés y ansiedad puede inhibir los procesos de aprendizaje, debido a que el cerebro da prioridad al estímulo amenazador. Al recibir *inputs* directos e inmediatos del tálamo, la corteza sensorial, el hipocampo y los lóbulos frontales, la amígdala centra su atención y sus proyecciones neuronales activan todo el sistema simpático; el hipotálamo y las glándulas suprarrenales se asocian para liberar adrenalina, vasopresina y cortisol. Estas hormonas modifican inmediatamente el modo en que pensamos, sentimos y actuamos (Jensen, 2010).

Siempre que el ser humano vive en angustia, temor, aburrimiento o estrés, el cerebro produce cortisol. Ante esta molécula, la amígdala cerebral inicia su actividad. Se trata de una especie de radar de la amenaza que llega a bloquear la corteza prefrontal: en tales condiciones, no se puede prestar atención a ningún otro reto o estímulo, solo eliminar el factor de preocupación. Frente a esta situación, no hay aprendizaje, sino supervivencia (Blanco, 2018).

A nivel neurobiológico, el estrés se define como una amenaza a la *homeostasis*, frente a la cual el organismo para sobrevivir reacciona con respuestas adaptativas que implican la activación del sistema nervioso simpático y el eje hipotalámico-pituitario-adrenal (Duval, González, & Rabia, 2010), cuya respuesta fisiológica (Ver figura 13) se da de la siguiente manera:

- *Fase de alerta:* ante situaciones estresantes, el hipotálamo estimula a las glándulas suprarrenales para secretar adrenalina, cuyo objetivo es suministrar la energía en caso de urgencia. Como respuesta, aumenta la frecuencia cardiaca, la vasodilatación y un aumento de la vigilancia.
- *Fase de resistencia:* Si el estrés se mantiene, las glándulas suprarrenales secretan cortisol. Su papel es mantener constante el nivel de glucosa sanguínea para nutrir los músculos, el corazón y el cerebro. Esto asegura la renovación de las reservas. Es una fase donde el organismo debe “aguantar”.

- *Fase de agotamiento*: Se instala si la situación persiste y se acompaña de una alteración hormonal crónica. Si la situación continúa todavía más, es posible que el organismo se encuentre desbordado y agotado. Poco a poco las hormonas secretadas son menos eficaces y comienzan a acumularse en la circulación, como resultado, el organismo está invadido de hormonas (hipercortisolemia) que tendrá un impacto negativo sobre la salud.

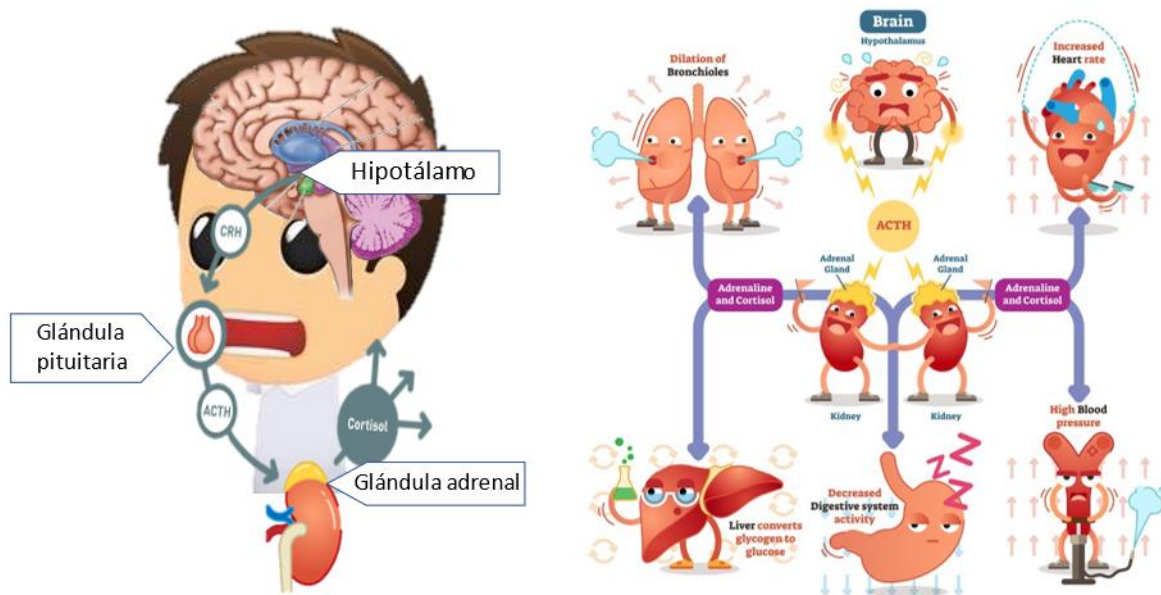


Figura 13. Sistema de respuesta del estrés: El aburrimiento y la desvinculación activan una cantidad excesiva de hormonas del estrés segregadas por el eje hipotálamo-pituitario-suprarrenal, con lo que el rendimiento se resiente. Si los problemas resultan excesivos y nos desbordan, entramos en la zona de agotamiento, donde los niveles de hormonas del estrés son demasiado elevados y entorpecen el rendimiento.

Se ha observado que el estrés crónico agudo provoca:

- *Regresión dendrítica y pérdida de espinas en las neuronas del hipocampo* que se acompaña de déficits en la plasticidad sináptica y la memoria. Esta estructura cerebral es extraordinariamente rica en receptores de cortisol, por lo que nuestra capacidad de aprendizaje es muy vulnerable al estrés (Blanco, 2018). La disfunción del hipocampo también parece estar asociada con sintomatología depresiva y envejecimiento cerebral (Duval, González, & Rabia, 2010).
- *Disminuye la neurogénesis* (desarrollo de nuevas neuronas) e interfiere en la síntesis de factores neurotróficos como el BDNF (que inhibe la apoptosis o muerte

celular). Por tanto, afecta la plasticidad neuronal, modifica el metabolismo y debilita el sistema inmunológico (Duval, González, & Rabia, 2010; Blanco, 2018).

- *Alteraciones permanentes en las amígdalas*, generando un cerebro más inestable, menos capaz de gestionar las emociones y memoria, dificultad para tomar decisiones, tendencia a reacciones agresivas, y a una menor autoestima y autoconfianza (Bueno, 2015; Bueno & Forés, 2018). La hiperreactividad amigdalina parece inhibir a la corteza prefrontal y con ello, la capacidad de control (Amores & Mateos, 2017)
- *Interferencia en la comunicación cerebral: El estrés a corto plazo* (que dura unas pocas horas), tiene el mismo efecto y puede afectar la comunicación entre las células cerebrales en áreas asociadas con el aprendizaje y la memoria. Esto se debe a que las *hormonas liberadoras de corticotropina* (moléculas activadas por el estrés agudo), interrumpen el proceso mediante el cual el cerebro recopila y almacena los recuerdos (Chen, Dubé, Courtney, & Baram, 2008).

Cuando se da un secuestro amigdalario continuado, ya sea intenso o leve, los circuitos de alarma activan las respuestas de lucha, huida o paralización (Goleman, 2013). Los cuales pueden observarse en (Blanco, 2018):

- Dificultades de concentración, con agitación.
- Ansiedad, agresividad, conductas antisociales: disrupción notable en el aula, violencia verbal o física, acoso escolar, oposición sistemática a la autoridad o a las reglas.
- Depresión, tendencias suicidas (desórdenes alimenticios, “accidentes” frecuentes e inexplicables, fumar tabaco, conductas temerarias).
- Serios problemas de aprendizaje, aun cuando el coeficiente intelectual es alto y no se aprecian causas estructurales o ambientales.
- Bloqueo durante un examen. A menudo, una vez que lo terminan y abandonan el aula los niveles de estrés disminuyen y la respuesta aparece como por arte de magia (Morales, 2018; Feinstein, 2016).

Blanco (2018) propone revisar profundamente el sistema de evaluación centrado en los exámenes, pues lo que miden es más la capacidad de los adolescentes para responder a un reto bajo niveles de estrés que los conocimientos reales que han adquirido. La

evaluación es un proceso necesario e inherente al proceso de aprendizaje y debe de hacerse de manera continua, sin períodos específicos y, menos con la carga de amenaza que suele tener.

Lo anterior debe tenerse en cuenta al momento de planificar el curso. No se necesita eliminar por completo los exámenes finales, pero parte de su valor en puntos puede distribuirse en tareas más atractivas como ensayos, proyectos y presentaciones que requieren pensamiento crítico e investigación y proporcionan experiencia del mundo real (Chen, Dubé, Courtney, & Baram, 2008).

5.9 Educar con cerebro y corazón

*“Tus alumnos podrán olvidar lo que dijiste
pero nunca la persona que fuiste con ellos”*
Maya Angelou

La educación emocional implica generar climas emocionales positivos: mostrar respeto, escucha, interés y empatía. Asimismo, se ha visto que los programas de Educación Emocional tienen un impacto positivo en los estudiantes, ya que disminuyen los problemas de disciplina, la motivación para estudiar es mayor, existen mejores resultados académicos, actitudes positivas y mejora las relaciones (Guillén, 2012).

Para reducir el estrés y generar emociones positivas también podemos recurrir a estrategias como la *“conciencia plena”* o *“mindfulness”*, considerado un método muy eficaz para relajarse y entrar en estado de tranquilidad y equilibrio. A nivel neurobiológico, parece ser un buen sistema de refuerzo del dominio de la corteza prefrontal, ayudando así a gestionar el estrés. También se ha observado que sus beneficios en relación con el punto de ajuste emocional del cerebro se obtienen al inicio de la práctica, es decir, no hay que esperar años para notar una mejoría, aunque probablemente sea necesario seguir ejercitando la técnica a diario para mantener la tendencia (Goleman, 2013).

Otra técnica es la *relajación sistemática* y su práctica diaria. Esto puede mejorar el tono vagal, es decir, la capacidad de movilización del cuerpo para superar un obstáculo y luego recuperarse con rapidez. El nervio vago regula el latido cardíaco y otras funciones de los órganos, y desempeña un papel destacado en el proceso de tranquilización del cuerpo cuando nos angustiamos. Contar con un mejor tono vagal nos permite actuar con más facilidad al activarnos ante un problema y al relajarnos luego, en lugar de quedarnos en estado de excitación. Además, no solo nos ayuda a recuperarnos de la tensión sino a

dormir mejor y protegernos contra las consecuencias negativas del estrés crónico (Goleman, 2013).

Jensen (2010) también sugiere manejar las situaciones que pueden producir estrés y emplear estrategias personales mediadoras que lo liberen:

- *Ayudar a los alumnos a aprender lo que induce al estrés y qué hacer al respecto:* Enseñarles técnicas de manejo del estrés tales como la organización del tiempo, respiración, la función de los momentos de descanso, formas de relacionarse y lograr apoyo de los compañeros. Realizar dramatizaciones, juegos, ejercicio, debates y celebraciones.
- *Establecer el momento en el que comienza el tiempo de transición entre clases:* Incluir un cambio de postura física, baile, manualidades, un juego o un paseo, un debate de grupo o con un compañero, redacción de boletines, reflexión y escritura creativa.
- *Fijar expectativas claras respecto a la conducta en el aula:* debatir y utilizar estrategias de reducción de conflictos, seguir y hacer cumplir las normas, dejar a los alumnos interpretar si sus conductas son aceptables o inadecuadas, fomentar el compañerismo, cambiar a los grupos de trabajo y equipos cada tres o seis semanas para asegurar que todos tengan oportunidad de encontrarse y trabajar con los demás en una diversidad de roles.
- *Evitar mantener directrices poco realistas:* Indicar lo que se quiere sin añadir una amenaza al final. No amenazar las malas conductas con ir al despacho de Dirección. O bien se envía a alguien o no. Implicar a los alumnos en la disciplina de la clase.
- *En vez de señalar con el dedo,* ayudar a los alumnos a localizar recursos clave, como materiales o compañeros de trabajo; ayudarles a fijar objetivos específicos, realistas y medibles. Finalmente, preguntarles qué están logrando en su aprendizaje, aunque sea de manera indirecta. Es importante mostrar disposición a escucharlos y aprender de ellos.
- *Ayudarlos a ver la conexión entre sus acciones y los resultados:* Si un examen pendiente se está convirtiendo en algo paralizador, hay que convertirlo en un momento de “enseñanza”.

- *Explicar a los alumnos cómo reaccionan nuestros cuerpos al estrés, proporcionarles modos de eliminarlo, así como opciones y recursos para alcanzar sus objetivos académicos. La visualización, la gestión de una tarea propia creativa y las estrategias para la realización de exámenes pueden ser utilidad. Los alumnos necesitan saber cómo gestionar mejor su tiempo, encontrar información en medios de comunicación u organizar sesiones de estudio con un compañero.*

5.10 Cerebro social: ¡enseñar y aprender en equipo!

“El cerebro social está en su hábitat natural cuando estamos hablando con alguien cara a cara en tiempo real”
Daniel Goleman

Nuestro cerebro es esencialmente social. Estamos programados desde el nacimiento para interactuar con otros seres humanos y descubrir el mundo que nos rodea. De ahí que, si se emplea correctamente, la enseñanza cooperativa sea bastante compatible con el cerebro. Hablar, compartir y debatir son fundamentales; estamos biológicamente conectados para el lenguaje y la comunicación (Jensen, 2010).

La adolescencia es una oportunidad extraordinaria para aprender nuevas habilidades debido a que representa un periodo de alta plasticidad neural, en particular en regiones cerebrales involucradas en funciones ejecutivas y de cognición social. Conocer las bases del desarrollo social podría informar sobre el diseño curricular y la enseñanza práctica con el objetivo de garantizar que las actividades en el aula exploten periodos de plasticidad neuronal que faciliten el aprendizaje al máximo (Blakemore & Mills, 2014).

El desarrollo social radica en una red neuronal denominada *neuronas espejo*, la cual nos permite entender las intenciones, gestos y expresión de los rasgos emocionales de los demás. También parece estar relacionada con los comportamientos empáticos, sociales e imitativos, fundamentales en los procesos de aprendizaje.

Es una especie de *wifi* neuronal para conectar con otro cerebro, por ello, cuando la gente interactúa, ya sea en pareja o en grupo, el contagio emocional se produce de manera automática e inconsciente. Significa que, básicamente influimos constantemente en el estado cerebral de los demás. Y como docentes, somos responsables de cómo determinamos los sentimientos de los alumnos con los que interactuamos, para bien o para mal (Goleman, 2013).

Las relaciones satisfactorias entre compañeros y el rendimiento académico también dependen del trabajo cooperativo en el aula (Guillén, 2012). Al estar en contacto con los demás, segregamos oxitocina, una hormona que potencia la plasticidad cerebral, el aprendizaje y el placer (Carballo, 2018). Además, cuando se colabora, se libera más dopamina, lo que facilita la transmisión de información entre el sistema límbico y el lóbulo frontal, favoreciendo la memoria a largo plazo y se reduce la ansiedad (Guillén, 2012).

Cuando el flujo emocional está en sincronía, nuestra fisiología refleja la de la otra persona que nos hace sentir conexión, proximidad y afecto. Desde el punto de vista de la experiencia, en esos instantes de química, nos resulta agradable estar con la otra persona y viceversa. Si los estudiantes se sienten conectados o comprometidos con el material o entre ellos, su cerebro se sincroniza, lo que predice tanto la participación en clase como la dinámica social (Dikker et al., 2017).

Para grupos de iguales, el emisor suele ser el individuo más expresivo emocionalmente, a quien se presta y confiere el máximo de atención e importancia a lo que diga o haga. Sin embargo, cuando existen diferencias de poder en el aula, el individuo más poderoso es quien marca el estado emocional del grupo. Estudios señalan que, si el líder de un equipo está de buen humor, los demás lo reflejan y el optimismo colectivo mejora el rendimiento del conjunto. En cambio, si el líder proyecta mal humor, lo propaga del mismo modo y el funcionamiento del grupo se resiente (Goleman, 2013).

Pero cooperar es algo más que colaborar o trabajar en equipo, porque añade ese componente empático que facilita las buenas relaciones entre los miembros del grupo. De ahí que la educación socioemocional sea imprescindible (Guillén & Hernández, 2017).

Conforme los estudiantes van adquiriendo experiencia en el trabajo colaborativo, pueden participar en proyectos cada vez más complejos. Los estudios sugieren *proyectos de aprendizaje y servicio* (ApS), una propuesta educativa que consiste en aprender haciendo un servicio a la comunidad. Así, los estudiantes aprenden contenidos curriculares, aunado a competencias sociales y emocionales, imprescindibles para la vida (Guillén & Hernández, 2017). Cuando un estudiante ayuda a otro, consigue conocimientos más profundos, flexibles y duraderos (Ruiz, 2020).

5.11 Evaluación de los aprendizajes

5.11.1 Evaluar no solo es calificar

“La educación no consiste en preparar a los alumnos para aprobar exámenes, sino prepararlos para la vida”
Richar Gerver

Desafortunadamente, aunque se suele calificar y establecer algunos instrumentos que orientan el trabajo docente, el proceso se queda únicamente en un número o ponderación, cuando bien podría acompañarse de observaciones derivadas de una revisión y una mediación pedagógica. La *realimentación* tiene que ser un proceso en el que se comparta información con el estudiante acerca de su desempeño con la finalidad de acercarlo a su máximo potencial (Vega, 2020).

Para hacer el tránsito de los números a las observaciones e ir más allá en el proceso de evaluación, es necesario intervenir en diferentes momentos de la instrucción (por ejemplo; al aclarar las dudas, intervenir y cambiar la estrategia o la actividad, brindar información extra y continuar con la clase), así como generar un estudiante reflexivo que esté al tanto de su proceso de aprendizaje, que sea consciente de sus áreas de oportunidad y de las situaciones que puede corregir y mejorar para alcanzar las metas propuestas (Vega, 2020).

Este proceso de *metacognición* lleva al educando de manera deliberada y consciente a regular los procesos cognitivos para tratar que su esfuerzo le lleve a un aprendizaje efectivo (Ruiz, 2020). Es decir, *aprende a aprender*, lo que le permite no solo superar un examen sino convertirse en un mejor aprendiz.

La evaluación debe hacerse de manera tal que no estigmatice a los estudiantes y donde dispongan de muchas oportunidades de éxito con pruebas evaluativas de bajo riesgo, ya que los factores socioemocionales modulan los procesos cognitivos y, por tanto, también afectan los procesos de aprendizaje. El enseñante es un agente de regulación externa que interviene en dichos procesos no solo al hacer cosas por las que cree que aprende el estudiante, sino cuando intenta generar interés por lo que enseña, anima al estudiante después de un fracaso o trata de ser empático (Ruiz, 2020).

El cerebro de los estudiantes cuenta con una especie de sensor o radar que permanentemente (y de forma inconsciente) está monitoreando el entorno. Si el sistema límbico detecta malestar, dolor o amenaza, existe una gran probabilidad de que el

estudiante tienda a justificarse y/o buscar responsabilidades en otras personas. Saber esto es importante ya que, al dar una realimentación, tenemos que pasar el filtro del cerebro, asegurándonos de que no la vea como una amenaza o algo malo sino como una oportunidad. Si el docente además de brindar confianza y seguridad tiene la capacidad de llevar al estudiante a que encuentre oportunidades de mejora y a que reflexione dónde puede crecer, hay una gran probabilidad de que se genere dopamina y eso le motive a trabajar en lo que puede mejorar (Carrión, 2021).

Dicho autor también comenta que el *feedback grupal* tiene un menor impacto con respecto al *feedback individual*, debido a que aquellos que no tuvieron un adecuado desempeño es muy probable que tampoco puedan visualizar áreas de mejora e incluso, se podría desmotivar a los que sí trabajaron. Por tanto, se busca que la retroalimentación sea personalizada, que apoye a mejorar su desempeño y que sea continua para que se enfoquen en los objetivos de aprendizaje y puedan crear hábitos de estudio.

En el caso del trabajo colaborativo, la manera de garantizar que se trata de un aprendizaje colaborativo es que la evaluación se haga individualmente y luego se evalúe a nivel de grupo (Ruiz, 2020).

La metacognición necesita ser autoconstruida para que realmente sea efectiva, pero el proceso se lleva a cabo dentro de una comunidad de aprendizaje donde el conocimiento está influenciado por las respuestas y estímulos que recibe del entorno, del maestro y de sus iguales. Por tanto, la estrategia en la fase de evaluación debe conjugar tanto agrupaciones individuales como grupales, permitiendo que todos los actores sean a la vez evaluados y evaluadores, buscando la mayor objetividad dentro de los límites de un proceso tan subjetivo como es la observación entre personas. Sin perder el foco de que toda acción evaluativa (y, por ende, toda acción educativa) debe estar encaminada a la consecución del aprendizaje del alumno. Si el proceso de evaluación no ayuda al alumno a ser consciente de su propio proceso de aprendizaje, será una evaluación ineficaz (Niuco, 2018).

Por su parte, Bueno (2021), señala que la Neuroeducación también estudia cómo el *feedback* en general y los distintos tipos en particular influyen en la adquisición y consolidación de conocimientos. Siguiendo a este autor, lo que se ha visto en diferentes estudios es que:

- El *feedback* activa el “cerebro social”, el cual comprende muchas zonas del cerebro (incluido el procesamiento visual a través de las miradas) que se activan cuando estamos con otras personas. Cuantas más áreas participen en un aprendizaje, se recuerda mejor y después se usa con mayor eficiencia.
- El *feedback* activa principalmente tres regiones cerebrales: a) el *estriado*, zona que proporciona sensaciones de recompensa o placer, anticipaciones de futuras recompensas y motivación intrínseca; b) la *corteza prefrontal*, sede de las funciones cognitivas donde se encuentra la capacidad de reflexión, de gestión emocional y la metacognición (pensar sobre los propios procesos de aprendizaje) y; c) el *hipocampo*, relacionado con la gestión de la memoria.
- El *feedback* entre *iguales* en comparación con el *feedback* que se da entre *docentes/alumnos*, activa con mayor intensidad: la amígdala, los circuitos neuronales socioafectivos y la corteza prefrontal, e indirectamente el hipocampo. El efecto resulta más recompensante debido a cuestiones sociales.
- El *feedback online entre iguales* estimula el interés de los estudiantes por mejorar sus conocimientos, aunque un porcentaje significativo no se sienten seguros o capacitados para dar un *feedback* útil a sus compañeros (Liou & Peng, 2009). De ahí la importancia de la formación previa a realizarlo con la finalidad de que se sientan seguros y motivados.
- En *jóvenes*, el aprendizaje es superior si el *feedback* se realiza sobre tareas complejas, en cambio, en *infantes* sucede justo al revés, su efecto es superior en las tareas sencillas. Se considera que esto se debe a la maduración de la corteza prefrontal y de las capacidades metacognitivas.
- El efecto del *feedback* disminuye de manera proporcional a la cantidad de veces que se usa en una misma tarea, lo que implica que hay que medir en qué momento se hace para evitar repeticiones, que tenga el máximo efecto recompensante y estimule al cerebro a seguir avanzando.
- En condiciones de estrés se reduce el control cognitivo sobre la valoración del *feedback* recibido. Por ejemplo, si se aleja de las épocas de exámenes, se interiorizarán con mayor facilidad los aspectos en los que se tiene que mejorar.

- El *feedback positivo* (proactivo) incrementa la producción de dopamina en el estriado, mientras que el *feedback negativo* (sin ayuda a la mejora) hace que disminuya. En este caso, parece que el *feedback positivo* tiene el efecto de consolidar las sinapsis recientes, mientras que el negativo tiende a debilitarlas. El *feedback positivo* potencia la memoria y activa más redes de anticipación de recompensa (activa más el estriado ventral, mientras que el negativo, activa más la amígdala dorsal -sensaciones de amenaza-).
- Según Liu, Zhang, Ma, Xu & Seger (2021), la memoria se consolida todavía más cuando se combina el *feedback positivo* con el *negativo*, siempre que los alumnos sepan interpretar ambos (lo que implica gestión emocional y, por extensión, educación emocional).
- Parece que el *feedback negativo* activa la corteza cingulada, que está implicada en la transformación de la motivación en actos reales. Al producir sensaciones no agradables, activa la amígdala y puede ayudar, siempre que haya una buena gestión emocional, a concretarlo en un acto real (Walsh & Anderson, 2012).
- El *feedback retardado* (de horas, días, una semana) activa más el hipocampo y potencia la fijación de la memoria, pero si mientras tanto, se producen otras acciones de aprendizaje, dificulta el aprendizaje por refuerzo (Höltje & Mecklinger, 2018). Por tanto, resulta efectivo cuando no se extiende demasiado en el tiempo. Por su parte, el *feedback inmediato* incrementa más la producción de dopamina en el estriado y la corteza cingulada. Lo ideal sería una combinación de ambos (Bueno, 2021).

En conclusión, entender qué consecuencias tiene el *feedback* nos puede ayudar primero, a entender mejor qué estamos haciendo, pensar si hay alguna forma de mejorarlo, utilizarlo de alguna otra manera o al menos, ser consciente de lo que está ocurriendo en el cerebro (Bueno, 2021).

5.11.2 Mentalidad: ¿Modo resignación o modo crecimiento?

“La ilusión por alcanzar una meta aumenta la inteligencia, desarrolla espinas dendríticas, aumentando la posibilidad de las conexiones neuronales. Es decir, la ilusión nos hace más inteligentes”
Mario Alonso Puig

Las creencias sobre nuestro aprendizaje tienen un impacto sustancial en nuestro progreso. Carrión (2020) menciona que tener una mentalidad fija sobre el aprendizaje implica enfocarse en el resultado y temer frente al desafío. No obstante, saber que la plasticidad cerebral posibilita la mejora de cualquier alumno, sobre todo en aquellos que creen o se sienten incapaces, permite al docente y a otras figuras educativas, adoptar una mentalidad de crecimiento que lleve a los estudiantes a ser perseverantes, aprender del error y que puedan mejorar.

Según el informe PISA, los estudiantes que estuvieron en *“desacuerdo”* con la afirmación *“Tu inteligencia es algo sobre ti que no puedes cambiar mucho”* obtuvieron 32 puntos más en lectura que los estudiantes que estuvieron *“de acuerdo”* con dicha frase. Los estudiantes que creen que sus habilidades e inteligencia pueden desarrollarse con el tiempo (aquellos con una mentalidad de crecimiento), también expresaron menos miedo al fracaso que los estudiantes que creen que sus habilidades e inteligencia son *“fijas”* (mentalidad fija). Informaron una mayor motivación para dominar las tareas y la autoeficacia, establecer objetivos de aprendizaje más ambiciosos para ellos mismos, otorgaron una mayor importancia a la escuela y era más probable que esperaran completar un título universitario (OCDE, 2018). Carrión (2020) señala que los resultados insuficientes y constantes en esta prueba en los países occidentales en comparación con los países europeos se deben en gran medida, al nulo trabajo y desarrollo de una cultura mental de crecimiento en los estudiantes, el cual se ve reflejado en sus pensamientos y actitudes con respecto al aprendizaje y la evaluación.

Por otra parte, al hacer la pregunta a estudiantes sobre *¿qué esperan obtener de la educación en un futuro?*, la Encuesta del Perfil de Alumnos de Educación Media Superior, reveló que, en México, el 34.85% espera un buen trabajo, el 18.16% ganar dinero, un 16.4% obtener y/o generar conocimientos, el 12.34% generar un cambio favorable en el entorno, mientras el resto, señaló otras opciones (SEP, 2019). Aunque ambos sexos coinciden en “obtener un buen trabajo” como primera opción; se observa que las mujeres dan mayor valor a “obtener y/o generar conocimientos” que a “ganar dinero” mientras los

hombres esperan “ganar dinero” antes que “obtener y/o generar conocimientos” (SEP, 2019).

Por desgracia, tampoco se enseña a los estudiantes cuál es la mejor forma de aprender. Es como si situáramos a un estudiante que no sabe nadar en medio de una piscina y le decimos que nade de un lado al otro, pero no le enseñamos cómo nadar. Lo más probable es que haga lo que pueda y desarrolle formas que no son efectivas como nadar de “perrito”, quizá alguno haga una braza, pero difícilmente alguno hará una técnica/estrategia tan poco intuitiva como el crol, que es la forma más efectiva de todas ellas, puesto que permite el mejor rendimiento del gasto energético y es la que desarrolla la mayor velocidad posible (Ruiz, 2020).

Un estudiante que tenga la suerte de tener un buen físico (músculos y espalda ancha) aunque no desarrolle una forma de nadar demasiado efectiva, va a conseguir sus objetivos. Mientras que el estudiante que no tenga una buena estrategia, de pronto se va a cansar, a desmotivar o lo va a abandonar. Cualquiera de los dos se beneficiará de aprender crol, uno porque conseguirá gracias a ello, tener éxito y el otro, por conseguir llevar su potencial a otro nivel (Ruiz, 2020). Si a esto agregamos que el profesor promueve una mentalidad de crecimiento para sacar lo mejor del estudiante, los resultados serán extraordinarios.

Un ejemplo sobre cómo las expectativas de los docentes influyen en el desempeño de los estudiantes es el experimento “Pigmalión en el aula”, realizado en 1965 por Rosenthal y Jacobson, quienes informaron a un grupo de profesores de primaria que a sus alumnos se les había realizado una prueba de inteligencia y que algunos habían obtenido resultados sobresalientes. Lo sorprendente fue que, al finalizar el curso, estos alumnos “brillantes” obtuvieron un progreso mayor que los demás, a pesar de que jamás se les había realizado dicha prueba y fueron elegidos al azar, es decir, no había ninguna diferencia real en sus capacidades. Entonces, ¿qué es lo que sucedió? Los investigadores constataron que los profesores se crearon expectativas favorables sobre sus alumnos, los trataron de un modo especial y distinto con respecto a los otros; les sonreían más, les daban más posibilidades cuando algo no les era fácil, trataban de explicárselo de otro modo, etc. En definitiva, los alumnos que percibieron que sus profesores creían en ellos, respondieron de manera diferente, confirmando así las expectativas de los profesores (Fernández, 2012).

Un primer paso para lograr escapar de una mentalidad fija consiste en empezar a trabajar en el cambio de paradigma educativo y un cambio metodológico en la forma de evaluación.

5.11.3 Evaluparty: haciendo del aprendizaje un placer y del examen una fiesta

“El buen maestro seduce al alumno para que quiera volver a ir a clase”
Jaume Funes

Acaso (2016) explica que las escuelas se han convertido en lugares que potencian la muerte de la pasión por el conocimiento. Este drama tiene que ver con una educación bulímica que lleva a los estudiantes a prepararse para un examen, memorizar la información, vomitarla en el examen y olvidarla.

La pedagogía que prevalece en muchas de las aulas es aburrida, convirtiéndose en un lugar donde muere la pasión por el aprendizaje al utilizar metodologías y técnicas que consisten solo en aprobar el examen. Con el objetivo de recuperar el placer y la pasión por el aprendizaje, la autora propone trabajar con una “pedagogía sexy”, llevando a cabo cinco “microrevoluciones” para la educación en el aula:

1. Personalizada: Lo que los profesores enseñan no es lo que los estudiantes aprenden, es decir; nadie aprende lo mismo ni de la misma manera, de ahí la importancia de personalizar el proceso de enseñanza aprendizaje. Otro aspecto relacionado es cuidar las pedagogías invisibles, es decir, darse cuenta de las jerarquías de poder que se establecen dentro del aula, las cuales pueden estar ejerciendo una violencia simbólica, a través por ejemplo de las diferencias en el mobiliario o la organización dentro del aula.
2. Participativa: Permitir a los estudiantes participar en el proceso de enseñanza aprendizaje. Es clave empezar a trabajar con estructuras más democráticas, crear comunidades de aprendizaje tridimensional (profesor-estudiante, estudiante-profesor y estudiante-estudiante), incorporar lo lúdico, la sorpresa y el humor.
3. Corporal: No pensamos con la cabeza sino con todo el cuerpo. La mayoría de las aulas tienen un mobiliario verde poco sexy, están diseñadas para que los estudiantes no puedan hablar entre ellos, divertirse o moverse, a pesar de que el contacto corporal ayuda a la conexión y el conocimiento, por lo que habría que repensar el mobiliario, reorganizando y rediseñando el espacio.

4. Excitante y experiencial: Si no es sexy no se aprende. Cuando haces algo nuevo incrementa un poco la adrenalina porque aún no estás preparado para ello. Pasar de lo descriptivo a lo narrativo, de lo predecible a lo inesperado, del texto al audiovisual, de memorizar a hacer, de lo contemplativo a lo vivencial y de lo textual a lo oral. Unir esfuerzo y placer.
5. Investigadora: Consiste en conectar el aprendizaje con el mundo real y evaluar de forma creativa con otros sistemas que no sean numéricos.

Fernández (2014) señala que el proceso de evaluación debe cumplir con las siguientes funciones:

- Mejorar, remediar, reconsiderar estrategias
- Monitorear el logro de los objetivos
- Revelar dificultades durante el proceso educativo
- Promover estrategias metacognitivas en los estudiantes
- Contribuir a la retención y transferencia de los aprendizajes
- Monitorear el progreso
- Motivar a los estudiantes

También nos brinda algunas sugerencias para evaluar y al mismo tiempo motivar a los estudiantes:

- ✓ Crear una canción con coreografía
- ✓ Grabar un video
- ✓ Hacer una muestra fotográfica
- ✓ Hacer un gráfico con estadísticas
- ✓ Hacer una dramatización
- ✓ Grabar encuestas, etc.

De igual forma, se pueden utilizar algunas aplicaciones tecnológicas que permitan crear formas más lúdicas y creativas de evaluación de los aprendizajes.

Capítulo II

Método

1. Planteamiento del problema

La educación debe continuar su avance; durante siglos se centró en aspectos sociales y cognitivos del proceso enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, la aparición de la tecnología para la investigación sobre el sistema nervioso está permitiendo proporcionar una cantidad de conocimientos que deben ser incorporados al trabajo áulico.

Como se indicó en el marco teórico, a pesar de todos los avances científicos y tecnológicos, desafortunadamente no ha ocurrido lo mismo con la educación, aunado a ello, la capacitación docente en educación media superior ha resultado insuficiente para atender las problemáticas presentes en el aula, algunos de los profesores, continúan utilizando el método tradicional basado en clases expositivas, memorización y exámenes escritos, además de transmitir conceptos abstractos y descontextualizados, sin ninguna aplicación práctica, poco relevantes y motivadores, ignoran así los procesos para un aprendizaje significativo.

En general, los profesores no aprovechan las capacidades que se conoce actualmente sobre la manera en que aprende el cerebro. Más aún, conocen poco sobre el funcionamiento de este órgano durante la adolescencia, por lo que, intentan enseñar de forma racional cuando el cerebro es plenamente emocional. A pesar de que los modelos educativos constructivistas y cognoscitivos han promovido mejores espacios de aprendizaje, suele ser escaso el empleo de métodos didácticos que han comprobado con evidencias resultados positivos. Se tiende a presentar información plana y poco atractiva, lo que genera desinterés y aburrimiento en el alumnado.

Aunado a lo anterior, la corteza prefrontal aún inmadura de los adolescentes, el efecto de las hormonas y sus ciclos biológicos, también son factores que influyen sobre su atención dentro del aula, razón por la cual, deberían incorporarse otras estrategias para sostenerla en el tiempo y que el interés no decaiga (Jensen, 2010). Lo importante es crear actividades que sean potencialmente estimulantes y significativas para ellos.

Es una práctica cotidiana que los profesores y las instituciones centren sus esfuerzos en cubrir todos los contenidos en un tiempo establecido, sin dar oportunidad a los estudiantes para que el cerebro procese tal cantidad de conocimientos. Es indispensable

que dentro de este proceso el organismo descansa, en caso contrario, puede llevar a problemas de concentración y memoria, lo que provoca bajo rendimiento y poca apropiación de los conocimientos. Otro aspecto que debe considerarse tiene que ver con que los jóvenes permanecen demasiadas horas en clase, un mejor uso del tiempo y de las actividades, dará mejores resultados, las evidencias demuestran que las clases deben ser mucho más vivenciales y motivadoras.

En las evaluaciones, también se suele someter a los estudiantes a una carga elevada de estrés, lo que afecta la comunicación neuronal y hace que el cerebro asocie aprendizaje a malestar y a aspectos emocionales negativos (Bueno, 2015).

De igual forma, las instituciones educativas dificultan la consolidación del aprendizaje al adoptar un horario que va en contra del reloj biológico del adolescente, el cual hace que se duerma y despierte tarde, sin embargo, la jornada escolar empieza desde muy temprano.

En general, la mayoría de los profesores de bachillerato carecen de una preparación formal para la docencia (Barojas, Sierra, & Estrada, 2006). Aunado a ello, los programas de formación se centran en aspectos pedagógicos, psicológicos y filosóficos, sin considerar el aspecto biológico como parte integral del aprendizaje (Salazar, 2005; Bueno, 2016). Ciertamente algunos profesores pueden tener nociones de prácticas didácticas útiles, sin embargo, desconocen las bases y mecanismos a nivel cerebral implicados en dicho proceso (Román, 2013).

Si bien es cierto que existen algunos cursos presenciales y en línea que ofrecen una formación en el área de neurociencias aplicadas a la educación, por experiencia propia, puedo decir que estos se limitan a mencionar algunos de sus fundamentos teóricos, dejando de lado, las aplicaciones concretas a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por si fuera poco, algunos de ellos, fomentan prácticas con escasa evidencia empírica o con base en mitos sobre el funcionamiento del cerebro, y en la mayoría de los casos, tampoco logran incorporar a su pedagogía, los aportes de las neurociencias que ellos mismos promueven, quedando nuevamente en el discurso y no en la acción.

Aunque en algunas instituciones de educación media superior existen espacios presenciales destinados a la capacitación docente, falta un mayor interés, apertura, flexibilidad y acceso a los mismos, en donde personas externas a dicha entidad o prestantes de servicio, puedan ofrecer de manera gratuita cursos que beneficien a su

planta docente. De igual forma, es necesario que se den las facilidades y el apoyo suficiente para su puesta en marcha, tales como el espacio, tiempo y recursos tecnológicos, a través, por ejemplo, del acceso a su plataforma institucional para ofertarlos.

Las ciencias de la educación están obligadas a incorporar los conocimientos en neurociencias y psicobiología, que darán nuevas pistas para continuar el arduo camino del proceso educativo.

2. Justificación

La Neuroeducación es un nuevo campo de investigación transdisciplinar que ofrece información basada en evidencia científica para el aula. Puesto que es un área de nuevo desarrollo, en México son escasas las instituciones que incorporan las aportaciones de las neurociencias como parte de la formación profesional, la cual permita a los docentes conocer sus características, potencialidades e implicaciones en la educación, y, sobre todo, les brinde algunas estrategias clave para conseguir un aprendizaje significativo y duradero.

El educador requiere una formación sólida en su disciplina, pero también una formación pedagógica y una formación continua en prácticas innovadoras que fortalezcan su labor. Es necesario que los profesores redefinan su perfil y se asuman como protagonistas del proceso de transformación y mejora de la educación, a través de un nuevo enfoque que atienda las necesidades de los alumnos y sea amigable con la forma natural en que aprende el cerebro. Deberán entonces, considerar que las neurociencias les proporcionan conocimientos con evidencias sólidas. Sin embargo, el lograr comprender dichos temas, requiere de profesionales que se formen con los conocimientos básicos para continuar incorporando lo que la ciencia va construyendo.

La investigación en neurociencia ha permitido saber que los seres humanos somos, racionales y emocionales, es por esta razón, que no solo debe entenderse el proceso educativo desde una perspectiva cognitiva, considerar un enfoque emocional es nuclear para enseñar. Dentro de esta perspectiva, la curiosidad, el interés, la alegría y la motivación son básicas para el proceso de enseñanza aprendizaje.

En este siglo, es un reto para el docente comprender y aplicar los objetivos de un aula “*cerebralmente amigable*”, en donde se establezca un ambiente agradable y acogedor, con suficientes elementos innovadores, estimulantes, interesantes, empleando todos los recursos que permitan al cerebro aprender. Al incorporar movimientos se puede estimular al cerebro para mejorarlo cognitivamente, además de servir como un “*recreo cerebral*”. Esto trae múltiples beneficios: provee al cerebro un descanso que permite mayor llegada de oxígeno para mejorar la concentración y el aprendizaje; ofrece un ambiente que promueve la diversión; mejora la motivación y disciplina; los movimientos coordinados y novedosos desarrollan procesos cognitivos complejos como la planeación, organización, secuenciación, coordinación, relación mano/pie con vista y oído; además, aumenta el interés de los alumnos por asistir y participar en clase; construye relaciones positivas, favorece la participación, la colaboración y la socialización entre los estudiantes.

Otra área que debe ser aprovechada y que las aportaciones de las neurociencias pueden reivindicar en los espacios educativos, son las artes. Dejadas a un lado por los modelos educativos, para incorporar áreas que desarrollen la “*cognición*”. Las artes promueven un sin número de estímulos enriquecedores al cerebro, fortalecen y desarrollan las matemáticas y el lenguaje. Por ejemplo: la música tiene todas las características de lenguaje hablado, en él intervienen la abstracción, las matemáticas y los símbolos, aspectos que en realidad desarrollan esa parte cognitiva que desean las instituciones. También se encuentran integradas las emociones. Existen muchas oportunidades para enseñar, de forma que al cerebro se le facilite y conserve por más tiempo; por ejemplo, al integrar las artes, la danza, la pintura, la escultura, la fotografía, el cine, la literatura, el canto, además del arte urbano.

Toda esta información sirve a los profesores para decidir qué métodos son los más eficaces, así como precisar qué técnicas se pueden utilizar en clase para desarrollar el aprendizaje en cualquier área. Una capacitación basada en evidencia científica puede ayudar a los docentes a tomar mejores decisiones para optimizar el aprendizaje.

Estudiar un enfoque integrativo como lo es la Neuroeducación, permitirá comprender que el cerebro es un órgano con gran plasticidad que necesita recibir estimulación variada y constante para establecer diferentes circuitos neuronales que den cimiento al aprendizaje, tomar en cuenta los factores emocionales y motivacionales, afianzar los vínculos afectivos y atender las necesidades básicas.

Hoy en día educadores, padres de familia y toda la comunidad educativa, tienen a la mano la posibilidad de empezar un importante proceso de innovación en la educación que sea fundamentado científicamente y sostenible en el tiempo. Para mejorar la calidad de la educación, los países necesitan adoptar propuestas innovadoras.

La neurociencia no va a resolver todos los problemas educativos existentes, dista mucho de modificar radicalmente a la educación, pero sí puede aportar con evidencias aspectos que enriquezcan tanto a los profesores, como a las instituciones. Por ejemplo, la SEP y diversas instituciones educativas, aún continúan basando sus planes y programas en conceptos como: estilos de aprendizaje o inteligencias múltiples, si bien es cierto, el concepto mismo de inteligencia se ha modificado desde su creación, ahora debemos reconsiderar que no aprendemos por un solo canal sensorial, y que nuestro cerebro procesa y se construye de formas mucho más complejas que las que habíamos imaginado.

3. Objetivos

Ψ **Objetivo general**

Diseñar y evaluar un curso sobre neuroeducación para docentes de educación media superior que contribuya a complementar sus estrategias pedagógicas con la finalidad de crear un entorno educativo más eficiente y potenciar así el aprendizaje de sus estudiantes.

Ψ **Objetivos específicos**

Dado que el proyecto pretende identificar las necesidades de aprendizaje de los docentes para la creación de un curso a distancia, los objetivos específicos se dividen en tres momentos:

a) Evaluación diagnóstica

1. Realizar a través de un cuestionario en línea, una primera evaluación diagnóstica sobre los conocimientos generales en neurociencias que poseen los docentes con el objetivo de identificar necesidades de aprendizaje para el diseño del curso.
2. Conocer los temas de interés de los profesores en contenidos de neurociencias, así como sus propuestas para la planeación, el diseño e implementación del curso.
3. Conocer el interés y la disposición de los docentes para participar en un curso sobre Neuroeducación.

b) Planeación, diseño y creación del curso virtual

1. Elaborar una propuesta de capacitación docente con contenido temático en Neuroeducación.
2. Diseñar una plataforma educativa que sirva de apoyo al curso.
3. Planear actividades interactivas que refuercen el aprendizaje de los temas abordados.
4. Proponer evaluaciones acordes con las temáticas, las cuales permitan a los docentes monitorear y autorregular su propio aprendizaje.
5. Proporcionar a los docentes, herramientas conceptuales sobre el funcionamiento del sistema nervioso y sus implicaciones educativas.
6. Ofrecer orientaciones prácticas dentro del aula.

7. Ampliar y reforzar los conocimientos sobre cómo optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje acordes con el funcionamiento del cerebro y los fundamentos neurobiológicos que lo sustentan.

c) Evaluación del curso

1. Evaluar a través de un cuestionario en línea el curso “Educar con cerebro”; la pertinencia de las actividades y la utilidad de los materiales.
2. Conocer las ideas, opiniones y propuestas de un grupo de expertos con respecto al diseño didáctico y pedagógico del curso que permitan mejorarlo.

4. Preguntas de investigación

Para cumplir con el objetivo general del proyecto se plantearon las siguientes preguntas, correspondientes a la primera y última etapa de investigación, señaladas con anterioridad:

1) Etapa de Evaluación Diagnóstica

➤ *¿Cuáles son los conocimientos previos y necesidades de aprendizaje de docentes de bachillerato en contenidos de neurociencias para la creación de un curso de capacitación en Neuroeducación?*

2) Etapa de Evaluación del Curso

➤ *¿Cuál es la valoración, retroalimentación y observaciones por parte de un grupo de expertos en pedagogía y psicología con respecto al curso propuesto para su futura implementación?*

5. Diseño de la investigación

Se trata de una investigación no experimental de corte mixto que recupera e integra de manera secuencial, datos cuantitativos y cualitativos derivados de la evaluación diagnóstica y de la evaluación final del curso “Educar con Cerebro”, los cuales permitan realizar el diseño y los ajustes necesarios para su futura implementación. Dicho método ofrece una visión más integral y completa del fenómeno de estudio, produce datos más ricos y variados, y aporta mayor solidez y rigor científico (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

6. Participantes

1) Etapa de Evaluación Diagnóstica

Participaron 116 profesoras y profesores de diferentes escuelas públicas y privadas de bachillerato; 77 mujeres y 39 hombres, con una edad comprendida entre los 24 y 63 años.

2) Etapa de Evaluación del Curso

Participaron 13 profesionales de pedagogía y psicología (general, del área de neurociencias y docentes de psicología a nivel bachillerato), de los cuales, 12 eran mujeres y 1 era hombre, con una edad comprendida entre los 21 y 50 años, residentes de la Ciudad y el Estado de México.

7. Escenario

1) Etapa de Evaluación Diagnóstica

Se utilizó un entorno virtual para compartir a través de correo electrónico y Facebook el *Cuestionario para docentes de bachillerato sobre Neurociencias aplicadas a la Educación*.

2) Etapa de Evaluación del Curso

La evaluación del curso por parte del grupo de expertos se realizó vía online, luego de la revisión del aula virtual “Educar con Cerebro”, alojada en la plataforma educativa Edmodo, cuya página principal tenía la siguiente apariencia:

The screenshot displays the Edmodo interface for a course titled "Educar con Cerebro" by Tania Esparza Camacho. The course is categorized under "Ciencias" and "Educación Superior". The main header features a banner with cartoon characters representing a brain and a heart, and a "Código de clase BLOQUEADO" (Class Code Locked) notification. A sidebar on the left lists course modules from "Bienvenida y presentación del curso" to "Diseño de unidades ne...". The main content area shows a post by Tania Esparza, dated 18 de septiembre de 2020, with a PDF attachment titled "Presentación.pdf". Below the post is a comment section with a text input field. A second post by Tania Esparza, dated 17 de septiembre de 2020, provides an overview of the course modules and a navigation diagram. The diagram shows a spiral notebook with tabs for "Introducción", "Módulo 1", "Módulo 2", "Módulo 3", "Módulo 4", and "Módulo 5". The right sidebar includes a calendar for "domingo, 30 de enero", an event creation button, and a navigation menu with links for "Idiomas", "Soporte", "Acerca de", "Camera", "Privacidad", "Condiciones de servicio", "Contáctenos", "Blog", "Twitter", and "Facebook".

↑
Acceso a los módulos

Muro de publicaciones

8. Instrumentos

En este apartado se presentan los instrumentos utilizados que sirvieron de base, según la etapa de investigación, a la construcción y mejora del curso. La evaluación diagnóstica permitió identificar los conocimientos y creencias relacionados con las neurociencias y la educación, y la evaluación final, proporcionó información para mejorar la propuesta:

1) Etapa de Evaluación diagnóstica

➤ Encuesta para docentes de bachillerato sobre Neurociencias aplicadas a la Educación

Se trata de un instrumento online de evaluación diagnóstica conformado por 23 preguntas dicotómicas de Sí/No, abiertas y semiestructuradas (Ver anexo 1). Se incluyó un apartado en donde los participantes dieran su -consentimiento- para participar de manera voluntaria y anónima. Las preguntas recabaron información sobre 5 áreas específicas:

a) Datos sociodemográficos

Recopila información sobre sexo, edad, años de experiencia docente, subsistema en el que labora actualmente, materia(s) que imparte, así como la participación previa en otras capacitaciones acordadas con la docencia.

b) Conocimientos generales en neurociencia y educación

Explora la autovaloración de los propios conocimientos en el tema, especialmente aquellos conceptos que están relacionados con el cerebro adolescente y su incidencia en el aprendizaje, tales como la plasticidad cerebral, la alimentación, las nuevas tecnologías, el sueño, las hormonas, los procesos de atención, memoria y motivación, y las diferencias cerebrales entre sexos. Así como la autopercepción sobre la confiabilidad de las fuentes que consultan.

c) Conocimiento general sobre el funcionamiento del cerebro y el comportamiento:

Contiene preguntas que indagan las ideas y mitos que conocen con respecto al funcionamiento cerebral y su incidencia en el comportamiento humano.

d) Comentarios y opiniones:

Permite expresar temas de interés, expectativas y/o propuestas para la creación del curso de capacitación.

e) *Interés sobre las neurociencias aplicadas a la educación:*

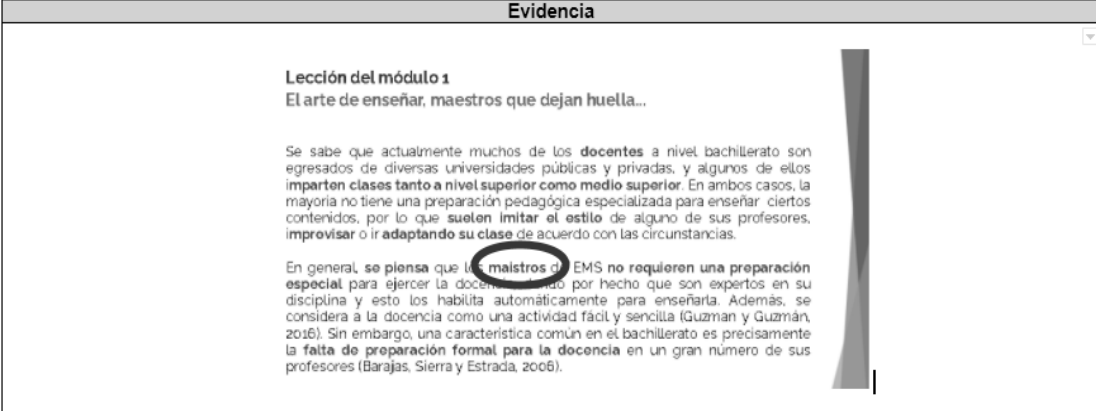
Cuestiona la utilidad, el interés y la disposición de los profesores para participar en un curso sobre Neurociencias aplicadas a la Educación como parte de su formación.

Finalmente, se eligió la aplicación de *Google Forms* para la creación de dicho cuestionario porque permite crear y administrar una encuesta en línea de manera fácil y gratuita. Cualquier usuario que tenga la liga de acceso, puede responder desde cualquier dispositivo con acceso a internet. Aunado a ello, las respuestas a la encuesta se recopilan de forma automática y ordenada a través de un “resumen de respuestas”, las cuales también pueden reunirse en hojas de cálculo para su posterior análisis. Otra ventaja es que permite recopilar las direcciones de correo electrónico de las personas que contestaron y, por tanto, enviar una invitación formal posterior a aquellos docentes interesados en el curso.

2) Etapa de Evaluación del Curso

➤ Formato para el reporte de incidencias

Para llevar un control de los evaluadores y facilitar su labor, se creó una carpeta personalizada con sus nombres en Google Drive, la cual contenía el instructivo de acceso al curso, el cronograma de actividades y el formato para el reporte de incidencias, las cuales podían consistir en errores ortográficos, errores de formato, enlaces deshabilitados, materiales no disponibles, imágenes incompletas, etcétera. De igual forma, podían agregar una captura de pantalla y hacer una descripción breve del problema para su posterior corrección. Ejemplo:

Reporte: Observaciones del curso “Educar con Cerebro”		
Nombre del evaluador(a): Tania Ivonne Esparza Camacho		
Reporte	Ubicación	Descripción
Errores en la redacción y ortográficos	Módulo 1, tema 2 El arte de enseñar, maestros que dejan huella, página 5	El segundo párrafo dice que en general, se piensa que los “maestros” de EMS no requieren una preparación especial para ejercer la docencia...
Evidencia		
 <p>Lección del módulo 1 El arte de enseñar, maestros que dejan huella...</p> <p>Se sabe que actualmente muchos de los docentes a nivel bachillerato son egresados de diversas universidades públicas y privadas, y algunos de ellos imparten clases tanto a nivel superior como medio superior. En ambos casos, la mayoría no tiene una preparación pedagógica especializada para enseñar ciertos contenidos, por lo que suolen imitar el estilo de alguno de sus profesores, improvisar o ir adaptando su clase de acuerdo con las circunstancias.</p> <p>En general, se piensa que los maestros de EMS no requieren una preparación especial para ejercer la docencia, debido por hecho que son expertos en su disciplina y esto los habilita automáticamente para enseñarla. Además, se considera a la docencia como una actividad fácil y sencilla (Guzman y Guzmán, 2016). Sin embargo, una característica común en el bachillerato es precisamente la falta de preparación formal para la docencia en un gran número de sus profesores (Barajas, Sierra y Estrada, 2006).</p>		

➤ Encuesta de evaluación del curso “Educar con Cerebro”

Este instrumento es una adaptación de la encuesta utilizada para evaluar los cursos en línea que ofrece la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM a través de la plataforma CUVED. Está dividido en 4 secciones (Ver Anexo 2):

a) *Datos sociodemográficos*: 9 preguntas de opción múltiple y 2 abiertas que permiten recabar información sobre el sexo de los participantes, zona geográfica, grado de estudios, área de conocimiento, entre otras.

b) *Evaluación del curso*: Este apartado está dividido en 12 áreas o indicadores, los cuales contienen preguntas de tipo Likert con respecto a:

1. Los aprendizajes esperados (4)
2. El contenido (12)
3. Las actividades (12)
4. La evaluación que se propone en el curso (7)
5. La estructura y organización del curso (3)
6. La plataforma (4)
7. La navegación (3)
8. El diseño gráfico de la plataforma (5)
9. El sitio del curso (6)
10. El servicio de administración (3)
11. Otros aspectos del curso (14)
12. Experiencia (5)

c) *Comentarios y sugerencias*

d) *Calificación general del curso*

9. Procedimiento

El proceso general para llegar a la construcción de la propuesta de capacitación transcurrió por una serie de etapas y fases que se detallan a continuación:

Etapa I. Planeación del proyecto

Fase 1. Planeación del proyecto:

Inicialmente, se hizo una revisión cuidadosa de literatura especializada sobre el tema de Neurociencias aplicadas a la Educación. Adicionalmente, se acudió a asesorías individuales con la tutora principal del proyecto para dar dirección al mismo, así como a las reuniones convocadas por el Comité Tutor y al Seminario de

Tesis para la presentación de avances. Cabe destacar que el acompañamiento de tutoría estuvo presente a lo largo de todo el proceso.

Etapa II. Evaluación Diagnóstica

Fase 2. Diseño del Cuestionario de Evaluación Diagnóstica:

Este instrumento se construyó con base en la literatura, para ello, se redactaron y eligieron las preguntas que conformarían el primer borrador de la encuesta. Una vez revisadas, se sometieron a validación por parte de un experto en la materia, así como a una revisión adicional por parte de un grupo de profesionales de la educación que conformaron el Seminario de Tesis, lo cual permitió el refinamiento de las preguntas.

Fase 3. Aplicación del Cuestionario de Evaluación Diagnóstica:

Con el objetivo de captar a la población deseada, se procedió a realizar un muestreo por conveniencia tomando una lista de contactos de correo electrónico de estudiantes de la *MADEMS*, de los cuales algunos son profesores en activo en diferentes instituciones de bachillerato, haciéndoles llegar la encuesta vía electrónica. Aunado a ello, se hizo una publicación y difusión de esta a través de páginas de Facebook dedicadas a la Educación y afines. En la encuesta, se hizo explícito el objetivo de la investigación, así como el trato confidencial de los datos e información personal proporcionados. Los participantes debían responder a cada una de las 27 preguntas, seleccionando las opciones “Sí” o “No” según su criterio.

Fase 4. Análisis del Cuestionario de Evaluación Diagnóstica

Una vez generado el resumen de respuestas automático, se bajó la base de datos para su análisis estadístico en Excel, el cual consistió en un análisis de frecuencias y descripción de los resultados.

Fase 5. Planeación y diseño del curso “Educar con Cerebro”

Una vez hecha la revisión de literatura especializada, así como la evaluación y detección de necesidades de aprendizaje, se procedió a estructurar el plan y programa del curso, organizando la secuencia de contenidos y actividades, seleccionando los materiales de estudio y demás recursos acordes con las temáticas, así como los criterios y formas de evaluación para cada uno de los módulos. De forma paralela, también se construyó un sitio web educativo como

recurso de apoyo y consulta. Cabe decir que todo esto se desarrolló tomando como base los principios y estrategias neuroeducativas que constituyen el eje de toda la propuesta.

Etapa III. Evaluación final del curso “Educar con Cerebro”

Fase 6. Conformación del Comité Evaluador

Con la finalidad de evaluar la pertinencia del curso para su aplicación a posteriori, se invitó de manera formal y a través de varios medios electrónicos a diferentes profesionales de la UNAM a participar como evaluadores del curso, conformando así un grupo de 13 expertos (docentes, pedagogos y psicólogos generales y del área de neurociencias).

Fase 7. Revisión del aula virtual

Con el objetivo de hacer una valoración general de la secuencia didáctica, contenidos, materiales y actividades propuestas, cada uno de los participantes se registró en la plataforma de Edmodo para posteriormente, darse de alta en el aula virtual e ingresar a cada uno de los módulos del curso, lo cuales se habilitaron de manera semanal de acuerdo con el cronograma previamente establecido. Si bien los contenidos y las actividades estuvieron abiertos hasta el final, la recomendación fue que realizaran la revisión de acuerdo con las fechas acordadas para llevar un ritmo continuo de trabajo.

Fase 8. Aplicación del cuestionario de evaluación del curso

Posterior a la revisión de la plataforma y curso en general, los evaluadores contestaron dicho cuestionario, el cual brindara información sobre los aciertos y áreas de mejora en los diferentes rubros considerados en el curso.

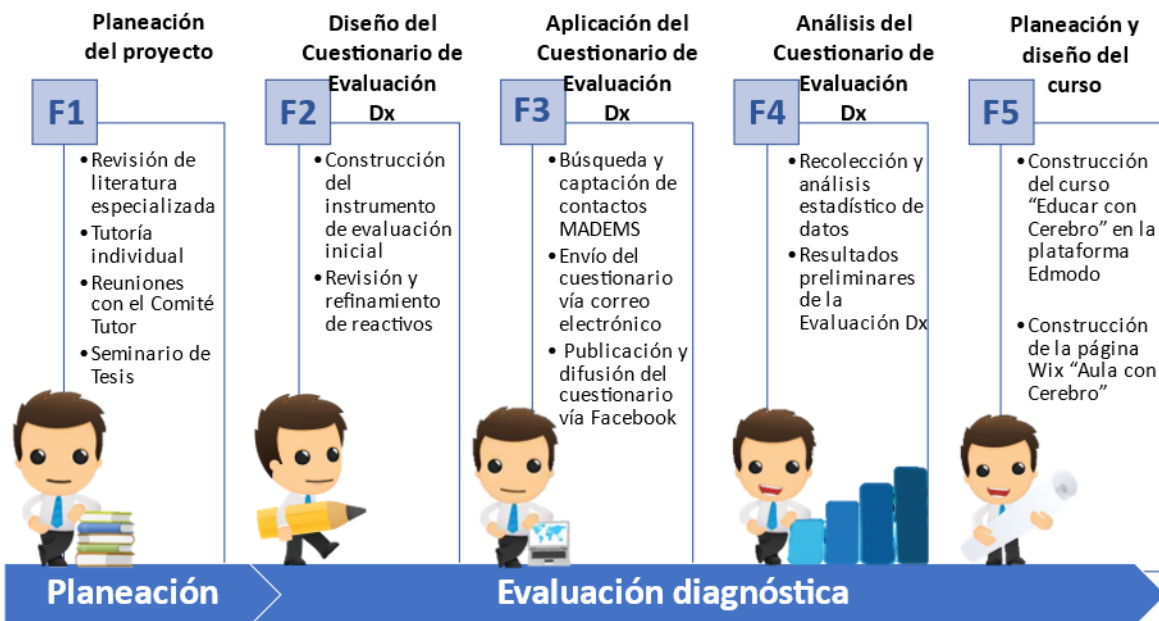
Fase 9. Recolección y análisis de datos de la evaluación del curso

Una vez obtenidos los resultados de dicha evaluación, se procedió a su análisis estadístico en Excel, el cual consistió en un análisis de frecuencias y descripción de los resultados.

Etapa IV. Presentación de los resultados

Fase 10. Finalmente, se revisaron los resultados obtenidos tanto de la evaluación diagnóstica como de la evaluación del curso por parte del grupo de expertos, con el objetivo de considerarlos para su futura aplicación al hacer los ajustes necesarios, corregir errores y, por tanto, ofrecer una mejor experiencia de aprendizaje que sirva a la capacitación de docentes de nivel medio superior.

Esquema general de investigación



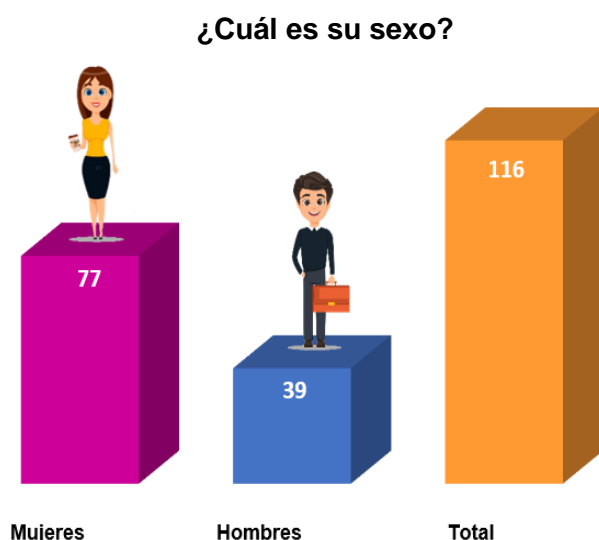
Capítulo III

Resultados de la Evaluación Diagnóstica

Para el análisis de los datos obtenidos, se realizó una descripción estadística sobre las respuestas de los participantes al “Cuestionario para docentes de Educación Media Superior: Neurociencias aplicadas a la Educación”, tal como se presenta a continuación:

a) Datos Sociodemográficos

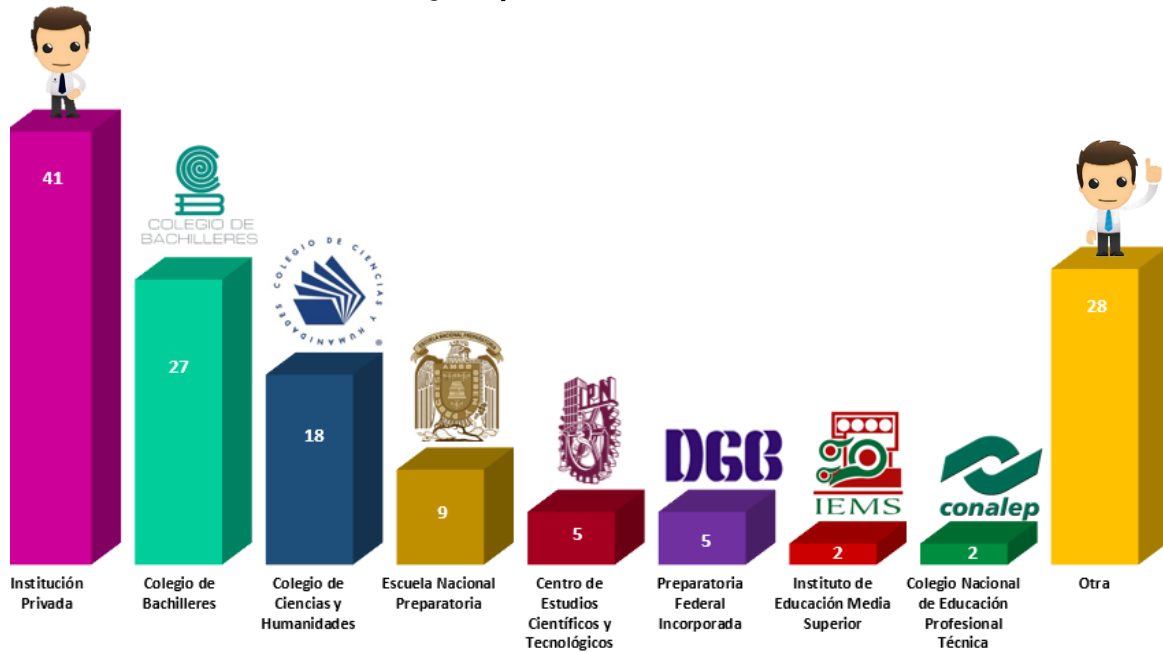
El número total de participantes fue de 116 docentes encuestados, observándose una mayor presencia de mujeres (77), en comparación con el sexo opuesto (39), con una edad comprendida entre los 24 y 63 años. En cuanto a su experiencia docente, el promedio fue de 9 años:



Gráfica 1. Distribución por sexo

Como puede observarse en la siguiente gráfica, en su mayoría participaron instituciones privadas, así como un total de 7 instituciones públicas, de las cuales cabe destacar al *Colegio de Bachilleres*. También es interesante hacer notar la participación de instituciones autónomas como la *UNAM* y el *IPN*, así como *escuelas reconocidas por la SEP*, lo que muestra que hay una buena representación de la diversidad de profesores de EMS de la Ciudad de México. Cabe señalar que algunos de los docentes, trabajan en una o más Instituciones:

¿En qué institución labora?



Gráfica 2. Institución laboral

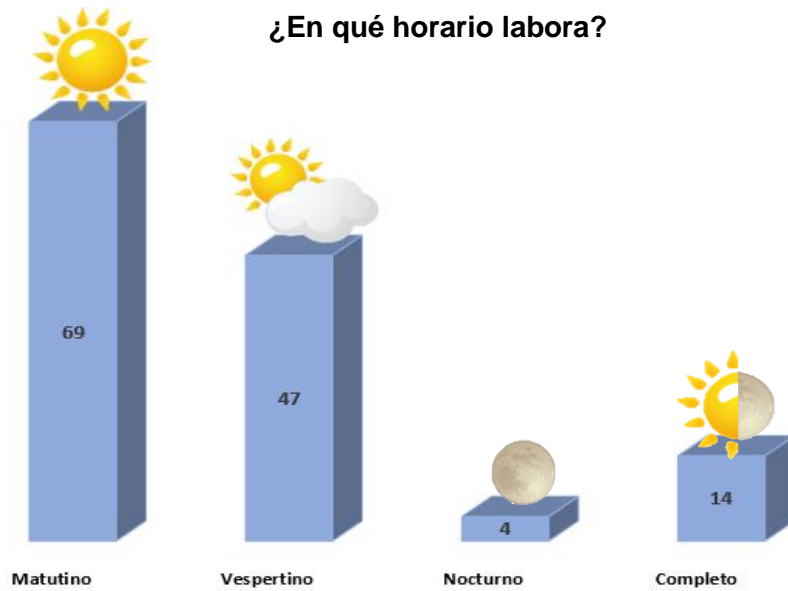
Con respecto a las materias que imparten los docentes, las respuestas fueron muy variadas. Sin embargo, es notable dar cuenta que las llamadas “áreas duras” como las *Matemáticas* y “áreas blandas” como la *Psicología* u *Orientación*, son las tres asignaturas que encabezan la lista. Mientras que, *Teatro*, *Artes Plásticas* y *Educación Física* se hicieron menos presentes. Además, se obtuvieron 47 respuestas de profesores que imparten materias que no son las más comunes, ya que las marcan como otra área.

¿Qué materias imparte?



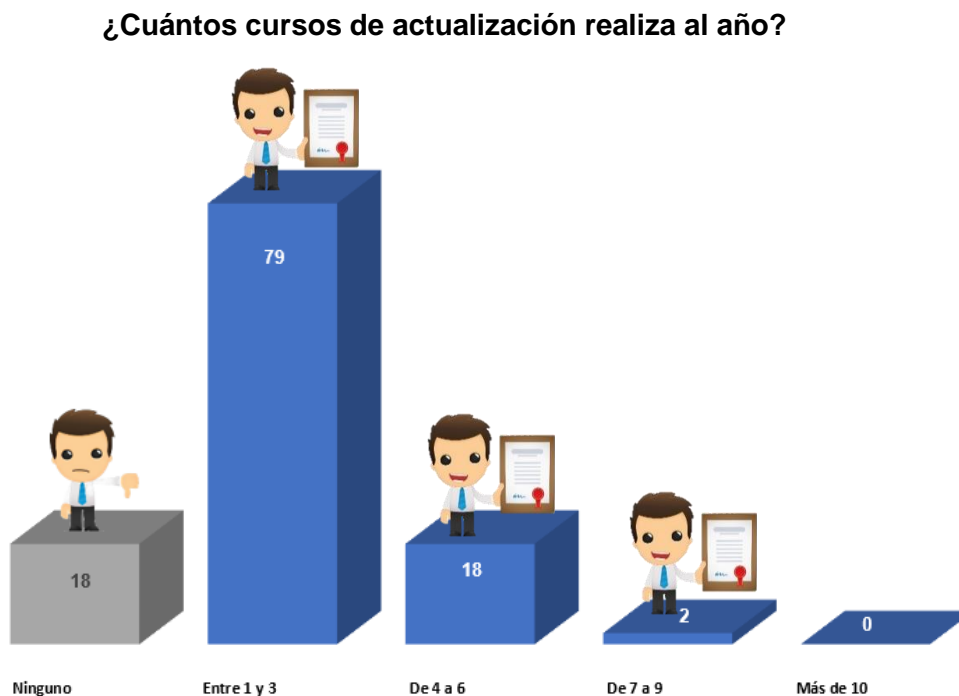
Gráfica 3. Materias impartidas

En relación con el horario de clases en el que trabajan los docentes, la mayoría de ellos refirió laborar en el turno matutino y solo unos cuantos imparte clases por la noche:



Gráfica 4. Horario laboral

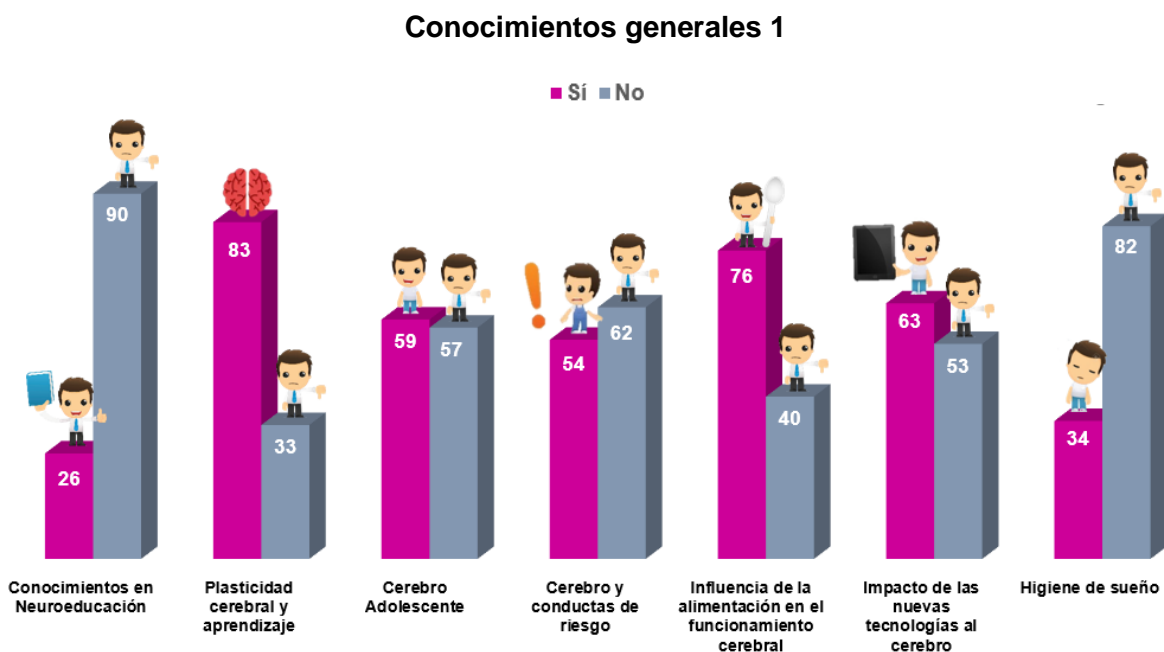
Al preguntar a los docentes; *¿Cuántos cursos de actualización realiza al año?*, Se puede observar que, en su mayoría realizan anualmente entre *uno y tres cursos*, también es notable encontrar un número considerable de profesores que *no toma ningún curso* y solo dos que *se capacitan de manera relativamente constante*:



Gráfica 5. Capacitación docente

b) Conocimientos generales en neurociencias y educación

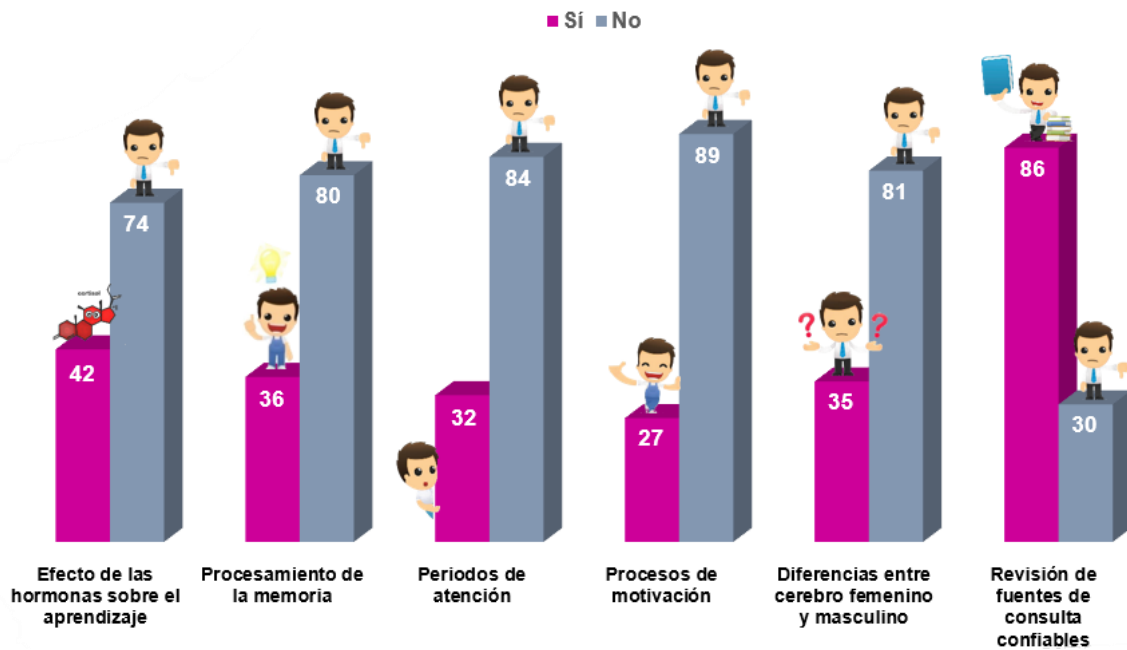
En cuanto al segundo apartado del *Cuestionario sobre conocimientos de neurociencias aplicadas a la educación*, a continuación, se presentan los resultados obtenidos de las catorce preguntas que se realizaron, mismos que se resumen de manera gráfica en 2 partes:



Gráfica 6. Conocimientos generales 1

De los 116 participantes, un alto número de docentes refiere *no contar con conocimientos en neurociencias* (90) e *higiene del sueño* (82) que lleven a mejorar el aprendizaje de los estudiantes. De igual forma, 62 profesores *desconocen qué procesos cerebrales ocurren durante la adolescencia* que pueden contribuir a que los jóvenes experimenten ciertas conductas de riesgo. Por otro lado, están quienes se destacan del resto, porque han escuchado hablar sobre plasticidad cerebral y su impacto en los procesos de enseñanza aprendizaje, conocen cuáles son las características del cerebro adolescente, la influencia de una alimentación saludable para que el cerebro responda adecuadamente, así como el impacto que tienen las nuevas tecnologías sobre los procesos cerebrales, por ejemplo, dañando el proceso de sueño o bien mejorando habilidades cognitivas y motoras.

Conocimientos generales 2



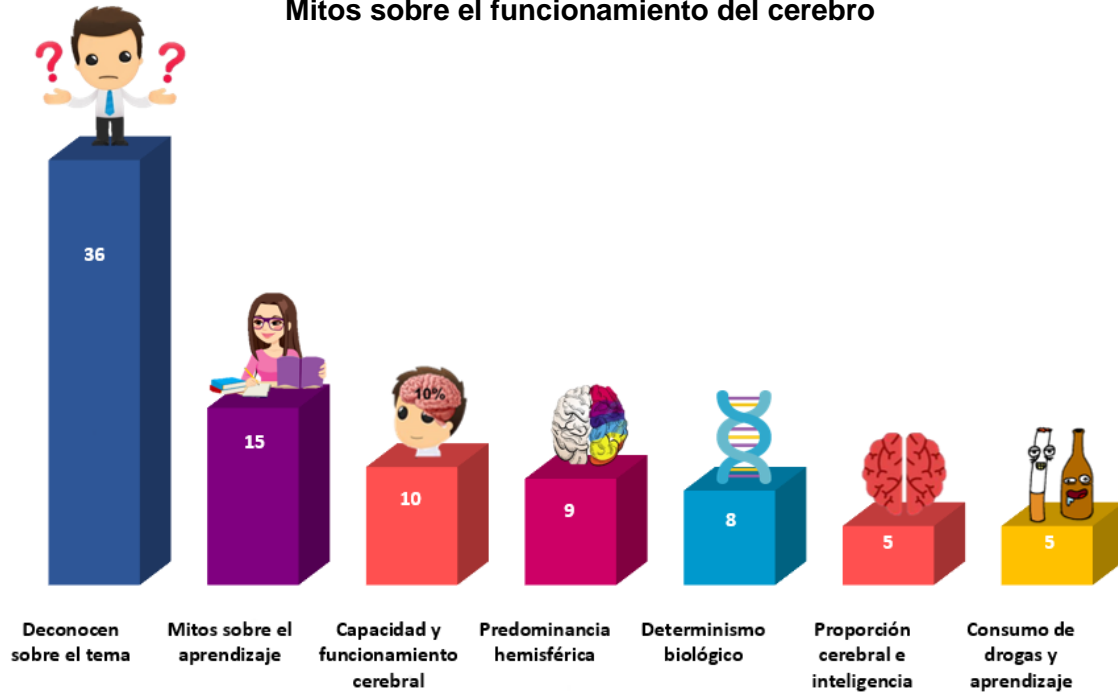
Gráfica 7. Conocimientos generales 2

Siguiendo con la gráfica acerca de los conocimientos generales sobre neurociencias, los docentes indicaron en su mayoría que -no- cuentan con conocimientos sobre: el efecto de las hormonas sobre el aprendizaje, así como procesos de memoria, atención, motivación y diferencias en los cerebros de hombres y mujeres. A pesar de este desconocimiento general, es curioso observar en esta primera evaluación diagnóstica, que la mayoría de los participantes (86), consideran que los pocos o muchos conocimientos que poseen con respecto al tema, provienen de fuentes confiables. Al respecto, habría que indagar más sobre esta cuestión y ver si realmente utilizan materiales de calidad tal como lo señalan.

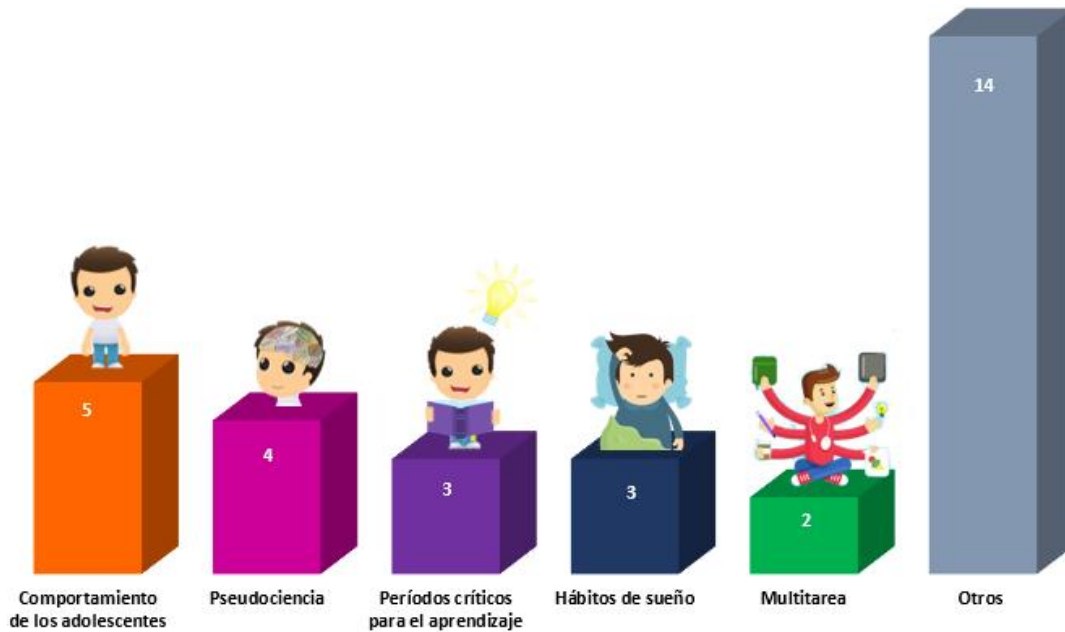
c) Conocimiento general sobre el funcionamiento del cerebro y el comportamiento

En relación con la pregunta 14. *¿Podría escribirnos un conocimiento que usted considere es un mito sobre el funcionamiento del cerebro y el comportamiento humano?*, los docentes respondieron en torno a diversos temas que se detallan a continuación:

Mitos sobre el funcionamiento del cerebro



Gráfica 8. Neuromitos 1




Gráfica 9. Neuromitos 2

Como puede observarse en las gráficas anteriores, la mayoría de los profesores desconoce sobre el tema de neuromitos, lo que aumenta el riesgo de realizar y fomentar actividades sin ningún beneficio real para el aprendizaje. También es claro que hay quienes sí conocen ideas erróneas sobre el funcionamiento del cerebro y su relación con

el aprendizaje. Las respuestas se agruparon en una sola categoría de acuerdo con el mito al que hicieron referencia. Algunas de ellas eran similares a las respuestas de otros profesores, por lo que para no ser repetitivos se decidió colocar sólo una de ellas, por ejemplo, 10 docentes mencionaron el mito relacionado con la **capacidad y funcionamiento cerebral**, al referir que “usamos solo el 10% del cerebro” o “sólo utilizamos un mínimo porcentaje del potencial cerebral”. A continuación, se muestra el resto de las respuestas, de acuerdo con cada mito al que hicieron referencia:


La mayoría de los docentes señalaron diversos mitos sobre el aprendizaje:



“Los niños aprenden como esponjas”	“Cuando te estresas trabajas mejor bajo presión”	“La letra con sangre entra”	“Las emociones no afectan el aprendizaje”	“Al madrugar puedes aprender más”.
“Existe una diferencia entre los hombres y mujeres en el aprendizaje relacionado con algunas asignaturas”	“La categorización del cerebro en visual, auditivo, etc.”	“Hacer algo 21 días se convierte en hábito”	“Las matemáticas son difíciles de aprender”	
“Aprender o conocer rápidamente las respuestas a las preguntas por internet te hace más inteligente”	“La inteligencia puede medirse mediante pruebas estandarizadas”	“La repetición constante de algún proceso lleva a su comprensión”	“Pensar que las personas no funcionan en cierto conocimiento y por tanto no tienen motivos para continuar” o “no se les da la habilidad numérica”	

Mitos sobre el aprendizaje

Otro grupo de profesores hizo alusión a la **predominancia hemisférica** para explicar el comportamiento general así como las diferencias entre capacidades e intereses:



“Algunas personas son mejores con un hemisferio del cerebro que con el otro”	“Existen “habilidades diferenciadas en los hemisferios cerebrales”	“Solo trabaja un hemisferio a la vez”
“Las mujeres tenemos un cerebro más complicado”	“Dependiendo de con qué mano escribas se determinan tus intereses académicos”	“Los hombres tienen predominancia cerebral izquierda, por tanto, son más racionales...las mujeres tienen predominancia cerebral derecha, por tanto, son más emocionales”

Mitos sobre predominancia hemisférica



8 educadores señalaron el mito del **determinismo biológico**:

"Todas nuestras capacidades cognitivas son de herencia genética"

"Se nace siendo malo o muy inteligente"

"Existen personas más inteligentes y menos inteligentes"

"Si el comportamiento de un humano es tonto nunca se podrá cambiar."

"El cerebro no es afectado por el contexto sociocultural de las personas"

"El cerebro no se regenera" y "los tiempos de la plasticidad cerebral se limitan solo a la infancia"

"La agresividad natural masculina"

Los hombres son más inteligentes que las mujeres

Mitos sobre el determinismo biológico



Los docentes que mencionaron la relación entre la **proporción cerebral y la inteligencia**, evidenciaron respuestas como:

"El tamaño del cerebro y la edad de la persona determinan la inteligencia y el aprendizaje"

"Si una persona tiene cabeza chica, tiene un cerebro muy deficiente y retiene muy poca información"

"Entre más estudios, mayor masa cerebral generarás"

"Las personas inteligentes son las que tienen un cerebro de mayor tamaño"

Mitos sobre proporción cerebral e inteligencia



Un grupo de cinco docentes mencionó aspectos del **consumo de drogas relacionados con el aprendizaje**.

De igual forma, cinco docentes, refirió algunas ideas erróneas que se tienen sobre el **comportamiento de los adolescentes...**

"Fumar marihuana hace que aprenda mejor y que ponga atención"

"Determinadas drogas habilitan o mejoran la creatividad"

"Los adolescentes son guiados en sus conductas por las hormonas"

"La influencia de las hormonas es predominantes sobre la conducta sexual"

"El consumo de drogas no afecta la función cerebral"

"El consumo de alcohol disminuye el estrés"

"Primero actúa y después piensa"

"Lo que hacen es por reacción, no por razón"

"Se tiene que depender del uso de sustancias como la marihuana para focalizar la atención"

"Es necesario que un adolescente se drogue para saber si hacerlo o no"



Mitos sobre consumo de drogas y aprendizaje

Mitos sobre comportamiento adolescente



Finalmente, en la categoría de **"Otros"**, se incluyeron 14 respuestas concretas y breves en las que no se dio mayor explicación o fueron poco claras, lo que dificultó su análisis, algunos ejemplos incluyen; *"somatizar el pensamiento"*, *"sexo"*, *"la memoria de corto y largo plazo"*, *"atención dispersa"*; *"la poda neuronal"*, *"más de 100,000 millones de neuronas"*, *"la motivación"*, *"no todo es verdad"*, *"los ritmos de aprendizaje"*, *"las neuronas se inflaman, por eso duele la cabeza"*, *"¿Es posible que los conocimientos o soluciones se proyecten en el sueño?"*. Algunas de estas concepciones parciales parecen no ser del todo erróneas, pero habría que investigar más al respecto.

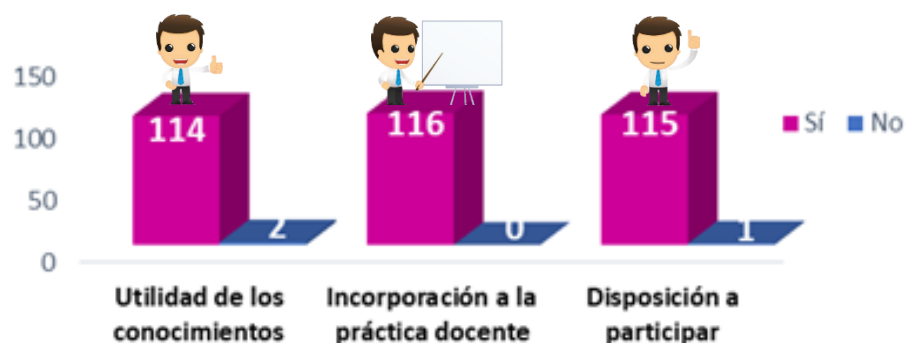
d) Comentarios y opiniones

En este apartado se preguntó a los profesores si tenían algún comentario u opinión sobre temas de interés, expectativas o propuestas para la creación del curso de capacitación:

Temas de interés	Expectativas	Propuestas
<ul style="list-style-type: none">• Desarrollo cerebral del adolescente• Funciones cognitivas• Neuroquímica del aprendizaje• Inteligencia emocional• Manejo de las emociones en el aula• Funcionamiento del cerebro en personas con TDAH, autismo y discapacidad• Problemas de atención y de aprendizaje• Ritmos biológicos y aprendizaje• Motivación en el aula• Uso de las redes sociales dentro del aula• Cerebro y aprendizaje de idiomas• Neurociencias y educación física• Evaluación• Otros	<ul style="list-style-type: none">• Conocer y capacitarse en el tema• Aprovechar los avances de las neurociencias para comprender y mejorar el aprendizaje• Vincular los procesos neurológicos con la adolescencia y el aprendizaje• Adquirir conocimientos teóricos y prácticos que sean aplicables a su contexto, y apoyen su labor docente• Realizar ejercicios prácticos y dinámicos para mejorar el interés de los estudiantes por la materia• Tener mayores estrategias didácticas• Participación de profesionales con amplia experiencia en el área	<ul style="list-style-type: none">• Revisar lecturas de apoyo antes y durante el curso• Considerar un horario flexible• Contar con el apoyo de sus centros de trabajo para permisos, impartición e infraestructura para tomar el curso• Impartirse en una modalidad en línea 

e) *Interés sobre las neurociencias aplicadas a la educación*

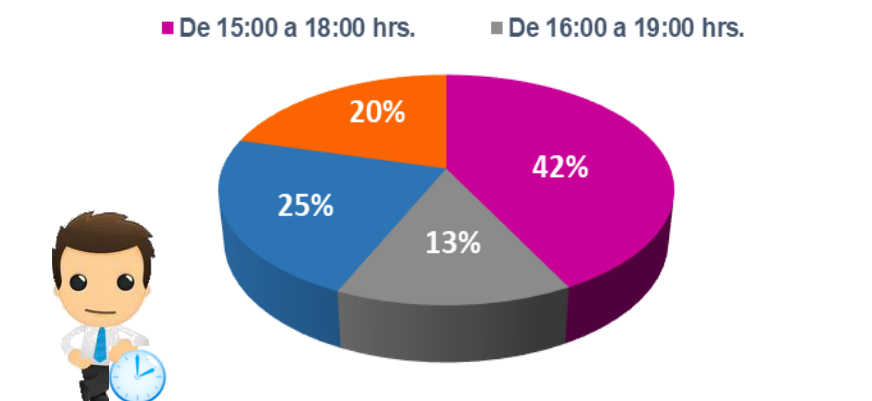
Finalmente, en relación con la utilidad, interés y disposición para participar en un curso de este tipo, los docentes respondieron de la siguiente manera:



Gráfica 10. Interés sobre el curso de Neuroeducación

La mayor parte de los profesores (114) considera que adquirir conocimientos sobre el cerebro adolescente puede ser de utilidad para su labor docente, a todos (116) les gustaría incorporar a su práctica docente los conocimientos que las neurociencias están aportando para optimizar el aprendizaje de sus estudiantes y están dispuestos a participar en un curso de capacitación docente sobre el tema.

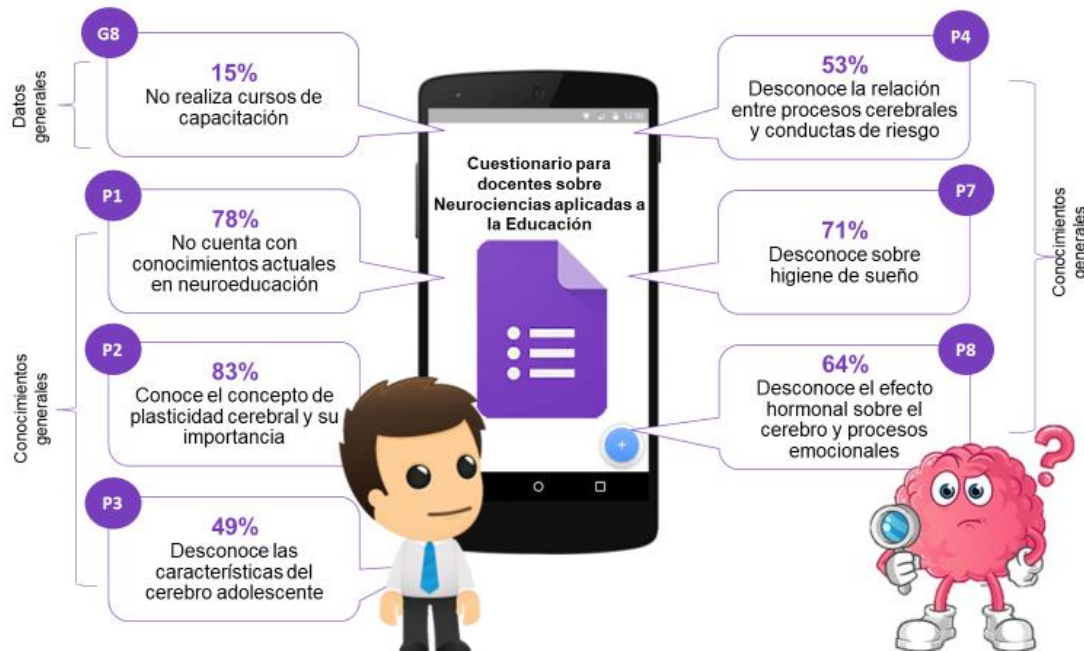
Finalmente, se les comentó que, si tuvieran la oportunidad de elegir un horario presencial del curso, *¿Cuál preferirían?* El 42% (48) eligió el horario de 15:00 a 18:00 hrs., seguido del 25% (29) que prefirió realizarlo de 17:00 a 20:00 hrs., el 13% (15) optó por cursarlo de 16:00 a 19:00 hrs. y el resto, 20% (24) mencionó otros horarios, de los cuales, 5 solicitaron que el curso se impartiera totalmente en línea:



Gráfica 11. Elección de horario del curso

1. Análisis de la Evaluación Diagnóstica

En esta sección se muestra un análisis cualitativo de los datos más significativos que se obtuvieron derivados de las respuestas al *Cuestionario sobre conocimientos de neurociencias aplicadas a la educación*:



a) Datos generales

- **G8:** A pesar de que la capacitación permanente es fundamental para lograr una educación de calidad, hay un porcentaje importante de profesores que *no realiza cursos de actualización a lo largo del año*.

b) Conocimientos generales

- **P1:** Se refleja un *desconocimiento general sobre las bases y mecanismos a nivel cerebral implicados en el aprendizaje* y su consecuente optimización, cuando estos pueden ayudar a tomar mejores decisiones si se basan en evidencia empírica.
- **P2:** A pesar de que un alto porcentaje manifiesta *conocer el concepto de plasticidad cerebral, habría que indagar más* sobre la concepción que tienen de ella, ya que, de acuerdo con Román (2013), suelen verlo como sinónimo de sustitución o compensación, cuando sus implicaciones van más allá, ya que supone la mejora de cualquier alumno, así como un aprendizaje a lo largo de la vida.

- **P3:** Casi el 50% de los docentes manifiesta no tener conocimiento sobre las características del cerebro adolescente, cuando es esencial no solo para entender el comportamiento de los jóvenes, sino para diseñar actividades acordes con sus características.
- **P4:** Un 53% mencionó desconocer los procesos cerebrales que ocurren durante la adolescencia que pueden llevar a los jóvenes a experimentar ciertas conductas de riesgo, cuando su entendimiento ayuda no solo a los docentes sino a los padres y madres a prevenirlas, y a los propios jóvenes a gestionar su comportamiento.
- **P7:** El 71% tampoco tiene conocimientos sobre higiene de sueño, cuando resulta esencial considerarlo no solo por su relación con la salud, sino por el impacto que genera en los procesos de atención, memoria, creatividad, y aprendizaje en general.
- **P8:** El 64% desconoce el efecto de las hormonas sobre el cerebro y los procesos emocionales. Lo que podría relacionarse con la idea estigmatizada sobre el comportamiento del adolescente como producto de un descontrol hormonal o patología, cuando se debe más bien a una reorganización cerebral.



- **P12:** El 70% desconoce las diferencias en funcionamiento y estructura del cerebro femenino y masculino, cuando este podría ayudarles a entender el neuromito que existe sobre las diferencias cognitivas entre hombres y mujeres, el cual influye en

las concepciones, expectativas y trato diferenciado de las y los estudiantes dentro del aula.

- **P14:** El 30% desconoce mitos sobre el funcionamiento del cerebro y comportamiento humano, a pesar de que la conciencia e información general sobre estos les ayudaría a desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico al evaluar sus creencias e intuiciones erróneas dentro de la práctica educativa para mejorarla.

c) Interés sobre Neurociencias aplicadas a la Educación

- **INE1, INE2 e INE3:** Gran parte de los encuestados ven la *utilidad de las neurociencias dentro del contexto educativo*, por lo que están *interesados y dispuestos a aprender más sobre el cerebro y su influencia en el aprendizaje*, lo que, a su vez, resulta un área de oportunidad para capacitarse en el tema y que puedan guiar su enseñanza con base en evidencia sólida.

Finalmente, derivado de toda la información obtenida es que se procedió a la construcción de la propuesta de capacitación docente, la cual se muestra en el siguiente capítulo.

Capítulo IV

Propuesta de Capacitación Docente

1. Presentación del curso “Educar con Cerebro”

Esta capacitación a distancia está dirigida a docentes de bachillerato que no se conforman con una educación tradicional, que buscan una profesionalización continua que los lleve necesariamente a generar procesos de cambio que se vean reflejados en su práctica. Para ello, se propone un curso con las siguientes características:



- **Participantes:** Con la finalidad de llevar un adecuado control y seguimiento de cada uno de los participantes, así como ofrecer una asesoría acorde con las necesidades individuales y del grupo, se pretende dar acceso a un máximo de 20 personas.
- **Inscripción:** Se tiene previsto enviar una invitación por correo electrónico a cada uno de los participantes que contestaron la evaluación diagnóstica, haciendo la aclaración de que se trata de un curso gratuito y de cupo limitado. Adjunto al mismo, encontrarán el formulario de inscripción. Una vez cubierto el límite de participantes, se procederá a enviar las credenciales de acceso (dirección de la plataforma, usuario y contraseña).

- Modalidad: El curso está diseñado para impartirse a distancia con sesiones sincrónicas programadas al final de cada módulo. Es decir, los participantes, pueden revisar los contenidos desde casa o cualquier otro lugar donde se encuentren y conectarse a las sesiones sincrónicas con duración de una hora desde la plataforma, según el cronograma previamente establecido. Cabe mencionar que, la plataforma es lo suficientemente flexible y amigable como para gestionar una modalidad dual o híbrida, siempre y cuando las condiciones lo permitan.
- Forma de trabajo: Se trata de un curso en línea autogestivo, es decir, que cada participante, es responsable de su aprendizaje, revisa el contenido y materiales de apoyo de cada uno de los módulos y realiza las actividades propuestas de acuerdo a su propio ritmo, sin un tiempo definido y de manera autónoma. Al final de cada módulo, se reúne de manera grupal a la sesión sincrónica para trabajar los contenidos previamente revisados, aclarar dudas y/o compartir sus experiencias. El rol del facilitador únicamente es apoyar, orientar y promover el proceso de aprendizaje individual y colectivo.
- Duración: El curso consta de diez módulos, cada uno de ellos, podrá realizarse de manera semanal, cubriendo un total de 11 horas a la semana (incluyendo la hora de sesión sincrónica), haciendo un total de 110 horas lectivas.
- Acompañamiento y tutoría: Al inicio, durante y final de cada uno de los módulos, los participantes recibirán notificaciones o mensajes que permitan conocer los avances o inquietudes del grupo. Aunque la plataforma cuenta con la opción de mensajería y los participantes pueden enviar de forma privada sus dudas o comentarios, se tiene previsto crear un grupo de WhatsApp, con la finalidad de tener una comunicación más rápida, fluida y efectiva, así como compartir e intercambiar información de interés para el grupo.
- Evaluación: El alumno deberá aprobar las actividades de aprendizaje que se lleven a cabo durante cada una de las unidades temáticas, las cuales, tendrán un valor de 40%. Las sesiones sincrónicas también serán parte de la evaluación del curso con un valor de 20%. Al final de este, entregará un producto final, el cual consiste en revisar una de sus planeaciones didácticas e incorporar en ella, las estrategias

y/o ajustes necesarios, explicando los procesos y/o beneficios que quiere alcanzar con cada una de las estrategias que proponga. Finalmente, deberá subir su evidencia a la plataforma para ser revisada y retroalimentada, esta actividad tendrá un peso de 40%. Es necesario cumplir con los tres rubros y obtener una calificación aprobatoria para ser acreedor a una constancia de participación.

Actividades propuestas: Con la finalidad de aplicar los principios de la neuroeducación al curso, se diseñaron actividades que fueran significativas para los participantes, por ejemplo:

- ✓ Realizar actividades que promuevan la reflexión docente, donde se invite a cuestionar los métodos y estrategias usados en clase, así como sus implicaciones a nivel cognitivo, emocional, conductual y neuronal, para que de esta forma sean más conscientes de su actuar dentro y fuera del aula.
- ✓ Convertirse en “cazadores de neuromitos” al realizar una búsqueda de información errónea sobre el funcionamiento del cerebro y sus implicaciones para la educación, que lo lleve necesariamente a un análisis crítico y reflexivo de la información que se le presenta.
- ✓ Crear canciones sobre un tema de interés relacionado con el autocuidado de nuestro cerebro, el cual comparte con sus estudiantes como parte de su trabajo como promotor de la salud.
- ✓ Identificar cuál es su cronobiología de sueño y lleva un diario para que lo registren y de ser necesario, lo ajusten con hábitos de higiene de sueño.
- ✓ Realizar pequeños ejercicios donde pongan a prueba toda su creatividad a partir de elementos básicos que los lleven a respuestas divergentes.
- ✓ Revisar información sobre neurobiología del estrés y realizar ejercicios breves y sencillos de relajación.
- ✓ Realizar un ejercicio de retroalimentación adecuado con sus alumnos que sea cerebralmente compatible.

La idea es que los docentes trabajen en su propio cuidado, ajusten y revisen su sueño, su actividad física, su estado de ánimo, y que esto le sirva para trabajar actividades similares con sus estudiantes.

2. Estructura general y contenido temático del curso



Módulo 1

Educación Media Superior

- Antecedentes contextuales e históricos de la EMS
- Características de la docencia en EMS
- Problemas que enfrentan los docentes en su labor educativa
- Características de un buen docente



Módulo 2

Introducción a la Neuroeducación

- Aproximación a la Neuroeducación
- Principios básicos de la Neuroeducación
- Alcances y limitaciones
- Importancia de considerar a la Neuroeducación en la formación docente
- Importancia de considerar los aportes de las neurociencias a la Educación



Módulo 3

Neuromitos en Educación

- Capacidad cerebral: 10%
- Predominancia hemisférica
- Estilos de aprendizaje
- Inteligencia fija
- Periodos críticos
- Inteligencias múltiples
- Gimnasia cerebral e integración hemisférica
- Multitarea
- Efecto Mozart
- Cerebro femenino vs cerebro masculino
- Hormona vs neurona
- Maduración cerebral completa en la adolescencia



Módulo 4

Anatomía y funcionamiento cerebral

- Cerebro: órgano del aprendizaje
- Hemisferios y lóbulos cerebrales
- Áreas funcionales de la corteza cerebral
- Neurona y células gliales
- Comunicación del Sistema Nervioso Central
- Sistemas cerebrales: instintivo, emocional y racional



Módulo 5

Cerebro adolescente

- Procesos de desarrollo neurocognitivo
- Plasticidad cerebral
- Periodos sensibles
- Hormonas y desarrollo cerebral
- Efectos del consumo de drogas sobre el cerebro y el aprendizaje



Módulo 6

Neurobiología del aprendizaje

- El cerebro que aprende
- Funciones ejecutivas
- Atención
- Memoria
- Motivación y emoción
- Circuito de recompensa
- Sueño y aprendizaje



Módulo 7

Ambiente físico y emocional en el aula

- Influencia del entorno físico sobre el aprendizaje
- Estrategias cerebro-compatibles para la educación presencial y a distancia
- Creatividad y aprendizaje
- Cerebro social y trabajo colaborativo
- Importancia del juego en el aula



Módulo 8

Estrés y aprendizaje

- Eustrés vs Distrés
- Generadores de estrés en el adolescente
- Sistema neurobiológico del estrés
- Consecuencias del estrés
- Estrategias mediadoras para liberar el estrés
- Importancia de la Educación Emocional



Módulo 9

Evaluación del aprendizaje

- El examen tradicional y sus desventajas
- El error como parte del proceso de aprendizaje
- Evaluación centrada en el proceso de aprendizaje
- Mentalidad de crecimiento
- Retroalimentación efectiva



Módulo 10

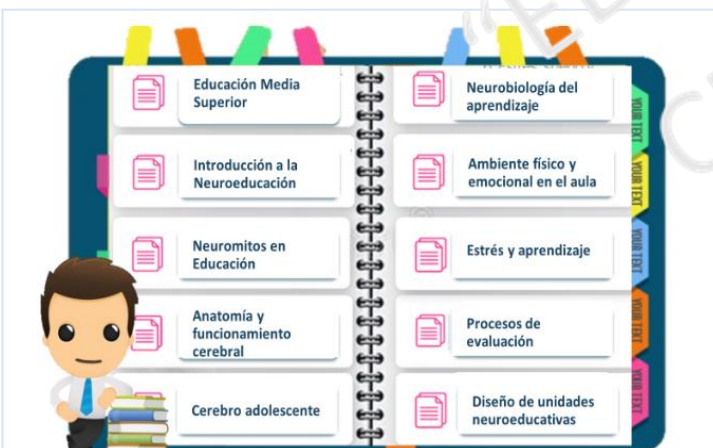
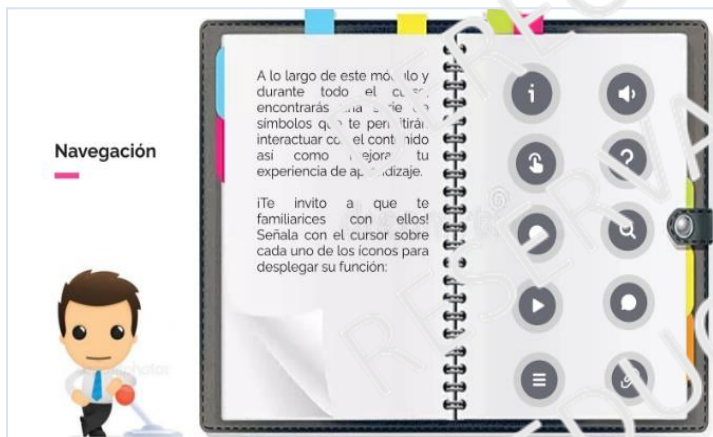
Diseño de unidades neuroeducativas

- Círculo del aprendizaje:
- Fase 1. Activación
- Fase 2. Construcción
- Fase 3. Consolidación
- Fase 4. Evaluación
- Sesión ideal desde la Neuroeducación
- Consideraciones para planear una clase

3. Módulos del curso

En esta sección se muestra de forma gráfica, parte de los diez módulos que conforman el curso “Educar con Cerebro”. Los participantes pueden navegar por el contenido de todas y cada una de las presentaciones de forma interactiva a través de ventanas desplegables que contienen información sobre el tema, pueden activar elementos de audio y video que permitan una mejor experiencia, realizar tareas y/o actividades lúdicas de refuerzo, encontrar pausas activas o recreos mentales que les ayuden a oxigenar su cerebro y retomar la(s) actividad(es) propuesta(s), acceder a foros de discusión para compartir sus ideas e intercambiar puntos de vista con sus compañeros, así como tener acceso a la bibliografía y otros recursos de interés.

Presentación del Curso



Módulo 1 Educación Media Superior



La Enseñanza en Educación Media Superior Panorama General

Bachillerato o Preparatoria

Edad: 15 a 17 años

Enseñanza obligatoria

Ingreso a la educación superior y vida laboral

Modalidades: bachillerato general, bachillerato tecnológicos y profesional técnico

Estrategias de educación a distancia

Objetivos:
- Permanencia
- Conclusión oportuna
- Logro de aprendizajes relevantes para la vida

INCD (2010; Zorrilla, 2011; INEEL (2011 y 2012); Corral, 2016)

Antecedentes contextuales e históricos

Enseñanza del bachillerato: Grecia y Roma	Influencia de la cultura española y francesa	Reforma de la enseñanza superior
Época antigua	Siglo XVI y XVII	1833
Creación de la Escuela Nacional Preparatoria	Nuevo Plan de Estudios de la Escuela Nacional Preparatoria	Modificación del Plan de Estudios de bachillerato y especialización general
1861	1922	1932

Antecedentes contextuales e históricos

Creación del Instituto Politécnico Nacional: Prevocacional y Vocacional	Aprobación de un nuevo Plan de Estudios para el ENP	Fundación del Colegio de Ciencias y Humanidades
1936	1956	1971
Creación del Colegio de Bachilleres	Creación del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica	Aumento en la demanda del Servicio Educativo
1973	1978	Actualidad

Modelo Educativo: Nueva Escuela Mexicana

Problemáticas dentro de la EMS

Política derivada de la Educación Superior

- Escasa planeación
- Desarticulación

Falta integración vertical

- Falta continuidad entre los diferentes niveles educativos
- Cada nivel tiene enfoques distintos

Falta integración horizontal

- Vinculación nula
- Falta de comunicación entre las diferentes modalidades de la EMS

Consecuencias de la libertad de cátedra:

- Fragmentación inconexa de datos, enfoques y métodos.
- Demandas sin sentido
- Exigencias simultáneas

(Gutiérrez, 2009; Zorrilla, 2015)

¡Tiempo para un recreo cerebral!

Instrucciones: En **10 segundos** trata de memorizar la siguiente serie de letras y después continúa tu recorrido...

DNDY QVC C
O L

Deserción Escolar: 2 de cada 10 alumnos abandonarán sus estudios

Eficiencia terminal (Media=68%)

Hombres: 55%
Mujeres: 58%

Tasa de graduación

Hombres: 45%
Mujeres: 68%

Causas multifactoriales

Múltiples consecuencias educativas y sociales

Mayores oportunidades

(Encuesta Nacional sobre Deserción en el Nivel Medio Superior, 2012; Hernández, 2017)

Problemáticas dentro de la Educación Media Superior

Exceso de contenidos

Libros de texto obsoletos o inadecuados

Uso excesivo de métodos expositivos

Enseñar-cumplir horas de clase

Falta formación y actualización docente: imitación del estilo de algún profesor, improvisación o adaptación

Acumulación de datos

Memorización desmedida

Contenidos dispersos

(Barojas, Sierra y Estrada, 2006; Zorrilla, 2015).

Necesidades de la Educación Media Superior



Factores clave en educación



Formación de los profesores de bachillerato



¿Recuerdas las letras que memorizaste en el primer ejercicio?



¡Manos a la obra!



Escuela Tradicional vs Escuela Neuroeducativa

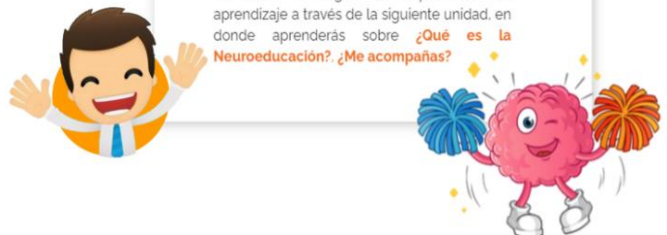


¡Reta a tu cerebro! Autoevaluación



¡Muy bien, haz finalizado el primer módulo!

Te invito a seguir tu experiencia de aprendizaje a través de la siguiente unidad, en donde aprenderás sobre **¿Qué es la Neuroeducación?** ¿Me acompañas?



Módulo 2 Introducción a la Neuroeducación



ACTIVIDAD DIAGNÓSTICA

¿Qué tanto sabes sobre Neuroeducación?

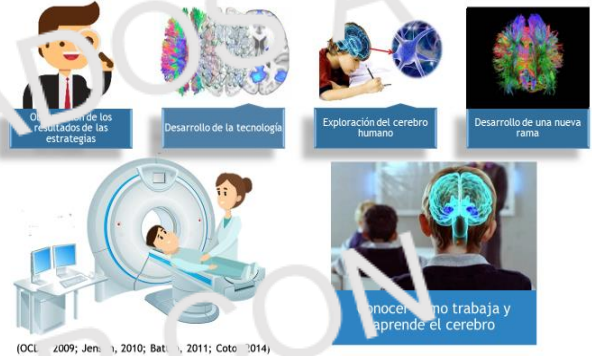
	Verdadero	Falso
1. La Neuroeducación es un nuevo enfoque que pretende resolver los problemas de aprendizaje de los estudiantes y de la educación en general.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. A la Neuroeducación también se le conoce como Neurociencia Educativa o Ciencia de la Mente, Cerebro y Educación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. La Neuroeducación es una disciplina multi e interdisciplinar que integra a la psicología, la pedagogía y las Neurociencias.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. La Neuroeducación es un enfoque innovador que pretende transformar los sistemas educativos porque desafortunadamente los paradigmas anteriores no han funcionado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



El cerebro a lo largo de la historia...



Neurociencias y Educación

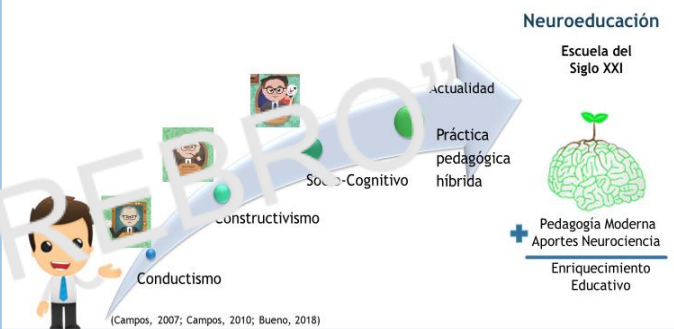


Calidad de la Educación

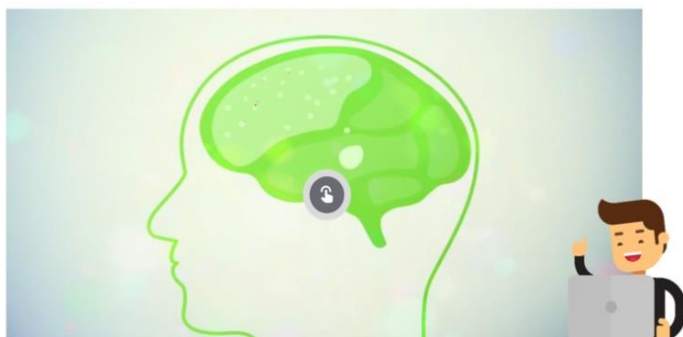
OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Importancia de considerar los aportes de las Neurociencias a la Educación



Neuroeducación: Por otra escuela



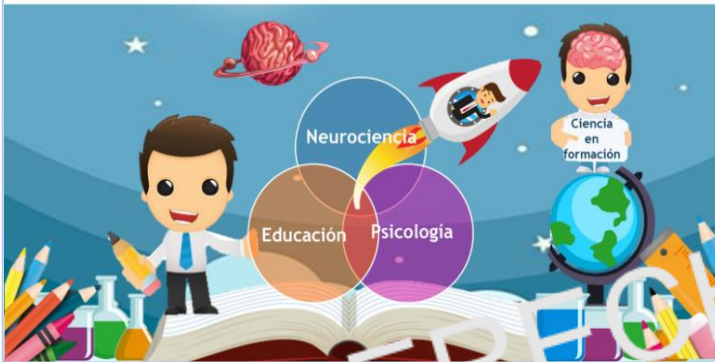
¡Manos a la obra!

Lee el siguiente artículo "Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano" de Anna Lucia Campos y después realiza un mapa mental en donde expliques en qué consiste la Neuroeducación. Cuando lo hayas terminado, guárdalo en formato pdf para que puedas subirlo a la plataforma e integrarlo a tu portafolio de evidencias.

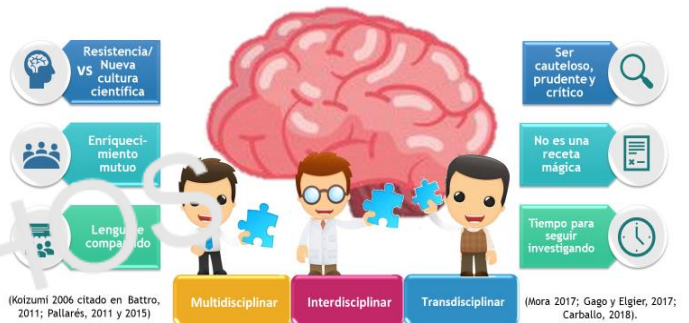


Módulo 2. Introducción a la Neuroeducación

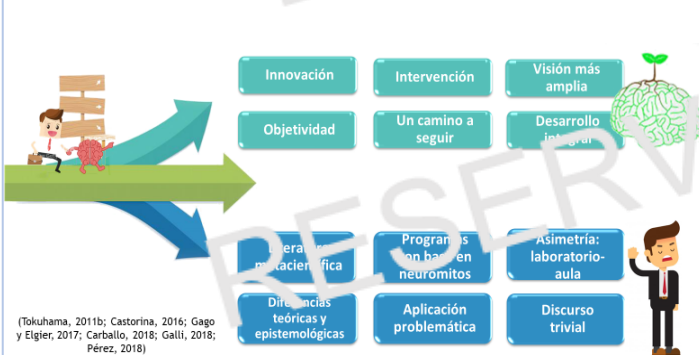
¿Qué es la Neuroeducación?



Neuroeducación: Construyendo puentes entre las neurociencias y la práctica educativa



Aportes y críticas hacia la Neuroeducación



Formar para transformar...



De pseudociencias y otras neurotonterías...



Génesis y persistencia de neuromitos



¡Pon a prueba tus conocimientos! Evaluación del módulo



¡Muy bien, haz finalizado el segundo módulo!



Módulo 3
Neuromitos en Educación

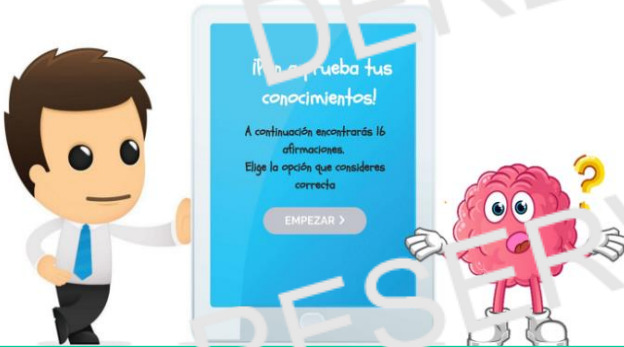


Parte 1



Antes de comenzar con el tema es necesario que sepas que este módulo está dividido en dos partes, en la primera te propongo que realices una **actividad** para conocer qué ideas o concepciones tienes acerca de cómo aprende y funciona el cerebro, y en la segunda, te presentaré algunos de los **mitos** más extendidos en el campo de la **Educación**.

Antes de empezar...



Parte 2



Como te comenté al principio, en esta segunda parte del módulo, te presentaré a algunos de los **mitos más extendidos en el ámbito de la Educación** para que de la mano de las **Neurociencias** podamos derribarlos con la finalidad de que puedas darle un nuevo enfoque y rumbo a tu práctica docente...¿Estás list@?

Mito 1

“Solo usamos el 10% del cerebro”



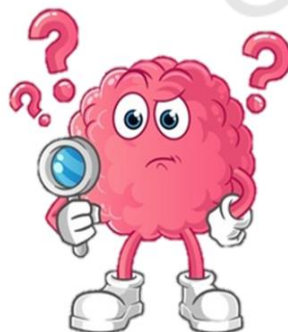
¿Qué porcentaje de nuestro cerebro usamos?

Actualmente se sabe que...

- Usamos todo el cerebro, pero no todo simultáneamente
- Red en modo automático: cuando no hacemos nada, muestra su máxima actividad
- Cada actividad mental requiere la activación de redes neurales y zonas específicas
- Cuando nos distraemos o dormimos sigue muy activo
- Mantiene cierta actividad por todas partes
- Es el órgano más ecológico de nuestro organismo

Mito 2

“Hay que guiar la enseñanza de los estudiantes según su hemisferio cerebral dominante”



Hemisferios Cerebrales

Racional	Intuitivo
Análítico	Creativo
Lógico	Emocional Intuitivo
Lenguaje Lógica Matemáticas	Funciones más holísticas
Pensamiento convergente	Pensamiento divergente

¿Dominancia hemisférica?

Existente una lateralización funcional

No existe evidencia de una predominancia

Talentos o capacidades: función conjunta de ambos hemisferios y su interacción con el ambiente

Tendencias de cada uno hacia un tipo de procesos, pero en todas las actividades intervienen ambos

Funcionan de manera integrada, complementaria y coordinada como un todo

¡Recuerda hacer propuestas de aprendizaje que integren ambos hemisferios y funcionalidades!

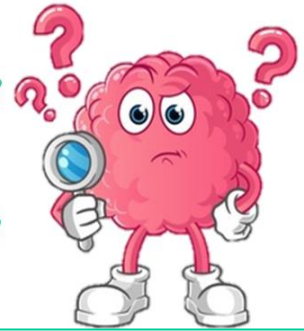
Ambos realizan funciones lógicas y creativas

La lateralización es relativa

Existe una distribución de funciones en ambos hemisferios (simultáneas y complementarias)

(OCDE, 2009; Howard-Jones, 2009; Forés et al., 2015; Hernández, 2014; Mora, 2018)

Mito 3
 “Los alumnos aprenden mejor si se les enseña de acuerdo con su estilo de aprendizaje favorito”



Teoría del Estilo de Aprendizaje

Persona “visual”

- ✓ Ver
- ✓ Observar
- ✓ Grabar
- ✓ Escribir

Aprendiz “auditivo”

- ✓ Prefiere información que se habla y se oye (diálogo y discusión)

Aprendiz “kinestésico”

- ✓ Prefiere manipular físicamente el material

Si no se enseña de acuerdo al estilo preferido = menor rendimiento

¿Qué nos dicen los estudios?

Dificultades en el diagnóstico e instrucción

Inconsistencias y baja confiabilidad en su medición

Encasilla a los estudiantes

No hay validez científica

Existen numerosos estilos y combinaciones

Las preferencias de estudio no son estilos de aprendizaje

Los procesos cognitivos complejos no involucran nunca una única región del cerebro

(Kirschner, 2017)

Implicaciones Educativas

Recuerda reconsiderar las prácticas de instrucción y que estas se basen en investigación sólida

No se aprende de la misma manera en todas las situaciones

Tomar en cuenta las diferencias entre estudiantes

Material en múltiples modalidades sensoriales

Actividades de aprendizaje integradas e integradoras

Aprendizaje multimodal y multisituacional

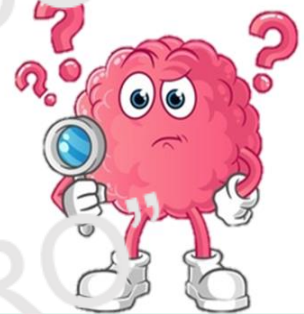
Evaluar objetivamente habilidades cognitivas: atención, memoria, lenguaje...

Mayor interés y mejor recuerdo

Actividades transversales y contextualizadas para que activen e impliquen al máximo número de redes y zonas posibles

(Krätzig & Arbutnot, 2006; Howard-Jones, 2010; Kirschner, 2017; Bueno, 2018)

Mito 4
 “La inteligencia es heredada y no podemos hacer nada para modificarla”



¿Las capacidades cognitivas dependen de nuestros genes?

El Cociente Intelectual es maleable

Creemos que el resultado de CI nos define para toda la vida

La capacidad mental es genética pero puede trabajarse a través de la Educación

Puede: -Mantenerse -Aumentar -Disminuir

Genética + Experiencias previas + lo que haces con tu potencial = éxito como estudiante

Éxito

Repetición y práctica = cambios permanentes

Las creencias sobre nuestro aprendizaje tienen un impacto sustancial en nuestro progreso

Creencias

45% Hereditarios

55% Educación y ambiente

Inteligencia No se mide en cantidad de neuronas sino en cantidad de redes formadas (mayor plasticidad y reserva cognitiva)

La plasticidad cerebral posibilita la mejora de cualquier alumno

Permite desarrollar una mentalidad de crecimiento

Mentalidad fija vs Mentalidad de Crecimiento

Mentalidad fija: huyen del error, prácticamente no muestran actividad eléctrica ante los nuevos retos

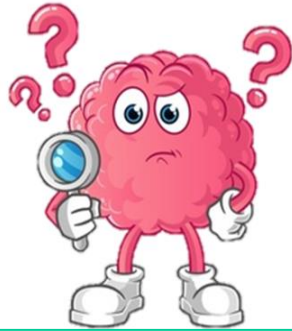
Mentalidad de crecimiento: perseveran, analizan el error y buscan formas de mejorarlo

Implicaciones Educativas

- Educación personalizada
- Maximizar el potencial de los estudiantes
- Considerar que siempre es posible la mejora en los alumnos, sobre todo en aquellos que creen o se sienten incapaces
- Las expectativas del maestro tienen impacto en el rendimiento de los estudiantes

(Moser, et. al, 2011; Tokuhama, 2013 Bueno, 2018)

Mito 5
“Existen etapas críticas para aprender un segundo idioma”



Mitos sobre el multilingüismo

<p>“Las niñas son mejores para aprender el lenguaje que los niños”</p> <ul style="list-style-type: none"> No hay un género dominante para el lenguaje 	<p>“Ya estás grande para aprender otro idioma”</p> <ul style="list-style-type: none"> No existen etapas críticas para aprender otro idioma Los adultos pueden aprenderlo mejor y más rápido cuando dedican la misma cantidad de tiempo 	<p>“Hay idiomas más fáciles de aprender que otros”</p> <ul style="list-style-type: none"> Nacemos con receptores universales para recibir todos los sonidos y se puede aprender cualquier idioma desde que nacemos Los idiomas se vuelven difíciles cuando alcanzamos una conciencia metalingüística de nuestro primer idioma y lo comparamos con otros Se empezaron a complicar al intentar abordar la lectoescritura, que, en comparación con el habla y la comprensión oral, son más sencillos en términos de funcionamiento cerebral.
---	---	---

(García, 2009; Tokuhama 2013b; Polinsky, 2015; Kröll & Dussias, 2017)

Beneficios de aprender otros idiomas

<p>Mejora la interacción social</p> <p>No solo tiene fines comunicativos sino beneficios a lo largo de toda la vida</p>	<p>Protege contra deterioro cognitivo; menor probabilidad de demencia</p>	<p>Mejora el control ejecutivo y el aprendizaje en general</p>	<p>Beneficios cognitivos: razonamiento flexible, mejor enfoque, capacidad para evitar distracciones</p>	<p>Activación de lóbulos frontales (control ejecutivo para administrar la atención al lenguaje) (Bialystok, Craik & Luck, 2012)</p>	<p>Acceso a múltiples culturas</p>	<p>Ventaja futuro en el mercado laboral</p>
--	--	---	--	--	---	--

(Kröll & Dussias; 2017; Polinsky, 2014)

Implicaciones Educativas

<p>Contagiar entusiasmo por la materia</p> <ul style="list-style-type: none"> Mostrar seguridad en las propias habilidades docentes El “contagio social” está basado en un sistema complejo de espejo neuronal (Pineda, 2008) 	<p>Evaluación formativa</p> <ul style="list-style-type: none"> Incorporar actividades que provean información para evaluar 	<p>No olvides reflexionar sobre la propia práctica e intercambiar con otros colegas</p>
<p>Brindar seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> Ayudarlo a creer en su propia habilidad para aprender “Yo sé que esto puede ser difícil, pero estoy seguro de que puedo hacerlo” 	<p>Metodología apropiada para cada estudiante</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar a dónde queremos que vaya y en dónde se encuentra 	
<p>Celebrar el error</p> <ul style="list-style-type: none"> Reaccionar positivamente hacia una respuesta errónea y fin con mejorar 	<p>Trabajo grupal</p> <ul style="list-style-type: none"> Siempre y cuando responda a los objetivos de la clase 	
<p>Trabajar con los conocimientos previos</p> <ul style="list-style-type: none"> Idear métodos específicos para cada aprendizaje basados en lo que el estudiante ya sabe y necesita saber 	<p>Mantener el interés de los estudiantes</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprender sus verdaderas motivaciones para que se involucren en las actividades 	

(Tokuhama, 2013b)

Mito 6

“Tenemos múltiples inteligencias: Lógico-matemática, Lingüística, Visoespacial, Naturalista, Musical, Intrapersonal, Interpersonal, Kinestésica y Existencial”



Teoría de las Inteligencias Múltiples

<p>Supuestos</p> <ul style="list-style-type: none"> Educación Tradicional centrada casi exclusivamente en el desarrollo de la inteligencia Lógica-Verbal Concepto de inteligencia demasiado limitado Considerarlas optimiza las capacidades individuales de los alumnos Representación en zonas específicas del cerebro 	<p>Repercusiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Aceptación por parte de muchos profesores y educadores a nivel mundial Rompe con la idea de inteligencia general como factor unitario Considerada un argumento sólido contra la educación basada en el CI Mayor flexibilidad del concepto de inteligencia
--	--

(Guillén, 2015; Correia, 2018; Pérez Beltrán, 2006; Chris Joulou, Seider & Gardner, 2011)

Críticas desde las neurociencias

<p>No tiene ninguna base científica sólida</p>	<p>Realidad: El cerebro funciona como un todo integrado</p>
<p>No existe algún experimento que demuestre sus beneficios</p>	<p>Existe evidencia de que los circuitos de procesamiento neuronal para diferentes tipos de contenido son compartidos</p>
<p>No hay vías de conectividad cerebral ni módulos independientes</p>	<p>Es improbable la existencia de correlatos neuronales debido a la gran interconexión cerebral</p>
	<p>La inteligencia es una pero se nutre de muchos aspectos diferentes</p>

Implicaciones Educativas

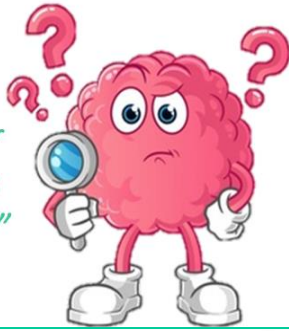
La Teoría de las Inteligencias Múltiples...

- Sugiere aplicar estrategias pedagógicas más allá de las lingüísticas y lógicas.
- Recurso útil al momento de planificar las actividades o ejercicios.
- Aprendizaje más transversal y contextualizado: el cerebro puede asimilarlo mejor y usarlo de manera eficiente.
- Considerarla no como teoría científica sino como una herramienta educativa que intenta atender la diversidad en el aula

(Pérez y Beltrán, 2006; Guillén, 2015; Bueno, 2018)

Mito 7

“Realizar ejercicios cortos de gimnasia cerebral puede ayudar a la integración de los hemisferios cerebrales”



Programa de Gimnasia Cerebral

Supuestos	“Beneficios”	Críticas
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades “basadas” en estudios neurológicos • Método práctico y dinámico • Problemas de aprendizaje: integración ineficiente de las destrezas visuales, auditivas y motoras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equilibra y activa los dos hemisferios cerebrales • Favorece su óptimo funcionamiento • Mejora la conexión entre el cerebro y el cuerpo • Efectos positivos sobre la cognición • Acelera el aprendizaje 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay evidencias empíricas que las avalen • Análisis insuficiente o inadecuado de los resultados • Ausencia de investigaciones publicadas en revistas de calidad • El cerebro no es un músculo sino un órgano

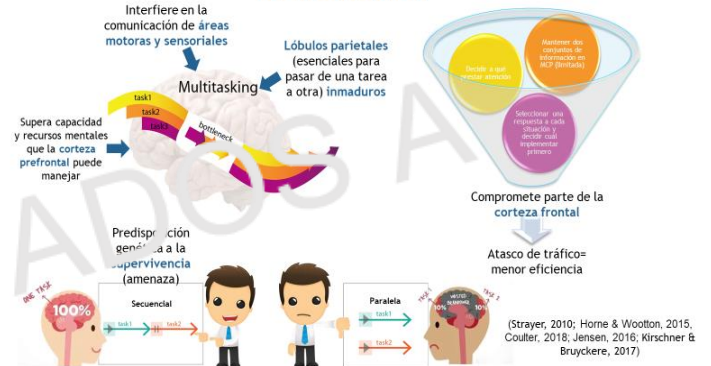
(Calle y Remolina, 2015; Velásquez, Calle y Remolina, 2006; Hyatt, 2007; Guillén, 2015; Howard-Jones, 2010)

Mito 8

“Los jóvenes de hoy son nativos digitales y pueden hacer varias cosas al mismo tiempo, sin tanto problema”



La multitarea



Consecuencias de la multitarea

- Liberación hormona del estrés
- Niveles crónicos de cortisol:
 - Agresividad
 - Pérdida de memoria a CP
 - Enf. cardiovasculares
- Sobrecarga cognitiva
- Falta de atención
- Mayor distracción
- Menor comprensión
- Procesamiento superficial de la inf.
- Menor eficiencia o tiempo de reacción



- Mayor nivel de estrés
- Ansiedad
- Gratificación emocional instantánea y afectiva
- Apatía, lentitud, confusión e inflexibilidad
- Bajo rendimiento
- Mayor tiempo para completar las actividades
- Mayor esfuerzo en las tareas
- Disminución solución creativa de problemas

(Shariff, 2011; Burak, 2012; Coulter, 2018; Wootton & Horne, 2010)

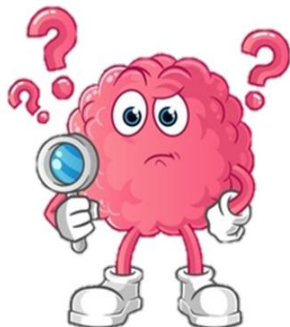
Implicaciones Educativas

- Hacer pausas a los estudiantes de discusiones sobre la multitarea
- Estrategias para un entorno cambiante: conferencia corta (5 a 7 min) seguida de actividades relacionadas
- Enseñar la importancia de la concentración y efectos negativos de la multitarea
- Ordenadores portátiles: distracción para quien lo usa y quien lo pueda ver
- Conocer sus efectos para eliminarlos de la clase
- No abrumar con instrucciones, anotallas en pizarrón y mencionarlás (1 o 2 puntos)
- Priorizar y organizar las actividades

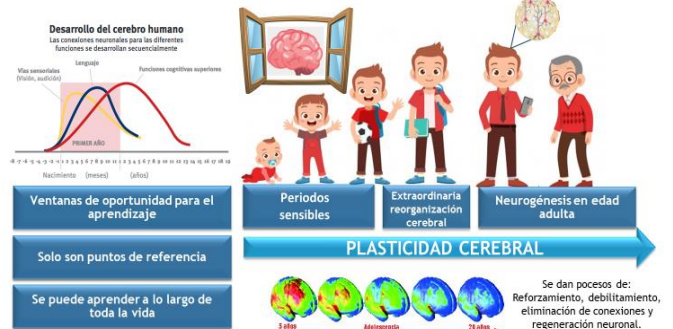
(Burack (2012); Jensen & Nutt, 2015; Coulter, 2018)

Mito 9

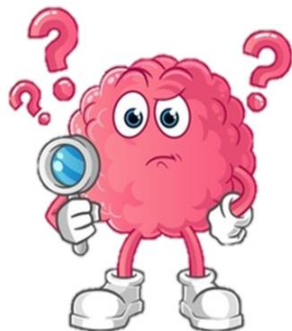
“Los primeros tres años de vida son absolutamente críticos para el aprendizaje”



¿Existen periodos críticos para el aprendizaje?



Mito 10 "Entornos ricos en estímulos mejoran el desarrollo del cerebro"



Influencia del ambiente sobre el desarrollo

Empobrecido

- Perjudicial para el aprendizaje
- Inhibe el desarrollo neuronal

Enriquecido

- Mayor número de sinapsis
- Ambiente básicamente "normal"
- Un entorno normal da origen a más conexiones que un entorno precario

hiperestimulado

- Sobresaturación
- Estrés
- Genera cortisol

(Blakemore y Frith, 2005)

Enseñar menos y aprender más: ¿Qué implica un programa de estimulación?

Estímulos muy novedosos		Ambiente tranquilo y relajado
Experiencias nuevas		Mantener una disciplina de aprendizaje
Orden		Retos o desafíos
Tiempos de descanso y autocontrol		Variación de materiales
Tiempos de silencio		Retroalimentación interactiva

(Ortiz, 2009; Jensen, 2010)

Implicaciones Educativas

Ambiente rico en estímulos		Centrarse más en el desarrollo emocional
Estimulación lenta		Ambiente emocionalmente estable
Claves: tiempo, frecuencia y tipo de estimulación		Ambiente libre de maltrato y estrés tóxico
Profesores comprometidos con un aprendizaje mínimo sobre desarrollo		Promover experiencias de aprendizaje, entornos y emociones que fortalezcan las conexiones neuronales

(Campos, s/fc; Ortiz, 2009; Bueno y Forés, 2018)

Mito 11 "Escuchar música clásica te hace más inteligente"



¿Escuchar música clásica te hace más inteligente?

90's: Rauscher, Shaw y Ky

Música: Mozart

Aumento de 8-9 puntos de CI

"Efecto Mozart"

Malinterpretación de los resultados

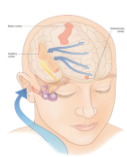
Estudios posteriores

No han podido replicar los resultados

Desacreditación

(Mora, 2013; Pardo en Forés, et al. 2015).

La educación musical dentro del currículo



Escuchar y tocar simultáneamente un instrumento

- Beneficios**
- Activación de áreas sensoriales y motoras simultáneamente: mayor habilidad general
 - Mejor comprensión del lenguaje
 - Promueve habilidades: atención, percepción, discriminación de estímulos, memoria de trabajo, control motor
 - Desarrolla la audición, la motricidad fina, la intuición y el razonamiento espacio temporal

Implicaciones Educativas

- Mayor comprensión sobre su importancia para el desarrollo neurológico
- Utilizar la música como una herramienta de aprendizaje integral o emocional
- Aumentar los fondos destinados a educadores de música y arte

(Sousa, 2002; Mora, 2013; Forés et al., 2015; Bueno, 2018)

La música como herramienta de aprendizaje integral y emocional

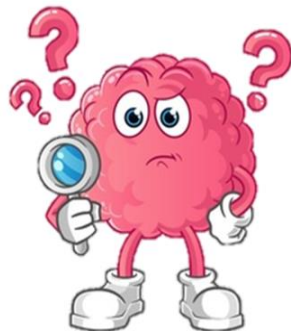
- Ritmo de la música: afecta los latidos del corazón y la respiración
- Influye en el estado de ánimo, los sentimientos y el estado general
- Crea un entorno de aprendizaje más cómodo y construye relaciones positivas
- Optar por la música instrumental
- La música adecuada calma, la música inadecuada agita



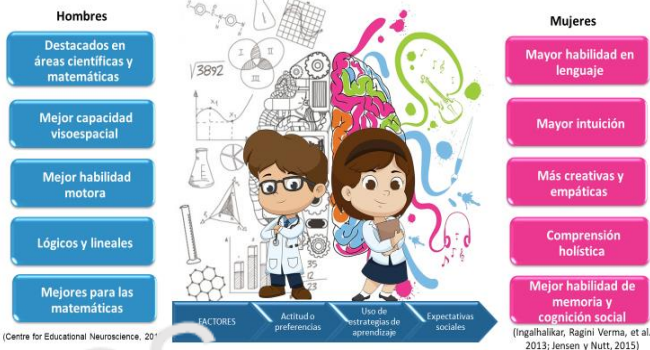
Sugerencias:

- ¿Cuál es la tarea o actividad que abordaré?
 - ¿Qué reacción emotiva/física pretendo activar?
 - ¿Los alumnos deben hablar durante la tarea?
 - ¿Cuál es la música y de la generación de mis alumnos
 - ¿Qué música encajará mejor con la tarea?
- (Sousa, 2002)

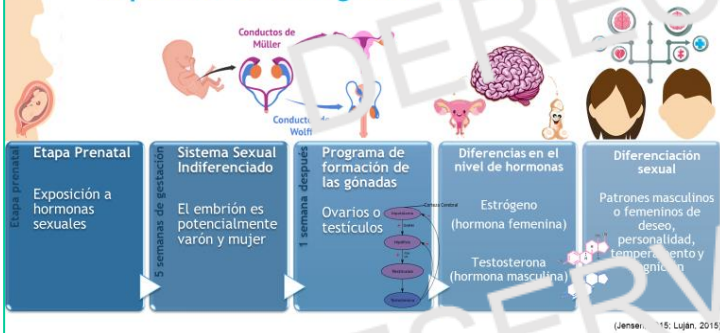
Mito 12
 “El cerebro del hombre y la mujer es distinto”



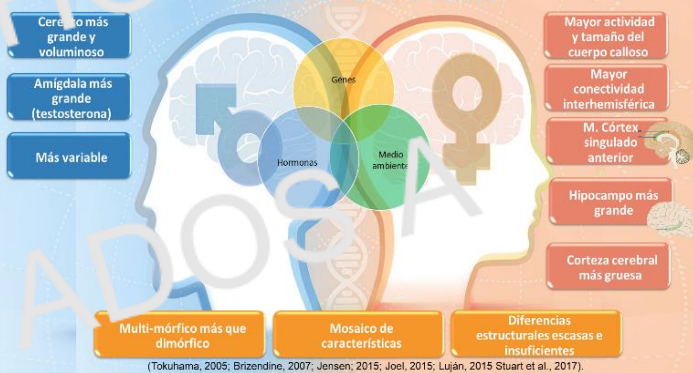
Supuestas diferencias entre géneros



Diferenciación sexual del cerebro: Hipótesis de la Organización/Activación



Diferencias entre sexos



Mito 13
 “La forma de pensar y actuar de los adolescentes se debe a un descontrol hormonal”



La adolescencia



Para terminar...

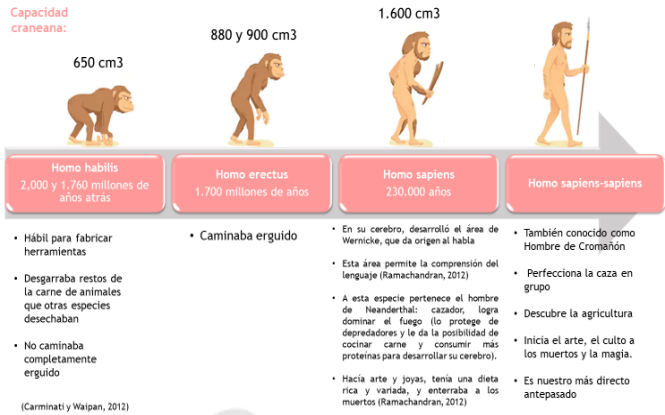


Como pudiste advertir, la búsqueda de unir neurociencia y educación ha traído consigo la creación e implementación de programas basados en el cerebro, sin embargo, un altísimo porcentaje no impactarán positivamente en el sistema educativo porque están contruidos sobre neuromitos. En este sentido, es urgente hacer evidente que muchas de las cosas que se propagan entre los educadores carecen de una base científica sólida, y por ello, deben ser descartados de su práctica.

¡Muy bien, haz finalizado el tercer módulo!



Módulo 3 Anatomía y funcionamiento cerebral



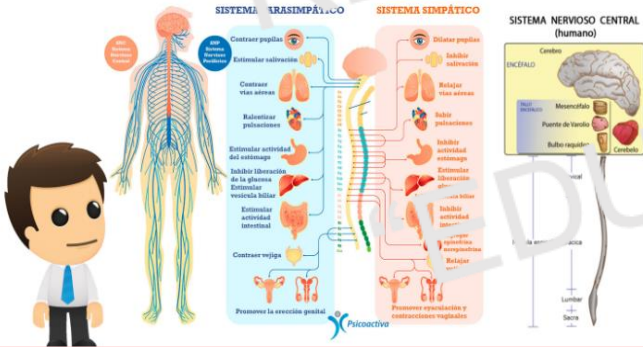
Evolución del encéfalo



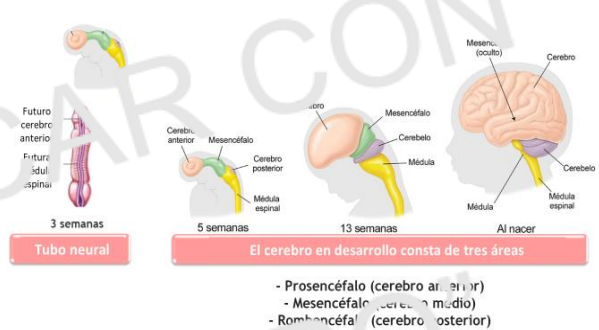
Organización general del Sistema Nervioso



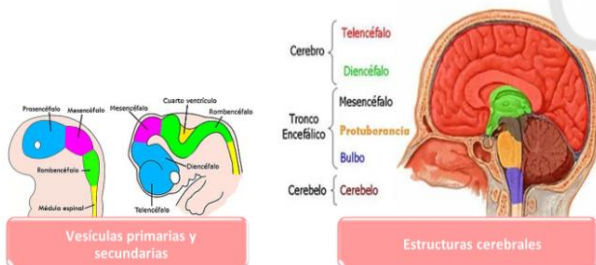
Sistema Nervioso



Desarrollo temprano del cerebro



Desarrollo del cerebro



¿Sabías que el cerebro humano...?



El Cerebro: órgano del aprendizaje



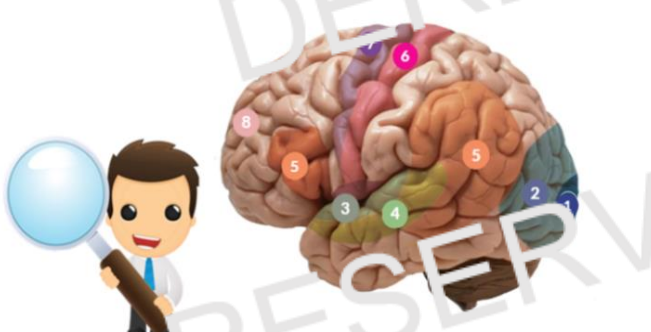
Áreas funcionales de la corteza cerebral

Diagram illustrating functional areas of the cerebral cortex:

- Corteza motora** (Motor cortex):
 - Banda más próxima a la frente.
 - Encargada de controlar el movimiento del cuerpo.
 - Trabaja con el cerebelo para coordinar el movimiento de las capacidades motoras (Sousa, 2002).
- Corteza somatosensorial** (Somatosensory cortex):
 - Se encuentra tras la corteza motora y al principio del lóbulo parietal, que procesa las señales de contacto recibidas por varias partes del cuerpo (Sousa, 2002).

Homúnculo

Áreas funcionales de la corteza cerebral



Estructuras básicas y funciones del cerebro

Diagram illustrating basic structures and functions of the brain:

- Lóbulo Frontal**
 - Solución de problemas
 - Juicio
 - Inhibición de la conducta
 - Planificación
 - Anticipación
 - Habla (lenguaje expresivo)
 - Regulación emocional
 - Consciencia de habilidades
 - Automonitoreo
 - Planificación motora
 - Personalidad
 - Conducta sexual
 - Organización
 - Atención y concentración
 - Identidad moral
 - Localización
- Lóbulo Parietal**
 - Sensación de tacto y propiocepción
 - Percepción espacial
 - Diferenciación tamaño, forma, color
 - Habilidades de cálculo
- Lóbulo occipital**
 - Percepción visual
 - Interpretación visual
 - Percepción de letras
- Cerebelo**
 - Coordinación del movimiento
 - Balance y equilibrio
 - Memoria de actos motores
- Tallo cerebral**
 - Sistema Nervioso Autónomo
 - Control de vasos sanguíneos
 - Respiración
 - Control del corazón
 - Digestión
 - Tasa cardíaca
 - Tragar
 - Conciencia
 - Presión sanguínea
 - Temperatura
 - Alerta
 - Sudoración
 - Núcleo del sueño
- Lóbulo Temporal**
 - Comprensión del lenguaje
 - Información semántica
 - Asimilación de información
 - Memoria
 - Audición
- Cuerpo Callosa**
 - Conjunto de axones (sustancia blanca) que conecta ambos hemisferios.
- Sistema Límbico**
 - Núcleos cerebrales (amígdala, cíngulo, hipocampo, hipotálamo, núcleo accumbens, hipocampo) que procesan la emoción, así como la recompensa de los estímulos

Un viaje al interior de tu cerebro...



Diagram illustrating various brain structures and their functions:

- Cerebro**: Área en el que se producen los procesos profundos de pensamiento, toma de decisiones y aprendizaje.
- Córtex cerebral**: Área en el que se registran las sensaciones e inician las acciones voluntarias.
- Tálamo**: Área que dirige el tráfico entre el cerebro y el cuerpo ayudando al control de procesos como el hambre, sueño, sed, temperatura y comportamiento sexual.
- Pituitaria**: glándula que proporciona un enlace entre el sistema nervioso y el hormonal (endocrino).
- Bulbo raquídeo**: Área que conduce las actividades como la respiración, presión sanguínea y presión sanguínea.
- Espina dorsal**: Área mensajero que transmite impulsos y mensajes desde y hacia el cerebro.
- Cerebelo**: Área que controla la coordinación y el equilibrio.

Sistema Límbico: aprendizaje y memoria

Diagram illustrating the limbic system and its functions:

- Corteza cerebral**
- Ganglios basales**
- Tálamo**: Puerta sensorial. Distribución del tránsito de información.
- Hipocampo**: Memoria. Consolidación de la información.
- Hipotálamo**: Regula la función corporal (homeostasis).
- Amígdala**: Emoción. Estado de alerta.
- Tallo cerebral**

¿Dónde comienza el aprendizaje?

Diagram illustrating the structure of a neuron:

- Dendritas**
- Núcleo**
- Cuerpo celular**
- Áxon**
- Mielina**
- Nódulo de Ranvier**
- Célula de Schwann**
- Terminal axónico**

¿Sabías qué?

- La información fluye en una sola dirección; siempre va desde el cuerpo celular por el axón hasta la zona sináptica, nunca regresa.
- En general, las neuronas se conectan en su mayoría con otras neuronas cercanas.
- El axón conduce la información en forma de estimulación eléctrica y transporta sustancias químicas.
- La mayoría de los axones mide un centímetro, aunque los que bajan por la columna vertebral pueden medir hasta un metro de longitud.
- Las dendritas son extensiones en rama que crecen desde el cuerpo celular cuando el entorno se enriquece.

(Blakemore y Frith, 2007; Jensen, 2010; Braidot, 2013; Coto, 2014)

Módulo 4. Anatomía y funcionamiento cerebral

¿Dónde comienza el aprendizaje?





El aprendizaje se produce en la sinapsis




- Exterior de la célula: Positivo
- Interior de la célula: Negativo

Las neuronas funcionan como pequeñas baterías

Potencial de acción

Produce la "actividad" cerebral y son el "lenguaje" del cerebro

Tipos de neuronas según su función






Sensorial
Envía información a los receptores sensoriales al SNC

Interneurona
Conecta con otras neuronas

Motora
Envía información a los músculos esqueléticos para efectuar un movimiento o a las glándulas

Glía: pegamento del aprendizaje



Astrocito

- Dan soporte físico a las neuronas
- Retiran los desechos del encéfalo
- Participan en la nutrición de las neuronas

Microglía

- Rodean y degradan neuronas muertas
- Representan al sistema inmunitario en el encéfalo
- Protegen de microorganismos invasivos

Oligodendrocito

- Dan soporte a las neuronas
- Producen vaina de mielina, que aísla a la mayoría de las conexiones de otros

Las Neuronas Espejo: aprendizaje, imitación y empatía




Las neuronas del mono se activan al ver a personas realizar algunos movimientos como si ellos mismos los ejecutaran

Las neuronas espejo permiten que la persona que está observando, replique actividades similares a las que está viendo o lo pone en condiciones para hacerlo

Implicaciones Educativas



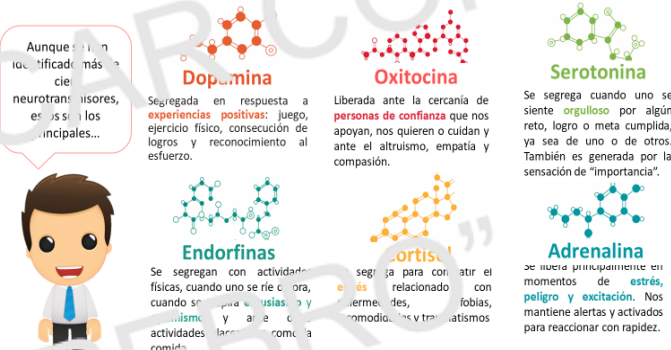
- Desarrollar técnicas de aprendizaje
- Role playing
- Modelamiento
- Afrontar de manera rápida y eficiente comportamientos inapropiados

¡Aprendemos a través de lo que observamos, escuchamos y sentimos!

¡La primera impresión es fundamental!

En 250 milisegundos, un alumno registra a un nivel emocional, si pueden esperar cosas buenas de ti y de tu materia, o no.

Neurotransmisores



Dopamina
Segregada en respuesta a experiencias positivas: juego, ejercicio físico, consecución de logros y reconocimiento al esfuerzo.

Oxitocina
Liberada ante la cercanía de personas de confianza que nos apoyan, nos quieren o cuidan y ante el altruismo, empatía y compasión.

Serotonina
Se segrega cuando uno se siente orgulloso por algún reto, logro o meta cumplida, ya sea de uno o de otros. También es generada por la sensación de "importancia".

Endorfinas
Se segregan con actividades físicas, cuando uno se rie, ora, cuando se ama, se asusta y se emociona, y ante actividades laborales o deportivas.

Cortisol
Se segrega para combatir el estrés relacionado con enfermedades, fobias, ansiedad y trastornos.

Adrenalina
Se segrega principalmente en momentos de estrés, peligro y excitación. Nos mantiene alertas y activados para reaccionar con rapidez.

Neurotransmisores del aprendizaje

No hay emoción sin neurotransmisión



- ADRENALINA** (Excitatoria) - Alerta / Atención / Motivación
- NORADRENALINA** (Excitatoria) - Estado de ánimo / Deseo sexual / Alerta
- DOPAMINA** (Excitatoria) - Control de impulso y emociones / Motivación
- SEROTONINA** (Inhibitoria) - Balance emocional / Regula apetito, deseo sexual, temperatura / Sueño
- GABA** (Inhibitoria) - Concentración / Sueño / Ansiedad
- GLUTAMATO** (Excitatoria) - Memoria / Aprendizaje / Razón
- ACETILCOLINA** (Excitatoria) - Memoria / Aprendizaje / Estimulación muscular
- ENDORFINA** (Inhibitoria) - Inhibición del dolor / Placer

El cuarteto de la felicidad"



Dopamina

- Retos
- Aplausos
- Premios
- Variedad de recursos
- Recursos novedosos
- Concursos
- Evaluaciones lúdicas

Serotonina

- Felicitaciones
- Afirmaciones positivas
- Reconocimiento de logros
- Recuerdos agradables
- Pausas activas
- Mindfulness
- Calidad del sueño

Oxitocina

- Empatía
- Frases de apoyo
- Soporte
- Validación
- Trabajos en equipo
- Regalos
- Muestras de cariño
- Agradecimiento
- Abrazos

Endorfinas

- Movimiento
- Música
- Sonrisas y risas
- Juegos
- Meriendas
- Paseos
- Pasatiempos
- Celebraciones
- Ejercicio
- Caminatas

Módulo 5 Cerebro Adolescente



ANTES DE COMENZAR..

Haz un ejercicio mental y responde las siguientes preguntas:



1. ¿Qué es la plasticidad cerebral?

2. ¿Será importante entender el desarrollo cerebral?

3. ¿A qué edad termina de madurar el cerebro?

¿Recuerdas tu propia adolescencia?

Si te es posible, cierra los ojos y haz un pequeño recorrido por tu propia adolescencia:

- ¿Cómo se mira?
- ¿Qué diferencias encuentras con tu niñez?
- ¿Cuales eran tus obsesiones en tu cuerpo en la manera de pensar?
- ¿Cómo era tu forma de relacionarte con las demás personas?



Cerebro Adolescente

Sinaptogénesis

Materia gris y lóbulos frontales

- Planificación
- Solución de problemas
- Juicios morales

Hipocampo

- Aumenta la memoria a corto plazo

Engrosamiento del cuerpo caloso

- Mejor capacidad para resolver tareas complejas

Podar sináptica

Eliminación de viejas sinapsis

- Corteza cerebral más fina y eficiente
- Mayor especialización

Mielinización

Lóbulos frontales

- Mayor velocidad de transmisión neuronal:
- Pensamiento más sofisticado
 - Generar hipótesis
 - Utilizar razonamiento lógico
 - Sentido del humor sofisticado

Capacidad plástica

Paradoja plástica

- Avances sociales y cognitivos
- Conductas de riesgo
- Enfermedades mentales
- Comportamientos rígidos
- Patologías

Sensibilidad máxima a neurotransmisores

Dopamina y oxitocina

- Gratificación inmediata
- Relaciones sociales



(Dodge, 2008; Jeffrey, 2008; Geed, 2015; Feinstein, 2016; Rodriguez, 2016)

¡Tiempo para un recreo cerebral!

¿Eres capaz de leer esta frase?

Segun un estudio de una universidad ignlesa, no importa el orden en el que las letras están escritas, la única cosa importante es que la primera y la última letra estén escritas en la posición correcta. El resto pueden estar totalmente mal y aun podrás leerlo sin problemas. Esto es porque no leemos cada letra por sí misma pero la palabra es un todo.



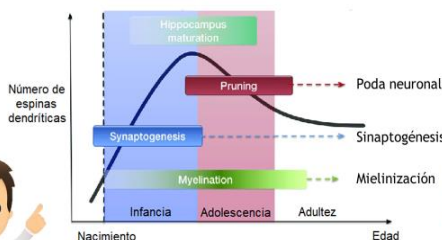
Plasticidad cerebral



Aprendizaje a lo largo de toda la vida



Proceso de desarrollo cerebral



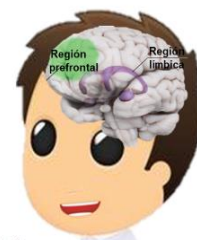
Desarrollo normal del cerebro

Paradoja plástica

Efectos positivos y negativos

Diferencia de maduración cerebral

La corteza prefrontal (verde) se aproxima a su máximo desarrollo unos 10 años más tarde que el sistema límbico (lila) (Giedd, 2015)



Diferencias estructurales

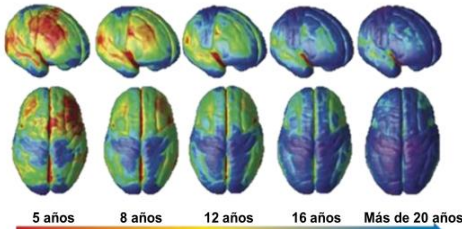
Ganglios basales más grandes en mujeres (factor protector)

Trayectoria de desarrollo

Las mujeres maduran antes que los hombres



Etapas de maduración cerebral



En las imágenes, el color rojo indica mayor cantidad de sustancia gris y el azul, menos.

La sustancia gris disminuye en una oleada desde atrás hacia adelante a medida que el cerebro madura.

La corteza frontal, relacionada con la toma de decisiones y razonamiento, es una de las últimas en madurar.

Implicaciones Educativas

Neuroplasticidad	Sinaptogénesis	Mielinización
<ul style="list-style-type: none"> Tener una actitud diferente frente al aprendizaje Cualquier alumno puede mejorar Considerar una adecuada estimulación 	<ul style="list-style-type: none"> Oportunidad de oro Ofrecer actividades y experiencias nuevas Tiempos de descanso, reflexión y autocontrol Fenómeno que puede potenciarse y dirigirse Desarrollar procesos de memorización Repetición de información de manera novedosa 	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar programas de enseñanza novedosos Mantener una disciplina de aprendizaje estable, duradera, sistemática y repetitiva Ayudar a reflexionar sobre sus actos

ANTES DE COMENZAR...

Haz un ejercicio mental y responde las siguientes preguntas:

Después de revisar el desarrollo del cerebro adolescente, ¿Qué relación tendrá la curiosidad con el consumo de drogas?

- ¿Cómo afectará el consumo de drogas al aprendizaje?
- ¿Las drogas naturales como la marihuana serán menos dañinas que las drogas sintéticas?
- ¿Qué estrategias de prevención de drogas conoces o has implementado?

Efectos a corto y largo plazo de la marihuana

Fisiológicos	Conductuales	Cognitivos	Salud Mental
<ul style="list-style-type: none"> Distorsiones auditivas y visuales Reducción de la función del cerebro Sobreestimulación de la amígdala Materia gris reducida Mayor daño a la materia blanca 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de coordinación Habla confusa Problemas para reaccionar rápidamente Parecen flojos, torpes y lentos 	<ul style="list-style-type: none"> Enfoque y atención disminuida Déficit cognitivo (olvido) Deterioro de la memoria Disminución del CI verbal Dificultad para reconocer errores 	<ul style="list-style-type: none"> Problemas emocionales y psiquiátricos Riesgo de esquizofrenia Ansiedad Depresión Hipersensibilidad al estrés

(Jensen y Nutt, 2016)

Efectos a corto y largo plazo del alcohol

Fisiológicos	Cognitivos	Conductuales	Salud Mental
<ul style="list-style-type: none"> Afecta el tamaño y eficiencia de la corteza prefrontal Afecta el hipocampo Bloquea receptores de glutamato Daña la sustancia gris y deforma la sustancia blanca Consumo excesivo: mata neuronas del hipocampo 	<ul style="list-style-type: none"> Déficit de atención Problemas de memoria Mujeres: mayor daño (menor peso corporal) Poor funcionamiento visoespacial 	<ul style="list-style-type: none"> Consumo excesivo de alcohol Tendencia a conductas de riesgo Hiperactividad Agresividad Disminución de conducta orientada a objetivos 	<ul style="list-style-type: none"> Depresión Ansiedad

(Jensen y Nutt, 2016)

Efectos a corto y largo plazo del tabaco

Salud en General	Psicológicos	Cognitivos	Salud Mental
<ul style="list-style-type: none"> Mayor susceptibilidad a la adicción 10 veces más probabilidad de alcoholismo Mancha los dientes, impregna de olor Mayor riesgo de cáncer Mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares 	<ul style="list-style-type: none"> "Alivia el estrés" Compulsión para seguir bebiendo Crujidos de cigarrillos (menos serotonina) Respuestas más lentas a situaciones estresantes 	<ul style="list-style-type: none"> Menor actividad en la corteza prefrontal Menor coeficiente intelectual Fumo del tabaco: déficit de atención e hiperactividad, así como pérdida de memoria Síntomas de abstinencia: problemas de concentración, irritabilidad y dificultad para dormir 	<ul style="list-style-type: none"> Dificulta para tomar decisiones sensatas sobre su propio bienestar

(Jensen y Nutt, 2016)

¡Repasa tus conocimientos!



¡Excelente trabajo, terminaste el módulo!

Espero que los contenidos y actividades propuestas te hayan parecido interesantes, relevantes y sobre todo, útiles para incorporarlas a tu práctica docente. ¿Qué ideas surgen después de revisar el módulo?, ¿Qué concepto te pareció más importante o te sorprendió al conocerlo?, ¿Consideras que la Neurociencia puede aportar algo a la Educación? Comparte tus experiencias en el foro

Módulo 6

Neurobiología del Aprendizaje



ANTES DE COMENZAR..

Haz un ejercicio mental y responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo aprende el cerebro?
2. ¿Qué son las funciones ejecutivas y cómo pueden estar relacionadas con el aprendizaje?

3. ¿Qué haces para captivar y mantener la atención de tus estudiantes?

4. ¿Cómo influyen las emociones en los procesos cognitivos como la atención, la memoria o la toma de decisiones?

5. ¿Cuál es la importancia del sueño en el aprendizaje?

Educar con cerebro

- El aprendizaje se favorece en ambientes enriquecidos
- La cronobiología es fundamental
- El movimiento favorece las funciones cognitivas
- Influencias genéticas y ambientales
- El estrés crónico y severo afecta el aprendizaje
- desarrollo cerebral es gradual
- Capacidad neuroplástica
- Único e irrepetible en su circuito neuronal
- Funciona de manera neuroquímica

Cerebro Adolescente
Aprende por todas las vías sensoriales y las emociones marcan su funcionamiento

Bases biológicas del aprendizaje

2 Corteza prefrontal
Funciones ejecutivas (concentración, control de impulsos y memoria a corto plazo)
Recordamos mejor en una situación de alto impacto emocional
Consolidación de la información

1 Sistema límbico
Para estimular esta zona, la clave está en la emoción.
La activación de la amígdala facilita el aprendizaje y la memoria

Sistema de recompensa cerebral
La liberación de dopamina (placer) facilita el aprendizaje y la motivación intrínseca

"Recreos cerebrales" Ayudan al descanso, la oxigenación y concentración

¿Qué son las Funciones Ejecutivas?

Funciones Ejecutivas Superiores
Razonamiento Resolución de problemas Planificación

Atención ejecutiva

Las Funciones Ejecutivas son una serie de procesos de control cognitivo multidimensional que se caracterizan por ser voluntarios y que requieren esfuerzo.

Las F.E. Superiores pertenecen:

- ✓ Aprendizaje
- ✓ Concentración
- ✓ Regulación emocional
- ✓ Toma de decisiones
- ✓ Adaptarse fácilmente
- ✓ Análisis de la información
- ✓ Sobrepasar al fracaso
- ✓ Pensamiento crítico
- ✓ Perseverancia
- ✓ Empatía

(Cómbita, 2021)

¿Dónde enforamos nuestra atención?

Activadores de SAR

- colores
- recompensas
- desafíos
- sorpresa
- música
- humor
- novedad
- movimiento
- emoción
- reconocimiento
- historias
- objetos
- novedad

Sistema Reticular activador - SAR

Proyecciones en la corteza cerebral

Impulsos visuales

Impulsos auditivos

Señales a la médula espinal (dolor, temperatura)

Formación reticular

Tractos sensoriales

Sistema de manejo de la información que le presta o no atención

¿Cómo funcionan las redes atencionales?

Red de alerta (cuadrado rojo)

Red de orientación (círculo azul)

Red ejecutiva (triángulo verde)

Área cingulada anterior, Giro cingulado anterior, Área frontal, Corteza prefrontal, Lóbulo parietal superior, Área posterior parietal, Unión temporoparietal, Tálamo, Núcleo pulvinar del tálamo, Colículo superior, Campo ocular frontal

(Adaptado de Petersen y Postner, 2012)

Estrategias para mejorar la atención

Novedad visual

- Power point
- Videos energizantes
- Videos cortos

Postura adecuada

- Corregir verbalmente la postura
- Pedirle que se pare de su asiento y se mueva un poco

Ambiente físico del aula

- Adecuada iluminación
- Ventilación
- Evitar el ruido
- Reorganizar el mobiliario

(Sousa; 2011; Garnett, 2009; Ortiz, 2009; Aldana; 2015; Jensen, 2015; Rosler, 2017)

Memorias declarativas o explícitas

M.S.

Conceptos, nombres, números, fechas y hechos

- Semánticas
- Episódicas

Se procesan por separado y pueden existir aisladamente unas de otras

Lóbulo temporal medio y diencéfalo

M.E.

Sucesos o eventos determinados

- Motivada por: la curiosidad, la novedad y expectativas
- Crece por estimulación sensorial intensificada
- Capacidad ilimitada
- Susceptible a ser "contaminada"

(Blakemore y Fritch; 2007; Jensen, 2010; Ballarini, 2015)

Estrategias para favorecer el recuerdo

- Recuperación: rimas, mnemotecnias, palabras asociadas, música, debates...
- Enseñanza espaciada: pausas y reflexión
- Iniciar y terminar la clase con tres palabras o conceptos clave
- Interrumpir a menudo la lectura, tomar notas, hablar o reflexionar sobre lo leído...
- Orientaciones o instrucciones: hasta 7
- Utilizar música, anuncios o traes para presentarios
- Repaso diario y semanal: revisión en parejas o en equipo
- Enseñar la utilización de acrósticos
- Mostrar de manera global el contenido y después profundizar
- Repasar la clase después de: 10 min/48 hrs./7 días
- Organizadores gráficos por equipo
- Pedir a los alumnos que enseñen a los demás lo que han aprendido

Memorias no declarativas o implícitas

M.P.

Intacta en caso de lesión

Se activa por movimientos físicos, deportes, danza, juegos, teatro, juegos de rol

Procedimental

Perceptuales

Reflexiva

M.P.

Aprendizaje corporal, manualidades

M.R.

Aprendizaje automático, competencias

Asociaciones instantáneas

Se puede producir con la repetición instantánea de tarjetas o canciones cargadas de contenido

(Blakemore y Fritch; 2007; Jensen, 2010; Ballarini, 2015)

Estrategias para favorecer la memoria implícita

- Impartir contenidos en lugares diferentes
- Trabajar en la misma aula
- Enseñar manejo de estados emocionales en época de exámenes
- Concursos públicos
- Métodos de relajación o charla positiva consigo mismos
- Presentaciones en grupos pequeños
- Exámenes ficticios
- Tarjetas, juegos y otras actividades de reacción rápida

Tipos de memoria según el tiempo

Memoria de trabajo	Memoria a corto plazo	Memoria a largo plazo
<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> - Esencial para el aprendizaje - Permite retener información por breves lapsos de tiempo - Permite guardar y manipular información "online": 4 unidades - Reflexionar permite mayor espacio en la MT - Requiere dormir y desayunar adecuadamente 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad limitada - Exceso de datos: sobrecarga - Se agota a medida que pasan las horas - Consume mucha energía 	<ul style="list-style-type: none"> - Recuerdos que se expresan minutos u horas luego del aprendizaje - Bastante limitada - Buena para la repetición inmediata

Aprendizaje Activo

(Blakemore y Fritch; 2007; Jensen, 2010; Ballarini, 2015)

Estrategias para no sobrecargar la memoria de trabajo

- Segmentar la información
- Repasar los contenidos de la M.T.
- Disminuir las exigencias a la MT
- Normalizar el esfuerzo
- Disminuir la presión

Edad en años	Instrucciones procesadas
5-7	2
7-9	3
10-12	4
13-15	5
16-29	6

Formación y almacenamiento de la memoria

- Múltiples canales de entrada
- Emoción
- Movimiento
- Olvido
- Repetición
- Imaginación
- Asociación

Trabajar los contenidos de múltiples formas

Trabajar diferentes procesos de repetición

Aprendizaje asociado a una situación novedosa

Señal de tránsito celular

✓ Tiempo

M.C.P. **M.L.P.**

(Jensen, 2010; Ballarini, 2015; Redondo, 2016; Pinos, 2020)

Repasar para recordar

Curva del olvido de Ebbinghaus

Primer aprendizaje

Reposos

1* 2* 3* 4* 5*

18 min. 1 día 6 días 15 días 30 días

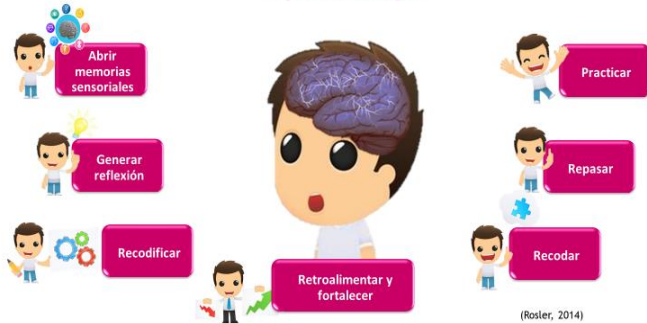
La tasa del recuerdo es la misma si usamos todos los sentidos

¡Recuerda!

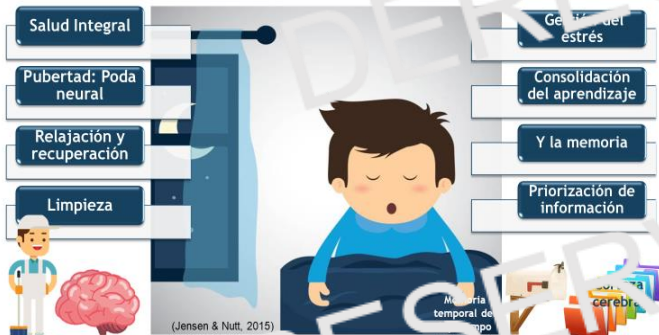
- ✓ Cuanto más repasemos, mayor retención
- ✓ Es mejor repasar varias veces que un solo estudio intenso
- ✓ Recordamos mejor la información con una fuerte carga emocional y útil que información sin sentido

Módulo 6. Neurobiología del aprendizaje

Pasos para consolidar la memoria y el aprendizaje



Importancia del sueño



Ciclo del sueño



Adolescencia y sueño



Insomnio en adolescentes

¿Un problema neurológico o tecnológico?

Recomendaciones:

- Apagar media hora antes de dormir
- Reglas para apagar dispositivos
- Móvil: mantener modo "vibración"
- Priorizar el sueño

FALTA DE SUEÑO

- Desregulación emocional: Amodal, hiper-reactiva
- Dificultad de concentración, distracciones: señales: alteración de la conectividad del tálamo y cerebral

(Yoo et al., 2007; Goldstein et al., 2013; Van der Helm; Jensen & Nutt, 2015; Stevens & Zhu, 2015; Gujar & Walker, 2010)

Riesgos y alteraciones asociados a la falta de sueño



Recomendaciones para mejorar los hábitos de sueño de los estudiantes

Escuela	Alumnos	Padres
<ul style="list-style-type: none"> Animar a la comunidad a comenzar el día escolar más tarde Recomendar la limitación de actividades nocturnas Informar sobre sueño y ritmos circadianos 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitarlos para que tomen decisiones informadas sobre sus horarios de sueño Alentarlos a que eviten actividades estimulantes por la noche y a exponerse a la luz por la mañana Mantener el móvil en modo "vibración" La cama ha de servir solo para dormir 	<ul style="list-style-type: none"> Informar sobre higiene adecuada de sueño y riesgos de los hábitos de sueño Recomendar una regla para que los dispositivos electrónicos se apaguen una hora antes de dormir Priorizar el sueño

(Carskadon, 2011; Jensen, 2015; McCarthy, 2018)

Módulo 7 Ambiente físico y emocional en el aula



ANTES DE COMENZAR...

Haz un ejercicio mental y responde las siguientes preguntas:

¿Cómo está distribuido tu salón de clases?

Al entrar, ¿Se percibe un ambiente agradable o desagradable?

¿Cuál es el papel de las emociones en el aprendizaje?

¿Te has dado cuenta qué emociones trámites con tu corporalidad a los estudiantes?

Ambiente físico del aula

Influye en:

Cognición

Emoción

Conducta



Tomar notas a mano

- ✓ Mejora la memoria de trabajo por el bucle fonológico y visual.
- ✓ Disminuye la introspección y mantiene el presente interactuando con el entorno. El garabato también mantiene la atención.
- ✓ Entrena la mente que resume y sintetiza en un mundo lleno de información.

Al escribir se activan las zonas motoras y sensitivas

- ✓ Ayuda a entender y corregir errores.
- ✓ Activa muchas zonas cerebrales. El docente puede, al final de la clase, llevarse las notas para ver cómo trabaja y sintetiza el estudiante y enseñarle a hacerlo mejor.

Sugerencias para el aprendizaje en línea

Activa natural e inmediatamente al cerebro

Luz natural/planta natural



Tomar notas

Pantalla a la altura de los ojos

- ✓ Silla fija para mantenerse bien sentado con la espalda recta permitiendo una óptima entrada de oxígeno.
- ✓ La mesa/escritorio sobre el cual se estudia no debe asociarse con otra actividad (comedor, cama, etc.).
- ✓ Tener los materiales a la mano.
- ✓ Encontrar en lo posible, un área donde te sientas seguro para participar, contestar...para equivocarte!

Espacio para escribir

No usar pijama

Desayunar con proteína
Antes de tomar un curso en línea

Hidratación

ANTES DE COMENZAR...

Haz un ejercicio mental y responde las siguientes preguntas:

¿Conoces cuáles son las motivaciones, gustos e intereses de tus estudiantes?

¿Por qué considerar la emocionalidad dentro de la educación?

¿Juegan las emociones un papel relevante en el proceso de aprendizaje?

¿Cuáles es la importancia de incluir el juego en el aprendizaje?

Motivación y Emoción

Emociones

- Herramienta básica de activación o inhibición de la conducta
- Reorganizan la prioridad de las metas



Activar

Relajar

Sistema Nervioso Autónomo (Simpático/Parasimpático)

Las reacciones fisiológicas son reflejadas y controladas automáticamente

Hipotálamo

Regula necesidades biológicas:

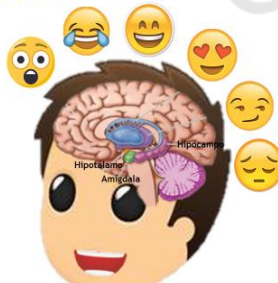
- Hambre
- Sed
- Sueño
- Temperatura
- Eliminación de desechos
- Evitar el dolor
- Conducta sexual

Amígdala

Registra el clima emocional

Hipocampo

Almacén temporal de la memoria



Sistema Límbico

Sistema neurobiológico de la motivación



Desafío (dopamina)
• Focalizo
• Me intereso

¡Ah!



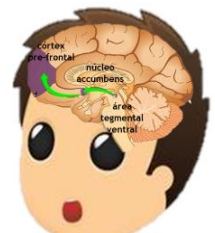
Acción (adrenalina)
• Encuentro conexiones
• Entiendo

¡Ahá!



Satisfacción (serotonina)
• Sensación de placer
• Buen humor

¡Ha ha!



Sistema de recompensa

¿Cómo ser un docente creativo?

- Detectar y reconocer potencialidades - observar - estar
- Desear saber más y transmitirlo
- Improvisar con sustento
- Dar tiempo a planear - ensayar
- Investigar previamente
- Truco: sé tu mejor versión
- Articular el pienso, creo, se, siento, quiero
- Predecir el comportamiento posible
- Hacer preguntas provocativas detonadoras de experiencias
- Planear un camino estructurado pero flexible

Motivación y juego en el aula

Motivación y juego en el aula...

ANTES DE COMENZAR...

Haz un ejercicio mental y responde las siguientes preguntas:

- ¿Qué es para ti la creatividad?
- ¿Cómo consideras un docente creativo?
- ¿Cómo estimulas la creatividad de tus estudiantes?
- ¿Qué cosas de la experiencia de talleres de arte dentro de la escuela...

Manos a la obra: ¡Ejercita tu creatividad!

¿Que harías con una hoja blanca, una cuchara y un plumón?

Arte y creatividad

Una sólida base artística contribuye a:

- Éxito académico y profesional
- Creatividad
- Concentración
- Resolución de problemas
- Coordinación
- Autoeficacia
- Desarrolla la atención y la autodisciplina

No hay imagen desprovista de emoción

Al aprender y crear arte, el cerebro se refuerza para crear conexiones cada vez más fuertes

Actividad física y aprendizaje

Actividad cerebral, niveles de atención P3, EEG

Después de 20 min. de reposo

Después de 20 min. caminando

BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

- Normaliza el nivel de dopamina (atención)
- Promueve la neuroplasticidad
- Reduce el estrés
- Promueve la neurogénesis en el hipocampo
- Mejora el estado de ánimo
- Aporta oxígeno

(Souza, 2002; Sliemz, 2013)

Alimentación e hidratación

Dieta alta en grasas

- Neuronas del hipocampo vulnerables
- Cambia su metabolismo y función
- Destruye las neuronas lentamente
- Deteriora la capacidad de aprender y formar nuevos recuerdos
- Disminuye la plasticidad neural
- Grasa: Interfiere con el receptor de glutamato

Dieta balanceada: proteínas

Hidratación adecuada

(Coto, 2014; Davidson, Tracy, Schier, Swithers, 2015; Bueno, 2018)

Comida para tu cerebro

GOOD	Squid and Shellfish	City Fish	Seeds and Beans	Soy Products	Olive and Coconut oil
	Vegetables	Turkey		Honey	Eggs and Chicken
	Fruits and Berries	Coffee, Chocolate, Green tea		Different nuts	Whole grains
BAD	Alcohol	Soda	Fast food	Fat meat, bacon	Sweet foods

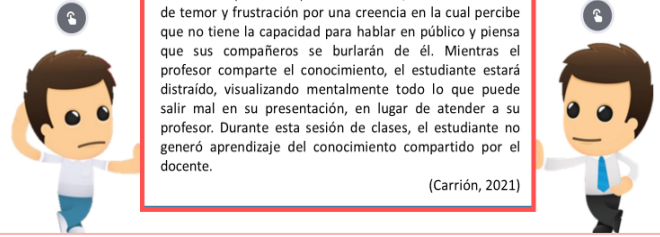
Módulo 8 Estrés y aprendizaje



Antes de comenzar, imagina que...

Un estudiante dará una charla en los últimos 10 minutos de la clase. Al inicio de la sesión, el docente explica el contenido del nuevo conocimiento, mientras tanto, el estudiante que tiene que dar la charla, siente emociones de temor y frustración por una creencia en la cual percibe que no tiene la capacidad para hablar en público y piensa que sus compañeros se burlarán de él. Mientras el profesor comparte el conocimiento, el estudiante estará distraído, visualizando mentalmente todo lo que puede salir mal en su presentación, en lugar de atender a su profesor. Durante esta sesión de clases, el estudiante no generó aprendizaje del conocimiento compartido por el docente.

(Carrión, 2021)



Retoma el caso anterior y responde las siguientes preguntas:

Piensa unos minutos sobre qué efectos puede tener el estrés en diferentes áreas:

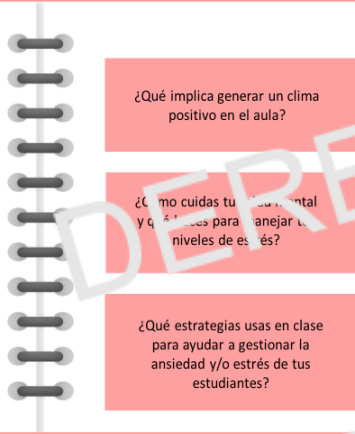
- Psicosomáticos
- De conducta
- Emocionales
- Cognitivos
- Sociales



¿Qué implica generar un clima positivo en el aula?

¿Cómo cuidas tu salud mental y qué haces para manejar los niveles de estrés?

¿Qué estrategias usas en clase para ayudar a gestionar la ansiedad y/o estrés de tus estudiantes?



¿Qué es el estrés?

Cuando las demandas o exigencias son muy superiores a lo que nosotros como seres humanos podemos manejar, seguramente nos sentiremos ansiosos e inseguros y sufrirá lo que comúnmente denominamos "estrés" y que, técnicamente hablando es el "distrés"

Demandas de desafío muy pobre

Demandas muy altas (rebasan los recursos)

Incluir desafíos apropiados que activen el Sistema de Recompensa Cerebral



Apatía Aburrimiento

Ansiedad Inseguridad

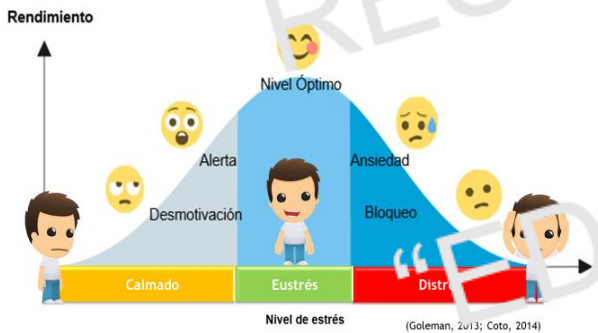
Generar el estrés necesario

Entusiasmo Motivación Compromiso Creatividad

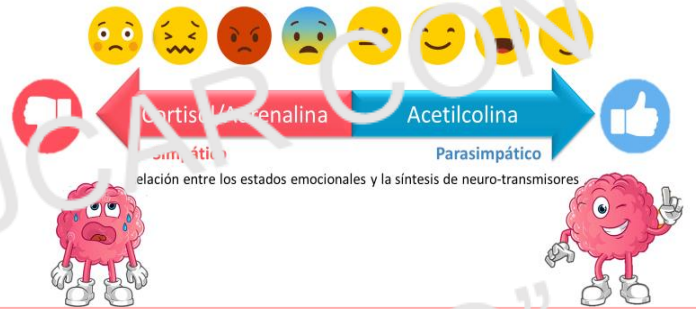


Demandas, exigencias o desafíos

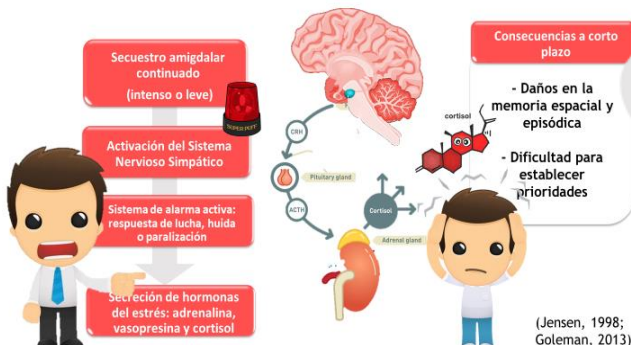
Estrés y rendimiento



Respuestas emocionales del cerebro



Sistema de respuesta frente al estrés

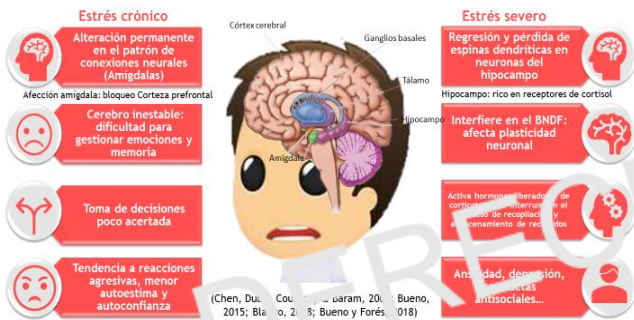


Consecuencias del estrés en el salón de clases



Módulo 8. Estrés y aprendizaje

Consecuencias neurobiológicas del estrés



Generadores de estrés en los adolescentes



Programas de Educación Emocional



TABLA PERIÓDICA DE LAS EMOCIONES

★ EMOCIONES BÁSICAS

- AMOR (pink)
- ALICORONA (yellow)
- ASCO (green)
- IRACUNDA (red)
- MIEDO (purple)
- SORPRESA (orange)
- TRISTEZA (blue)

Estrategias para reducir el estrés y generar emociones positivas



Estrategias mediadoras para liberar el estrés



Educar con cerebro by Tania Ivonne Esparza Camacho is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Módulo 9 Procesos de evaluación acordes con la neuroeducación



ANTES DE COMENZAR..

Haz un ejercicio mental y responde las siguientes preguntas:



¿Es lo mismo calificar que evaluar?

¿Cómo calificas y/o evalúas a tus estudiantes?

¿Las buenas o malas notas predicen el éxito o fracaso escolar?

¿Quieres desarrollar estudiantes que obtengan buenas notas o promover estudiantes que desarrollen y exploten todo su potencial?

¿Qué es el efecto Pigmalión?



Mentalidad fija



"No soy bueno en matemáticas"

"La verdad no entiendo, lo mío es el baile"

"Mejor no pierdo más mi tiempo y me voy a comer algo a la cocina, veo Facebook un rato y practico la nueva coreografía"

"Lo bueno es cuando los compañeros que tampoco son buenos en matemáticas"

Piensa que su inteligencia y talento para el baile son innatos

Se enfoca en el baile porque considera que tiene talento

Considera que cuando se equivoca es porque no es suficientemente inteligente o no tiene la capacidad que se requiere. Se rinde fácilmente frente a las dificultades.

No le gusta recibir feedback por parte de sus profesores ni compañeros porque se siente criticado y en ocasiones tonto y avergonzado

La aprobación de sus profesores y compañeros le genera seguridad

Considera que cuando se equivoca es porque no es suficientemente inteligente o no tiene la capacidad que se requiere. Se rinde fácilmente frente a las dificultades.

Mentalidad de crecimiento



"No me salió la respuesta correcta a este ejercicio, veamos en dónde me equivoqué para aprender"

Cuando algo sale mal como esperaba, lo comprendo, busco las razones y aprendo de mi experiencia

Pregunta a sus profesores y compañeros para recibir feedback, porque entiende que es una oportunidad para aprender y mejorar

Los grandes desafíos les permiten aprender y crecer

Comprende que su inteligencia y talento continúa desarrollándose con esfuerzo y dedicación

Sabe que es parte del proceso para alcanzar sus objetivos y todavía debe mejorar

El éxito de sus compañeros es una oportunidad para aprender de ellos

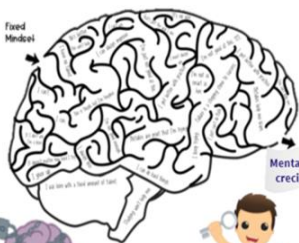
¿tiempo de una pausa!



¿Cuál de las figuras le corresponde a la llave?

Escapar de una mentalidad fija

"A veces lo único que necesitas es un estudiante que crea en ti."



- Miedo, temor frente al desafío
- Me enfoco en el resultado

- Oportunidad de aprendizaje

El docente debe:

- Generar una cultura de mentalidad de crecimiento
- Desarrollar el potencial del estudiante
- Mejorar su nivel de aprendizaje en vez de enfocarse en las notas
- Preparar a los estudiantes a enfrentar con éxito los desafíos de la vida diaria

(Carrión, 2020)

Pedagogía Sexy: excitación por el conocimiento



(Acaso, 2016)

Con peras y manzanas...



Funciones de la Evaluación



De los números a las observaciones

Compartir información al estudiante sobre:

- Desempeño
- Dimensiones: saber procedimental y actitudinal

Acercarlo a su máximo potencial

Dar acompañamiento:

- Áreas de oportunidad
- Brindar claridad

Realimentación

Realimentación efectiva

- ✓ Facilita la reflexión
- ✓ Permite visualizar la calidad de aprendizaje
- ✓ Promueve el diálogo
- ✓ Promueve la autoestima e identifica oportunidades de mejora en las estrategias de aprendizaje

Sugerencias para evaluar de forma creativa



Evaluación con Emoción



Escala de la metacognición

¿Para qué me ha servido? ¿Cómo lo puedo mejorar?

Adelantarse en la planificación de futuras actividades

¿Qué ha resultado +fácil, +difícil, +novedoso?

Evaluar la eficacia de la estrategia antes, durante y tras la realización de la tarea

¿Cómo lo he aprendido?

Describir la estrategia empleada

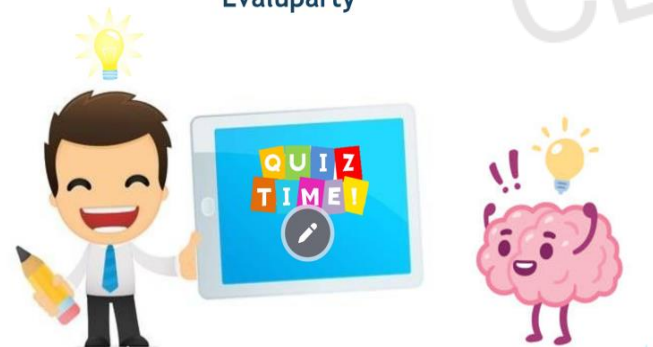
¿Qué he aprendido?

Reflexionar sobre el pensamiento: Eficacia, destreza

Ser consciente del tipo de pensamiento que has realizado

Suñer (2013) El aprendizaje basado en el pensamiento Del Pozo (2005) Escalera de la metacognición

Evaluaparty



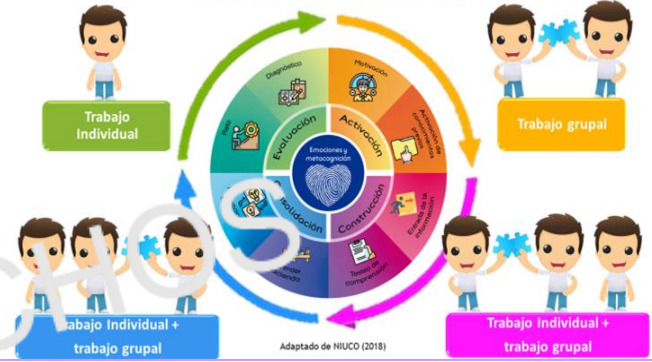
¡Enhorabuena, haz finalizado el curso!

A lo largo de este conociste más sobre el órgano del aprendizaje, sus estructuras y funciones, el enfoque de la Neuroeducación, sus principales aportes y limitaciones, algunas estrategias y herramientas para evaluar el aprendizaje de tus estudiantes. Es importante que reflexiones sobre todos estos temas y apliques aquellos que te sean útiles. Espero que con lo visto, tu expectativa haya cambiado y estés listo para innovar en tu salón de clases, ¡Muchas gracias por tu interés, tiempo y entusiasmo!

Módulo 10 Diseño de unidades neuroeducativas



Círculo del Aprendizaje



Fase 1 de Activación

Objetivo: Preparar al alumno desde un punto de vista emocional y cognitivo.

1.1. Motivación

Situar emocionalmente al alumno en una posición favorable para el aprendizaje.

¿CÓMO?

Ofreciéndole el para qué, las posibilidades

Estrategias

- ✓ Audiovisual
- ✓ Ejemplos cotidianos
- ✓ Búsqueda de info.
- ✓ Reflexión
- ✓ Cooperación
- ✓ Cotutoría alumnos
- ✓ Etc.



1.2. Conocimientos previos

Preparar la base del nuevo aprendizaje.

• Conocer en qué escalón están

¿CÓMO?

Estimulando aquello en lo que salen

Estrategias

- ✓ Quiz resolviendo un reto
- ✓ Programas TV
- ✓ Debates
- ✓ Bola de nieve
- ✓ Imágenes
- ✓ Preguntas por escrito
- ✓ Entrevistas
- ✓ Kahoot
- ✓ Etc.



Adaptado de Salvaado, 202

Fase 2 de Construcción

Objetivo: Procesar de forma activa la nueva información a la M

2.1 Entrada de Información

Anclar la nueva información en los conocimientos previos

¿CÓMO?

De manera multisensorial

Estrategias

- ✓ Audiovisual
- ✓ Ejemplos cotidianos
- ✓ Búsqueda de información
- ✓ Reflexión
- ✓ Cooperando
- ✓ Coautorías alumnos
- ✓ Etc.



2.2 Testeo de comprensión

• Comprobar si el aprendizaje es correcto antes de consolidarlo

¿CÓMO?

Evaluación formativa y de identificación

Estrategias

- ✓ Presentación
- ✓ Quiz
- ✓ Juegos
- ✓ Inhibición
- ✓ Etc.



"La idea es darle feedback inmediato al alumno"

Fase 3 de Consolidación

Objetivo: Migrar la nueva información a la MLP.

3.1 Aprender haciendo

• Convertir al alumno en el protagonista activo de las tareas

¿CÓMO?

Taxonomía = recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear

Estrategias

- ✓ Simular experiencias reales
- ✓ Realizar pequeñas obras de teatro
- ✓ Proyectos interdisciplinares
- ✓ Metodologías activas por proyectos



3.2 Relaciones diversas

• Comprobar si el aprendizaje es correcto antes de consolidarlo

¿CÓMO?

De manera interdisciplinaria y multisensorial

Estrategias

- ✓ Explicando
- ✓ Clasificando
- ✓ Resumiendo
- ✓ Probando
- ✓ Prototipando



Fase 4 de Evaluación

Objetivo: Diagnosticar en qué punto se encuentra el alumno.

4.1 Reto

• Explicar y aplicar los contenidos recibidos.

¿CÓMO?

Evaluando por competencias

Estrategias

- ✓ NO con exámenes de tipo test
- ✓ NO con únicamente preguntas cerradas
- ✓ SÍ razonando sobre situaciones reales y evaluando los conocimientos con una narrativa

4.2 Diagnóstico

• Valorar el desarrollo competencial.

¿CÓMO?

En base a los objetivos planteados y la metodología aplicada

Estrategias

- ✓ Analizando cómo ha aplicado los contenidos
- ✓ Evaluando las estrategias de pensamiento
- ✓ Procesos psicológicos y sociales
- ✓ Evaluación 360° - Rúbricas, conversaciones



Sesión ideal desde la neuroeducación



Iniciar con un saludo personalizado viendo directamente a cada estudiante (2 min.)



Conversar de un tema agradable y de interés (5 min.)



Realizar un juego en clase o virtual (Kahoot) con preguntas generadoras que despierten el interés acorde con el tema (pensamiento crítico reflexivo) (10 min.)



Realizar una pausa activa (3 min.)



Dar espacio para ir al baño, darse una vuelta e incluso conversar con compañeros o merendar (5 min.)



60 minutos



Ofrecer el tema de fondo + ejemplos + videos + anécdotas + aportes de estudiantes y genere vínculo con lo cotidiano. En otra clase hágalo pero con aula invertida (20 min.)



Ejercicio de relajación-respiración (usar música) (3 min.)



Actividad en clase relacionada con el tema de fondo (se puede usar música) (10 min.)



Finalizar con concusiones puntuales de la clase (2 min.)

Consideraciones Neuroeducativas (En resumen...)

Plasticidad cerebral	Educación Emocional	Atención	Actividad física
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diversidad del alumnado ✓ Evaluación flexible ✓ Expectativas positivas hacia los alumnos: Todos pueden mejorar 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Clima emocional positivo: respeto, escucha e interés ✓ Empatía ✓ Consciencia emocional 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fomentar la novedad, curiosidad y creatividad ✓ Inicio de clase: enseñar contenidos más importantes ✓ Desarrollo: bloques 10-15 min. ✓ Final de cada bloque: reflexión o pausa ✓ Profesor activo que se mueva y cambie el tono de voz 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ejercicio antes del comienzo de la clase ✓ Permitir beber agua en clase ✓ Enseñar hábitos nutricionales y de sueño apropiados

Consideraciones Neuroeducativas

- | Práctica continua | Juego | Actividades artísticas | Socialización |
|--|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Integrar el componente lúdico en la actividad diaria ✓ Rompecabezas, juegos compartidos, programas de ordenador, etc. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Memorización ✓ Currículo en espiral: enseñar un concepto de forma gradual y repetitiva, reforzando los conceptos a lo largo del tiempo | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Instrucción musical o teatro ✓ Fomentar la creatividad | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Colaboración efectiva ✓ Saber escuchar y respetar las opiniones ✓ Dejar en claro los beneficios de trabajar en grupo y saber cuál es el rol dentro del mismo ✓ Fomentar la colaboración entre alumnos de diferentes niveles y actividades interdisciplinarias |



Consideraciones para planear una sesión de clase

Para la planeación de tu clase recuerda tomar en cuenta los siguientes elementos:

En esta clase:	Excelente	Muy bien	En Proceso
Ambiente positivo			
Organización de la clase: inicio, contenido y práctica, cierre			
Efecto sorpresa			
Participación de alumnos			
Variedad y duración de actividades			
Actividades multisensoriales (vista, oído, tacto, olfato, gusto)			
Justificación			
Recursos cerebrales			
Retrospección			



Constancia de participación

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Psicología
Otorga la presente
Constancia a:

Por su valiosa participación en el curso a nivel de
Introducción a la Neuroeducación
“Educar con Cerebro”
 Con una duración de 30 horas

¡Felicidades!

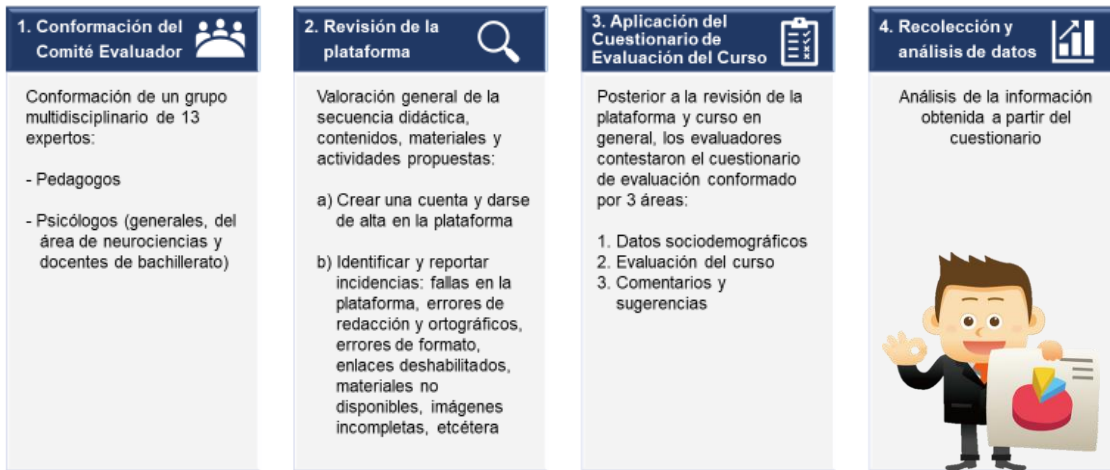
“Por mi raza hablará el espíritu”
 Ciudad Universitaria, 2020.



Capítulo V

Resultados de la Evaluación del Curso

Con la finalidad de identificar fortalezas y áreas de oportunidad y mejora del curso, se procedió a realizar una evaluación cuantitativa y cualitativa de éste. Como se hizo mención en la metodología, el proceso que se siguió para esta etapa, fue el siguiente:

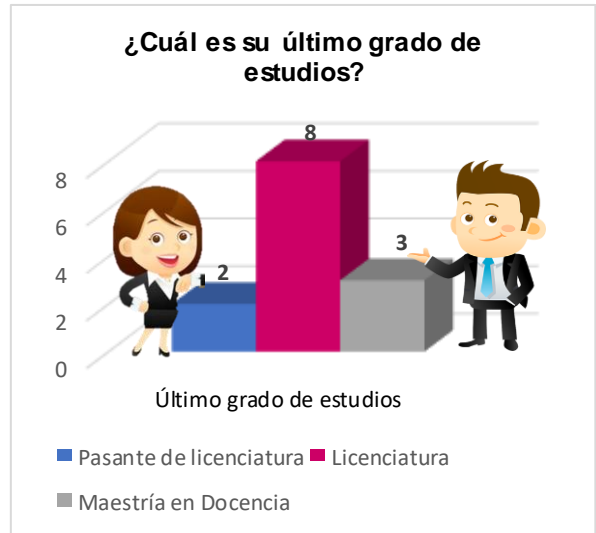
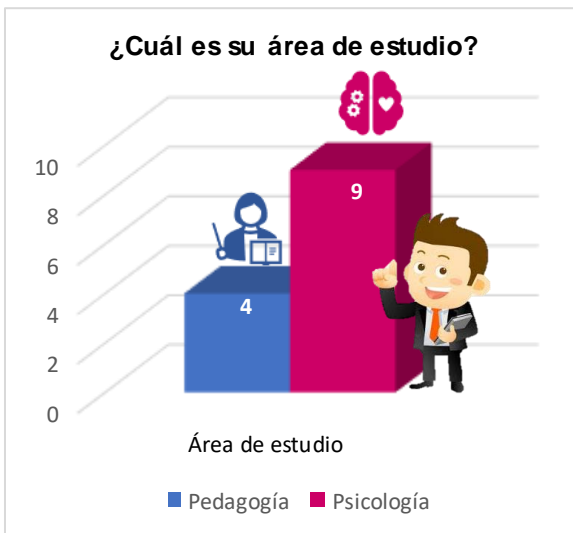
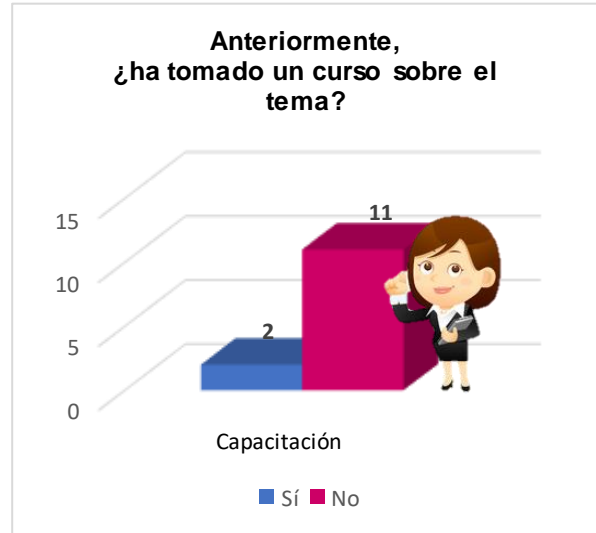
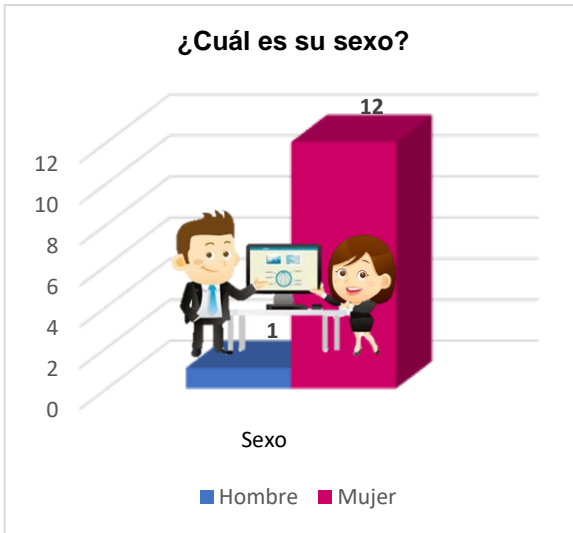


1. Resultados de la Evaluación del Curso

En este apartado se muestran los resultados del análisis estadístico descriptivo, del *Cuestionario de evaluación del curso "Educar con Cerebro"*. De esta manera se obtuvieron los indicadores para realizar las mejoras a la plataforma y a sus contenidos. Finalmente, los datos fueron graficados:

a) Sociodemográficos

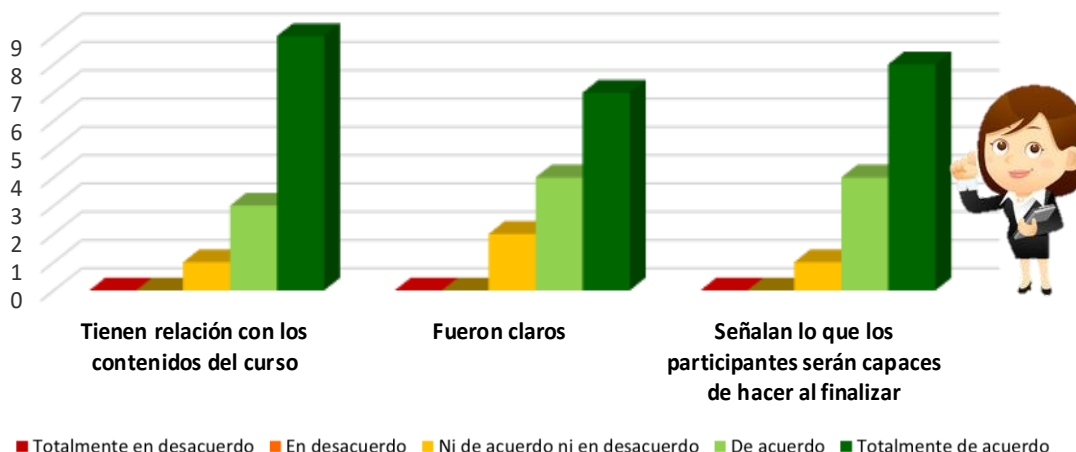
El grupo de evaluadores estuvo conformado por 13 participantes, con una edad comprendida entre los 21 y 50 años, residentes de la Ciudad y el Estado de México. A quienes previamente se les explicó el objetivo del proyecto para que posteriormente, evaluaran la calidad, eficacia y eficiencia del curso virtual. En las siguientes gráficas, se puede apreciar que la mayoría de los participantes fueron mujeres. Sólo dos, habían tomado un curso vinculado a la neuroeducación o con temas relacionados. Colaboraron en su mayoría psicólogos con la licenciatura concluida. Sin embargo, fue importante que lo revisaran estudiantes de otras áreas como pedagogía, niveles de posgrado y recién egresados. Lo que muestra la diversidad y lo necesario de la variedad de visiones.



b) Evaluación de la calidad del curso

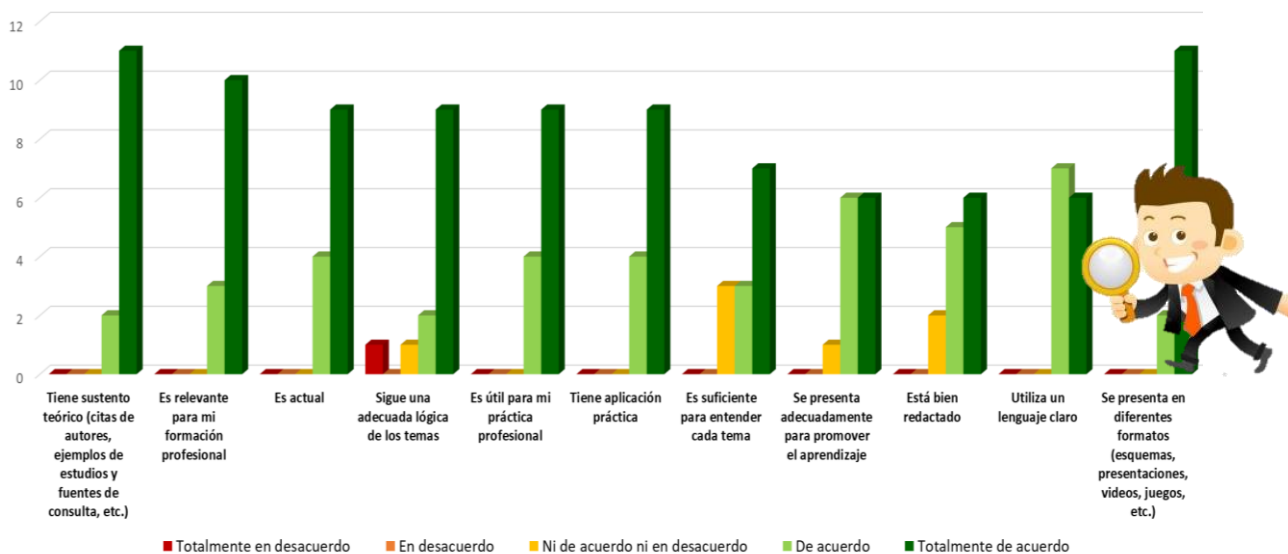
Para el análisis de esta segunda parte del cuestionario, se estableció un tipo de semáforo que, proporcionó una guía visual sobre lo que se tiene que mejorar en cada uno de los rubros del curso, tomando como base una escala Likert que va de totalmente en desacuerdo (rojo) a totalmente de acuerdo (verde). A continuación, se muestran los resultados derivados de la evaluación del curso con respecto a:

1. Los aprendizajes esperados



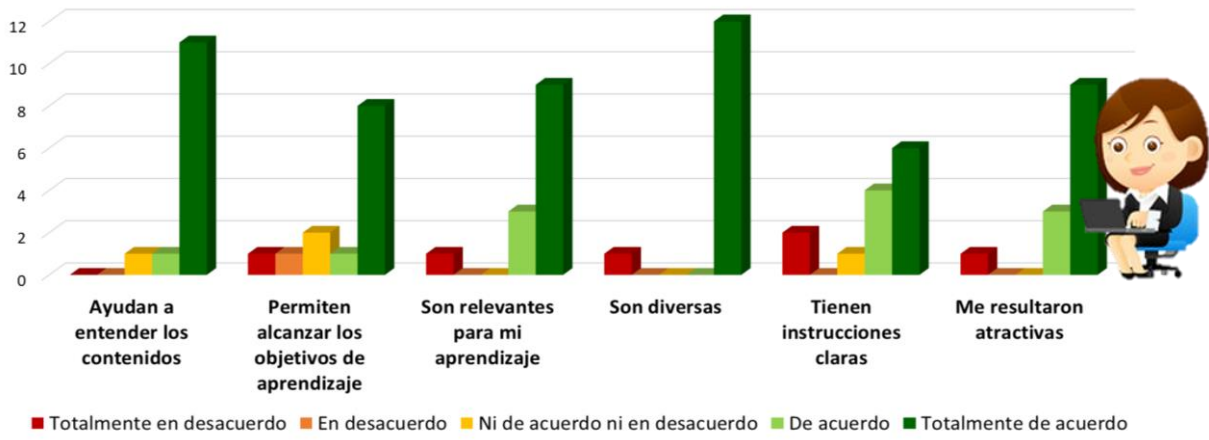
La mayoría de los evaluadores considera que los aprendizajes esperados tienen relación con los contenidos del curso (12), fueron claros (11) y señalan lo que los participantes serán capaces de hacer al finalizar (12).

2. El contenido del curso...



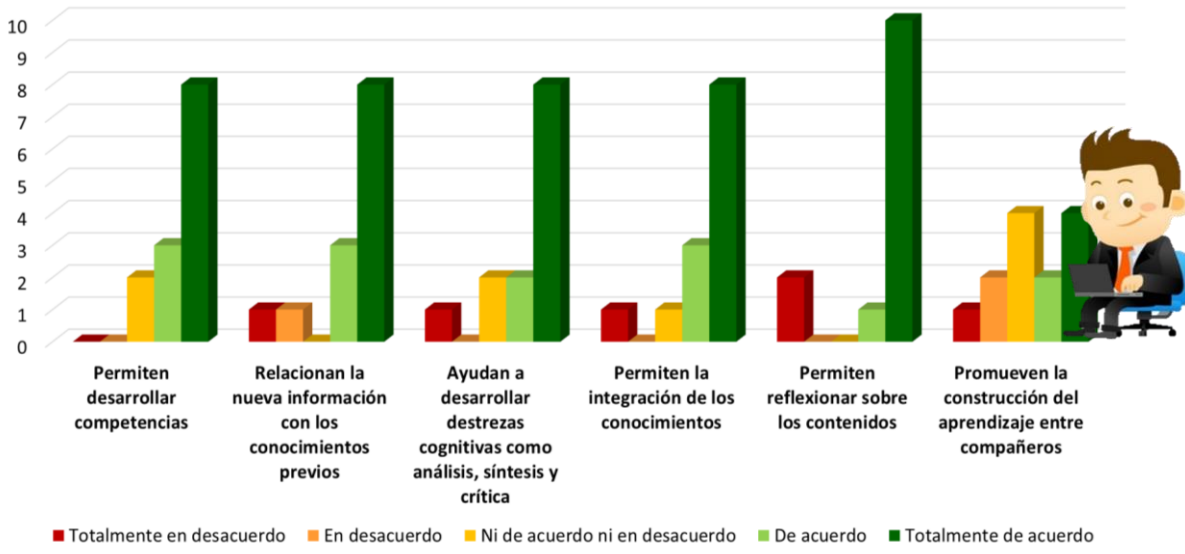
Todos los participantes coinciden en que el contenido del curso tiene sustento teórico, es relevante para la formación profesional, es actual, útil y tiene aplicación práctica. La mayoría también está de acuerdo en que dicho contenido promueve el aprendizaje (12), sigue una adecuada lógica de los temas (11) y es suficiente para entender cada uno de ellos (10). Con respecto al estilo del contenido, los 13 expertos están de acuerdo en que se presenta en diferentes formatos y utiliza un lenguaje claro, además de estar bien redactado (11).

3. Las actividades del curso

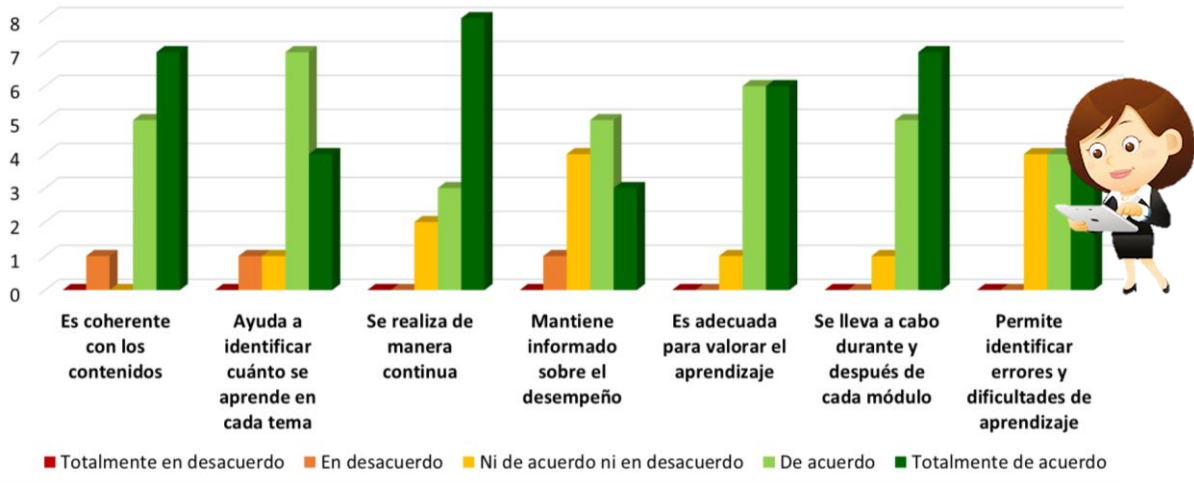


Con respecto a las diversas actividades que se proponen dentro del curso, la mayoría de los expertos (12) considera que estas, además de ser diversas, ayudan a entender los contenidos, son relevantes para el aprendizaje y resultan atractivas, aunado a ello, tienen instrucciones claras (10) y permiten alcanzar los objetivos de aprendizaje (9).

Once de los participantes también destaca que las actividades permiten reflexionar sobre los contenidos, ayudan a desarrollar competencias, relacionan la nueva información con los conocimientos previos y permiten la integración de los conocimientos, además de que ayudan a desarrollar destrezas cognitivas (10). Por último, se observa una marcada diferencia en relación con la idea de que las actividades promueven la construcción del aprendizaje entre compañeros, ya que solo seis evaluadores coinciden en tal afirmación:

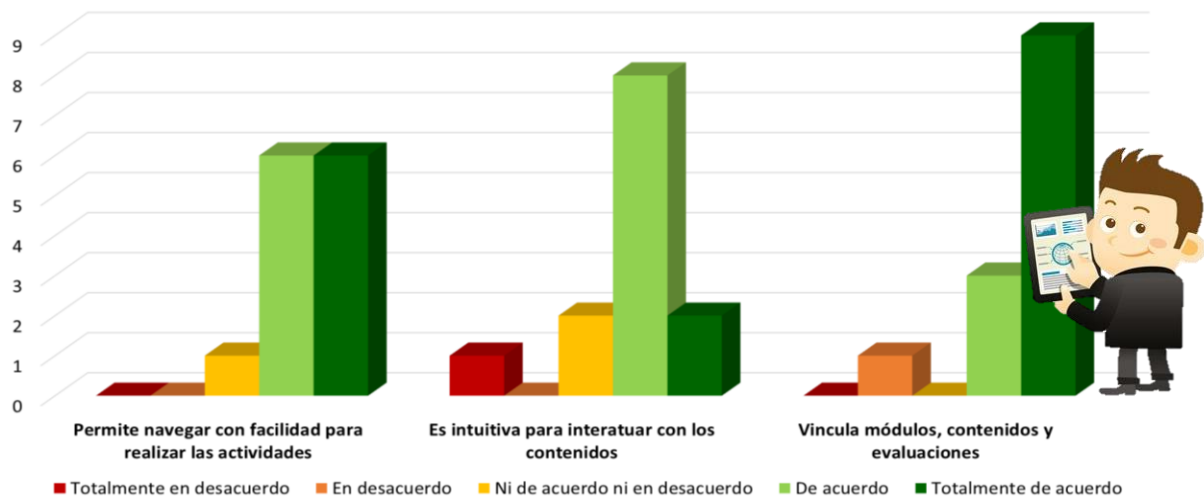


4. La propuesta de evaluación



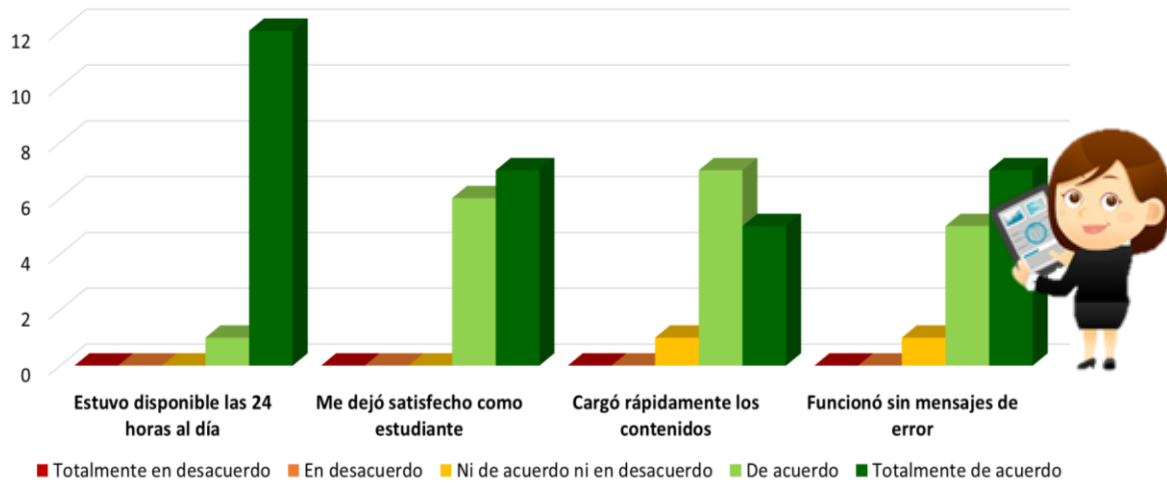
En relación con la evaluación del curso que se propone, la mayor parte del grupo (12), señala que esta es coherente con los contenidos, resulta adecuada para valorar el aprendizaje y se lleva a cabo durante y después de cada módulo. Once participantes, también refieren que la evaluación se realiza de manera continua, ayudando a su vez a identificar cuánto se aprende en cada tema, seguido de quienes indican que permite identificar errores y dificultades de aprendizaje (9) y finalmente, te mantiene informado sobre el propio desempeño (8).

5. La estructura y organización del curso



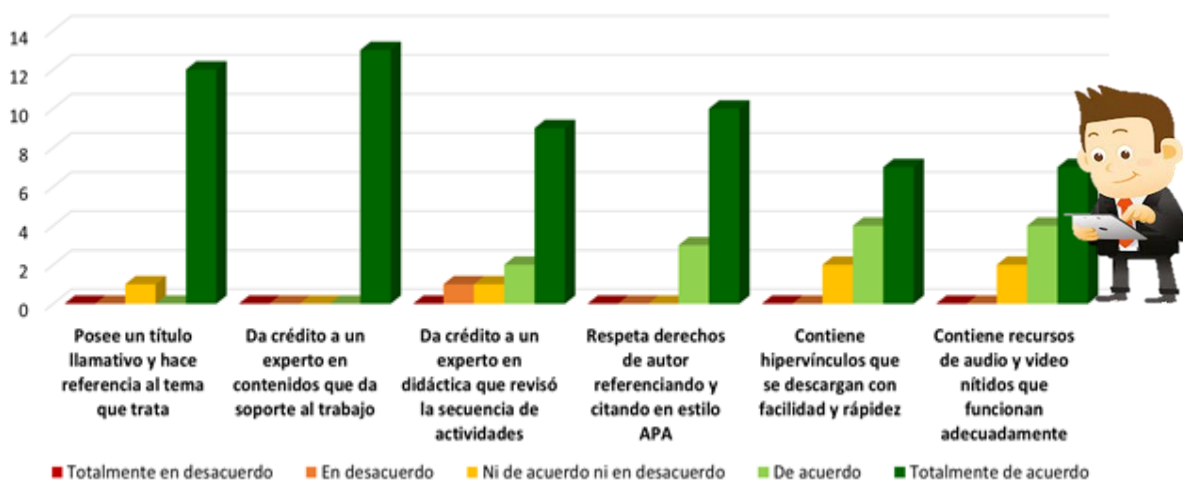
Doce de los evaluadores considera que la estructura del curso está organizada de tal forma que no solo vincula módulos, contenidos y evaluaciones, sino que permite navegar con facilidad para realizar las actividades. Por su parte, diez personas, concuerdan en que, es intuitiva para interactuar con los contenidos.

6. La plataforma



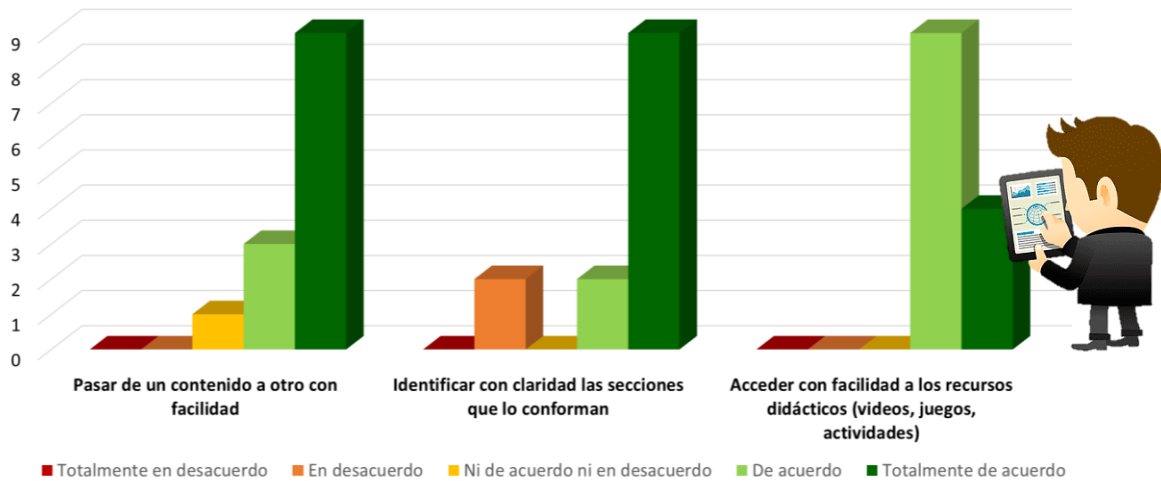
En lo que respecta a la plataforma, todos los participantes resaltaron que esta estuvo disponible las 24 horas, sintiéndose satisfechos con ella, ya que además de apoyar su aprendizaje, cargó rápidamente los contenidos (12) y funcionó sin mensajes de error (12).

7. El sitio del curso



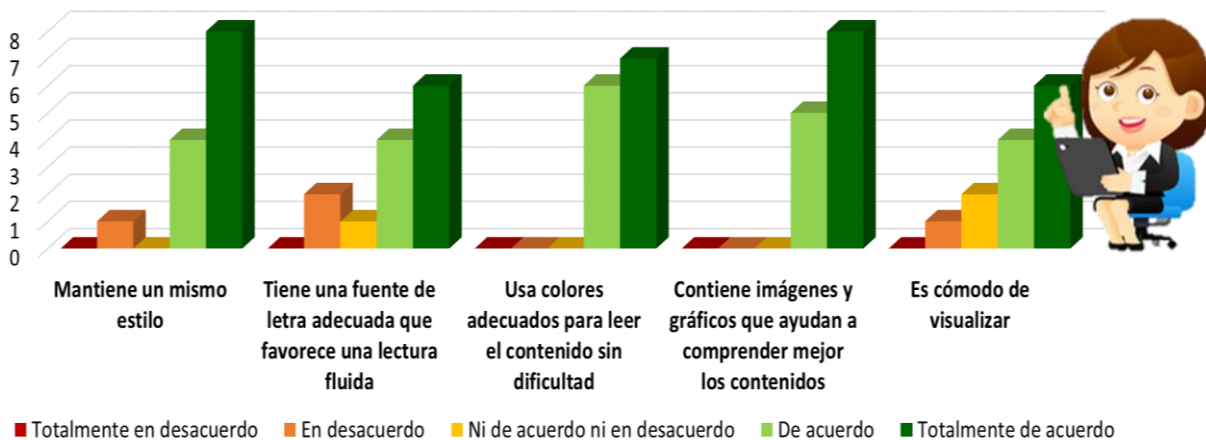
En relación con el sitio educativo, todos los evaluadores mencionaron que este da crédito a un experto en contenidos que a su vez da soporte al trabajo, además de que respeta derechos de autor referenciando y citando en estilo APA. La mayoría también indicó que tiene un título llamativo que hace referencia al tema que trata (12), seguido de quienes comentaron que además de dar crédito a un experto en didáctica, contiene hipervínculos que se descargan con facilidad y rapidez, y contiene recursos de audio y video nítidos que funcionan adecuadamente.

8. La navegación permite



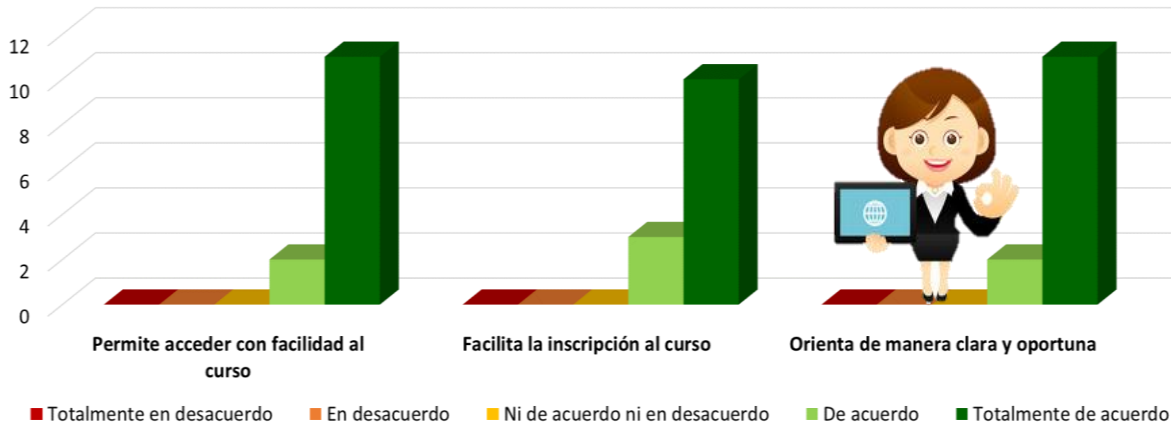
La mayoría de los participantes, comentan que la navegación del curso permite pasar de un contenido a otro con facilidad (12), te ayuda a identificar con claridad las secciones que lo conforman (11), así como acceder con facilidad a los recursos didácticos (13).

9. El diseño gráfico



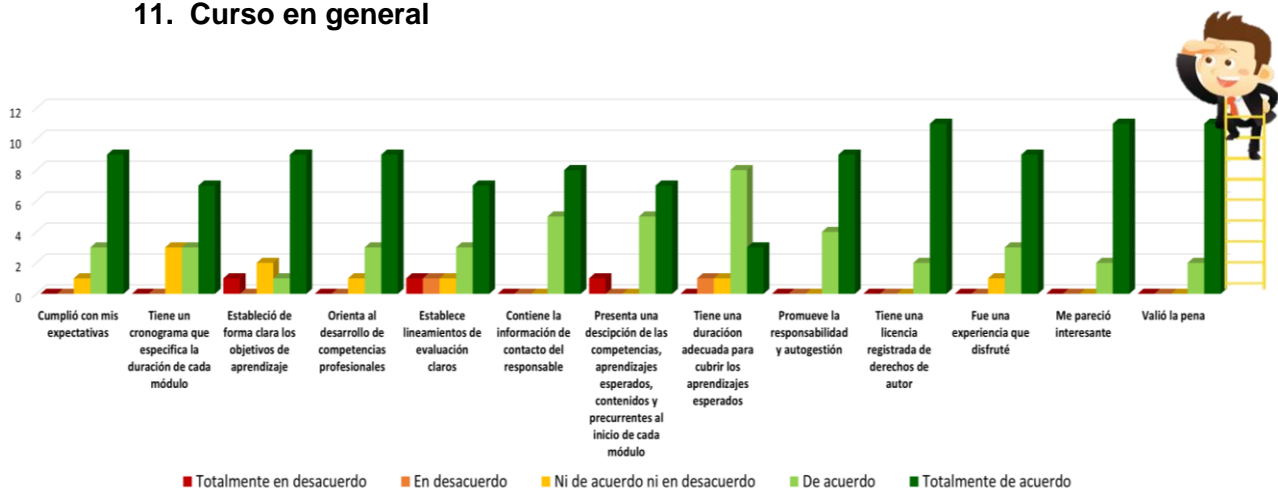
Todos los participantes opinan que el curso contiene imágenes y gráficas que ayudan a comprender mejor los contenidos, y usa colores adecuados que permiten leer el texto sin dificultad. También mantiene un mismo estilo (12), tiene una fuente de letra adecuada que favorece una lectura fluida (10) y es cómodo de visualizar (10).

10. El servicio de administración de la plataforma



Todo el grupo de expertos coincidió en que el servicio que recibieron por parte de la administración de la plataforma les permitió acceder con facilidad al curso, facilitó su inscripción y les orientó de manera clara y oportuna.

11. Curso en general



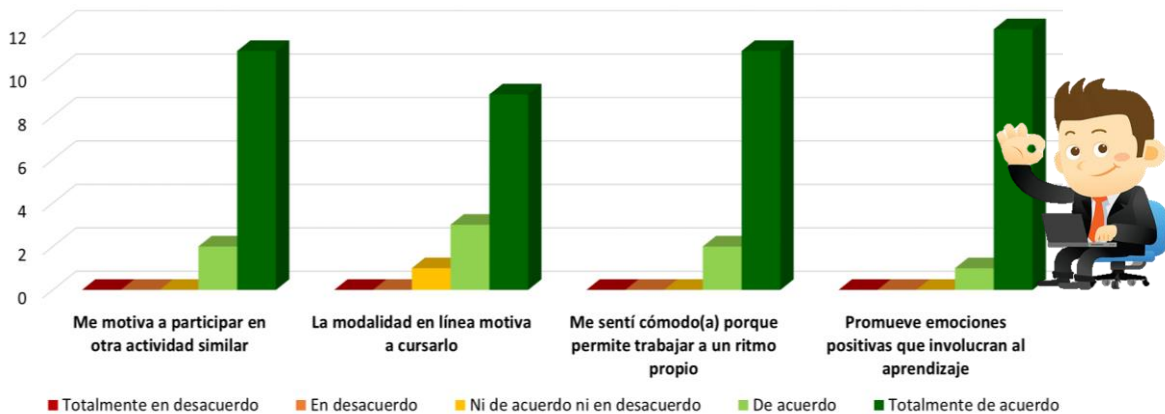
Al preguntar sobre el curso en general, todos los participantes opinaron que este promueve la responsabilidad y la autorregulación. Asimismo, coinciden en que establece lineamientos de evaluación claros.

Un grupo de 12 personas estuvieron de acuerdo en que tiene un cronograma que especifica la duración de cada módulo, y orienta al desarrollo de competencias profesionales. Por su parte, once evaluadores, señalaron que presenta una descripción de las competencias, aprendizajes esperados, contenidos y precurrentes al inicio de cada módulo, además de tener una duración adecuada para cubrir los aprendizajes esperados.

Seguido de diez personas que mencionaron que el curso estableció de forma clara los objetivos de aprendizaje.

Aunado a lo anterior, a todos los participantes (13) les pareció un curso interesante que valió la pena. La mayoría también señaló que fue una experiencia disfrutable que cumplió con sus expectativas (12).



12. La experiencia dentro del curso



Todos los participantes coinciden que el curso los motiva a participar en una actividad similar, la modalidad en línea los motivó a cursarlo, se sintieron cómodos porque les permitió trabajar a su propio ritmo y se trata de un curso que promueve emociones positivas que involucran al aprendizaje.

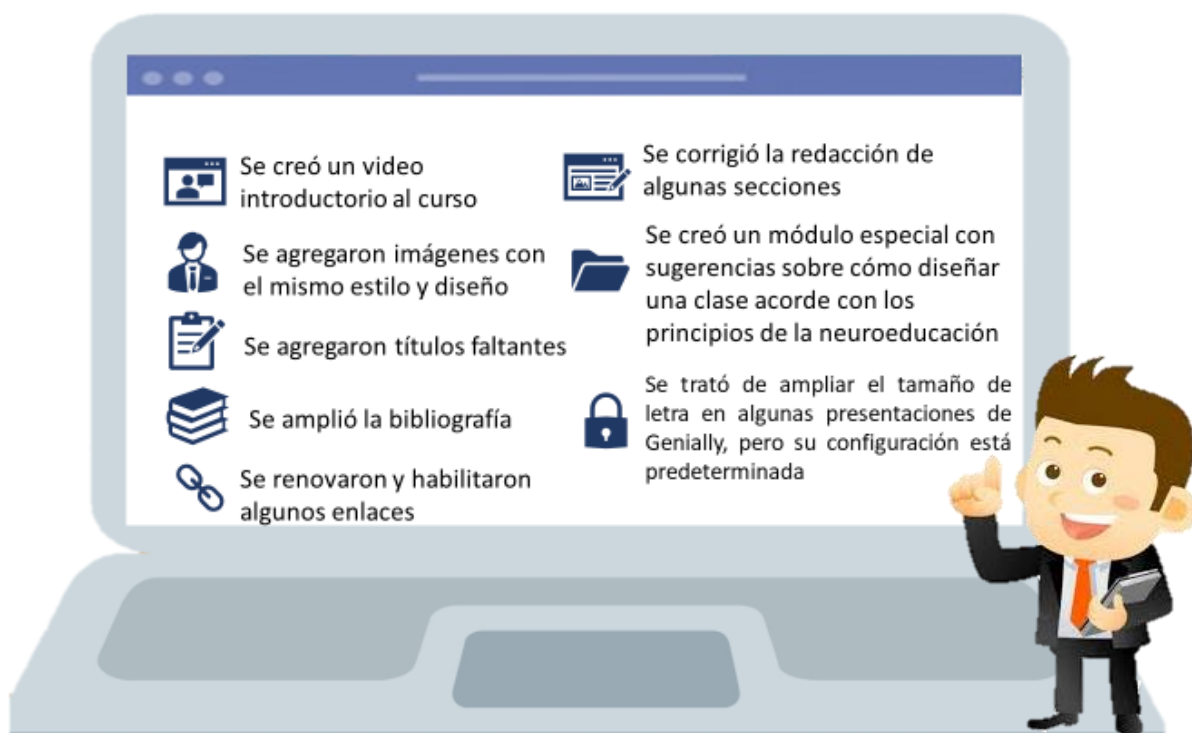
c) Sugerencias y comentarios

Para conocer, complementar y hacer los ajustes necesarios a la propuesta, se pidió al grupo evaluador que mencionara algunas sugerencias y/o comentarios que permitieran trazar una ruta de mejora, los cuales se centraron en:

Críticas	Sugerencias	Comentarios
<ul style="list-style-type: none">• Exceso de información en algunos módulos• Presencia de algunos errores técnicos 	<ul style="list-style-type: none">• Incluir actividades de descanso en todos los módulos y no solo en algunos• Aumentar el tamaño de letra que facilite la lectura• Mejorar la uniformidad y articulación entre módulos• Agregar subtítulos para identificar con mayor facilidad los temas• Actualizar algunas de las referencias• Mejorar la nitidez y claridad de algunos textos e imágenes• Mejorar la redacción de ciertos párrafos• Brindar a los docentes una inducción sobre el uso de la plataforma (Edmodo) y de la herramienta Genially para mejorar la experiencia e interacción con el contenido. Incluir un video tutorial que incluya dicha información.	<ul style="list-style-type: none">• <i>“Me gustó mucho el curso”</i>• <i>“Me gustaron mucho las actividades”</i>• <i>“Me pareció muy enriquecedor, está muy bien estructurado y contiene información muy interesante que se puede poner en práctica”</i>• <i>Se trata de un curso “intuitivo, de fácil acceso, redacción digerible y aplicable”</i>• <i>Tiene “muy buen contenido”</i>• <i>“Es una propuesta muy fresca”.</i> 

Al pedir a los participantes que asignaran en una escala del 1 al 10, una calificación al curso en general, se obtuvo una puntuación promedio de 8.3.

Finalmente, a partir de las sugerencias indicadas por los evaluadores se dispuso a realizar los siguientes ajustes, correcciones y mejoras:



Capítulo VI

Discusión

En primer lugar, hay que mencionar que al realizar la evaluación diagnóstica se identificó que el 78% de los docentes de nivel medio superior desconoce en gran medida las bases y mecanismos psicobiológicos que subyacen al aprendizaje y al comportamiento adolescente, tal como indicó Román (2013) en un trabajo previo. Esto resulta alarmante, ya que, aunque pueden tener nociones de prácticas didácticas útiles, suelen centrar su atención de manera casi exclusiva en la parte cognitiva, sin reconocer la complejidad que representa el ser humano en todas sus dimensiones (Campos, 2017; Bueno, 2018).

Por otra parte, hay quienes conocen sobre el tema de plasticidad cerebral, sin embargo, aún falta indagar sobre su concepción, ya que, según Salazar (2005), suelen verla como sinónimo de sustitución o compensación en casos de lesión cerebral, sin reconocer dicha capacidad como la base del aprendizaje, reflejando así un conocimiento parcial y limitado, con todo lo que ello implica para el ámbito educativo.

También se encontró que gran parte de los profesores desconoce sobre neuromitos, lo que aumenta el riesgo de tener ideas erróneas, falsas creencias y/o basar su práctica en pseudociencias al hacer partícipes a los estudiantes de actividades ineficaces que limitan el aprendizaje, además de invertir en tiempo, esfuerzo y recursos, que de por sí son limitados. Asimismo, es preocupante que muchas de estas ideas, como los “*estilos de aprendizaje*”, sean tomadas como referente para el diseño de propuestas curriculares como las que plantea el *Curso-taller de Exploración de Habilidades para la Docencia en Media Superior* que imparte la ANUIES, el cual es parte de los requisitos de ingreso a la Secretaría de Educación Pública.

Si bien los neuromitos parecen ser cuestiones inofensivas, la realidad es que no solo interfieren con el derecho de los estudiantes a recibir una educación de calidad, basada en los resultados del progreso científico tal como señala el artículo 3° de nuestra Constitución Política, sino que entorpecen y obstaculizan la creación de políticas públicas en materia educativa, por ejemplo, en lo que respecta al horario de clase, la implementación de programas permanentes que favorezcan la salud integral o que fomenten la cultura y las artes. De ahí que se empiece a trabajar en la alfabetización de conceptos científicos válidos en los que se fundamente la práctica docente. Si bien los

profesores son creativos y pueden hacer algunos ajustes a su clase para que esta sea más amigable y compatible con la forma en que aprende el cerebro, también es cierto que algunas decisiones no dependen de ellos, por lo que será necesario extender esta información a las autoridades competentes para que sean parte de la agenda educativa.

Ahora podemos ver a los educandos desde una mirada más integral y ser más conscientes de los efectos que producen nuestras intervenciones en el aula al querer atiborrarlos de información, no darles tiempo suficiente para su asimilación, querer que permanezcan sentados de forma pasiva durante largas jornadas escolares, someterlos a un estrés continuo, limitar los tiempos de ocio y esparcimiento, o tacharlos de indisciplinados, flojos y rebeldes, sin entender que realmente son personas con un cerebro en desarrollo que aunque no lo parezca, todavía requieren la comprensión y el acompañamiento por parte de los adultos que interactúan con ellos.

Pese a lo anteriormente referido, un punto rescatable es que los docentes evaluados tienen la necesidad y avidez por conocer más sobre el enfoque que propone la Neuroeducación que sirva para complementar y fortalecer su labor pedagógica. Esto representa una gran área de oportunidad, además de ser especialmente alentador, ya que, a pesar de los esfuerzos por ofrecer oportunidades de capacitación permanentes, estas suelen ser limitadas y vistas más como un requisito institucional, sobre todo, en el sector público al tener que cubrir un mínimo de horas como parte del ingreso, promoción y permanencia.

Desafortunadamente, el nivel medio superior ha sido uno de los sectores más desprotegidos por el propio sistema (Gutiérrez, 2009) al no recibir la atención que merece. Necesitamos comprender que las y los maestros no solo son agentes fundamentales del proceso educativo sino parte del proceso de transformación social, de ahí que se les permita acceder a un sistema integral de formación, de capacitación y de actualización. Por lo que este curso coadyuva al cumplimiento de dicho objetivo en beneficio de toda la comunidad educativa y de la sociedad en general.

Participar en un curso en línea sobre “Neurodidáctica” y “Neuropedagogía” en mis inicios por descubrir más acerca de los aportes de la neurociencia al campo educativo, me dio la posibilidad de contrastar sus propuestas con la que se presentan en este trabajo. De forma general y como pasa en la mayor parte de los cursos, solo se quedan a nivel

teórico, sin retomar las aplicaciones concretas a los procesos de enseñanza y aprendizaje, tampoco incorporan a su pedagogía y diseño, los aportes de las neurociencias que ellos mismos promueven, por lo que no hay una verdadera integración del conocimiento teórico-práctico.

Por estas razones, se decidió elaborar un curso ajustado a las necesidades de los profesores al retomar los resultados obtenidos de la evaluación diagnóstica, el cual les proporcionara los conocimientos y evidencias sobre neurociencias, pero también cómo aplicarlas, tomando como base y eje rector de la propuesta, los principios de la neuroeducación tanto para su diseño como para su construcción. Lo interesante y novedoso de dicha propuesta es que los docentes aprenderán sobre neurociencias usando neurociencias, es decir, serán testigo y parte de su aplicación real en un contexto de capacitación a distancia, para que ellos mismos puedan usarlos y aplicarlos con sus estudiantes.

En ningún momento se pretendió ofrecer un curso superfluo, exclusivamente teórico o que asegurara tener la receta mágica para los retos que enfrenta el sistema educativo actual, sino que realmente llevara al docente a reflexionar sobre la enorme responsabilidad que tiene en sus manos y al mismo tiempo, promoviera una mayor conciencia de sus propias fortalezas y áreas de oportunidad, así como ver la utilidad práctica que ofrece la Neuroeducación, que pueda implementarla de forma efectiva en el aula y que se vea reflejada en los aprendizajes de sus estudiantes.

a) Aportes y limitaciones

A pesar de que el curso no pudo aplicarse como estaba planeado inicialmente debido en gran parte a cuestiones temporales y administrativas, esto no impidió utilizar de manera efectiva y creativa todos los recursos tecnológicos disponibles para crear una propuesta a distancia de mayor alcance y un trabajo más robusto a partir de una doble evaluación y retroalimentación proporcionada por las tutoras de tesis, las y los profesores de bachillerato que participaron en la evaluación diagnóstica, y del grupo de expertos que fungieron como evaluadores del curso, aportando diferentes puntos de vista y perspectivas que en suma enriquecieron el trabajo para construir una propuesta de calidad que coadyuve a los procesos de formación y capacitación docente.

Asimismo, esto ha dado tiempo a aprender muchísimo, ya que al inicio no había la seguridad, la confianza y los suficientes conocimientos para impartirlo, pero ahora que he revisado y leído una vasta bibliografía, esto me ha permitido madurar y ver todos los avances y logros obtenidos. En definitiva, haber esperado ha sido una inversión y no una pérdida de tiempo.

Por otro lado, la evaluación del curso por parte del Comité Evaluador permitió realizar los ajustes necesarios, por lo que, de antemano, cuenta con el respaldo de varios profesionales de la educación. Dicha evaluación también permite dar cuenta de sus fortalezas, entre las cuales se distinguen las siguientes:

1. Una propuesta visualmente atractiva, más uniforme y consolidada.
2. Una plataforma de fácil acceso, amigable y flexible que puede adaptarse a una modalidad a distancia, sincrónica, asincrónica o dual.
3. Un curso con información interesante, actualizada, acorde con los aprendizajes esperados, motivadora, útil y, sobre todo, alineada con la forma en que aprende el cerebro.
4. Una amplia variedad de estrategias que los docentes pueden vivenciar, replicar, adaptar y mejorar dentro de su contexto áulico.
5. Una propuesta de calidad con una fuerte base teórica y de investigación.

Finalmente, los resultados a partir de la creación y evaluación del curso muestran que se cumplió con el objetivo general planteado en el presente trabajo. Pero más allá de esto, se observa un notable avance y evolución de la propuesta realizada, producto también del trabajo en equipo de quienes participaron con su retroalimentación, en un gran esfuerzo por coadyuvar a la progresiva transformación docente.

Seguramente, conforme la ciencia siga avanzando y se descubran nuevas cosas que sean útiles para la educación, será necesaria la actualización de la información presentada en este curso, por lo que, resulta una ventana abierta y fuente inagotable de oportunidades.

b) Sugerencias

Para aquellas personas que deseen realizar una investigación similar, se recomienda tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

➤ *Vinculación interinstitucional*

Acercarse previamente a la institución educativa donde se desea participar para crear y fortalecer vínculos de trabajo y colaboración, no solo para tener acceso inmediato a la población destinataria, sino apoyar a las nuevas generaciones del posgrado para que puedan realizar su práctica profesional y, en consecuencia, concluir oportunamente su proyecto de investigación.

➤ *Revisar el calendario de capacitación docente*

Es comprensible que cada escuela tenga establecidos y calendarizados sus cursos de capacitación, por ello, la sugerencia que se hace es anticiparse y revisar las fechas en las que se tienen programados los mismos para entonces hacer los trámites administrativos correspondientes, coordinar esfuerzos y coincidir en tiempo y forma.

➤ *Sistema de capacitación flexible y de fácil acceso*

A pesar de que las y los docentes refieren un interés genuino por la capacitación en general, algunos consideran que la carga de trabajo y el tiempo extra del que disponen en la mayoría de los casos es un obstáculo para su realización de manera presencial, por lo que prefieren un curso en línea que les brinde la oportunidad de manejar sus tiempos y organizar sus actividades. De ahí que se piense en ofrecer cursos autogestivos de fácil acceso, los cuales puedan realizarse desde cualquier lugar y disponer del contenido las 24 horas del día.

➤ *Promover una modalidad dual o híbrida*

Al planear y diseñar una capacitación a distancia, esta se vería favorecida al complementarla con una versión presencial y viceversa. Este modelo de enseñanza fomentaría la revisión previa de los contenidos desde casa para posteriormente plantear dudas o comentarios en clase, discutirlos y construir así el conocimiento de manera conjunta. De esta manera, el tiempo de clase es aprovechado por el facilitador para

profundizar en los contenidos, fomentar la interacción entre pares y retroalimentar la experiencia.

➤ *Capacitación en el tema de estudio y acompañamiento especializado*

Debido a que el curso trata una serie de tópicos y contenidos complejos, éstos requieren un estudio profundo y crítico para su posterior análisis y síntesis. En este sentido, a pesar de haber tenido un acercamiento previo al tema, también contaba con creencias equivocadas sobre el mismo y una falta de conocimientos que venía arrastrando desde la licenciatura, por lo que es fundamental empaparse de la temática y contar con un grupo de expertos en el área que supervise y respalde el trabajo realizado. Hay que enfatizar que la persona que funja como diseñador y facilitador del curso deberá hacer una revisión cuidadosa de artículos neurocientíficos confiables y válidos, adoptando en todo momento una visión crítica sobre la información que se presenta.

➤ *Revisión de literatura universal especializada*

Debido a que en México la investigación sobre el tema es aún escasa, se propone revisar literatura especializada de diferentes países que permitan tener una visión global y particular sobre lo que están realizando o proponiendo los especialistas con miras a enriquecer nuestra propuesta.

➤ *Alfabetización tecnológica*

Resulta indispensable que el facilitador del curso tenga un conocimiento básico sobre el tema y se capacite de manera continua para profundizar en este, pero también que se capacite y perfeccione sus competencias tecnológicas, aunado a un cambio de mentalidad con respecto a la forma de plantear y llevar a cabo el proceso educativo.

➤ *Estudio previo a la intervención educativa*

Con respecto a la implementación del curso, habría que hacer un pilotaje previo a realizar la intervención como tal, con el objetivo de identificar áreas de oportunidad, realizar los ajustes necesarios y fortalecer el proyecto, derivados no solo de las observaciones de los especialistas o el facilitador a cargo sino de los participantes del curso.

➤ *Colaboración con otros especialistas*

Para que la capacitación sea aún más enriquecedora, se propone invitar a diferentes profesionales para que faciliten o sean parte de un módulo específico, a partir por ejemplo de su participación en entrevistas o mesas de diálogo sobre el tema a abordar, brindando otros puntos de vista y generando una dinámica de trabajo motivadora.

➤ *Colaboración con la comunidad escolar*

Además de la atención que pueda darse a los docentes, resulta imperiosa la necesidad de promover la participación de todos los actores educativos: estudiantes, padres y madres de familia, autoridades, etc. Es decir, si queremos que la intervención tenga un mayor impacto y genere un cambio que pueda sostenerse a lo largo del tiempo hay que incluirlos en la medida de lo posible.

➤ *Cambio de mentalidad docente*

Es importante que, como docentes, empecemos a trabajar en nuestras concepciones sobre el proceso educativo y el impacto que tienen en nuestra práctica, que no nos conformemos con una enseñanza tradicional y estemos dispuestos a innovar.

➤ *Formación docente en neurociencias*

Finalmente, se espera que cursos como este, se tomen en cuenta como parte de la formación inicial de los maestrantes, abriendo camino para pensar en la incorporación de temas sobre Neurociencias aplicadas a la Educación dentro del programa de estudios de la MADEMS.

c) Experiencia

Formar parte de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior fue una de las experiencias más enriquecedoras e invaluable que he tenido a lo largo de mi trayectoria académica, personal y profesional, la cual superé por completo mis expectativas, ya que no solo me brindó la oportunidad de crecer profesionalmente gracias al acompañamiento de los profesores y relación con mis compañeros, sino que me dio la posibilidad de hacer grandes amistades. Y aunque al principio llegué con una idea de trabajo, la orientación y el apoyo por parte de las tutoras me ayudó a ampliar mi visión sobre el proceso educativo, redefinir el proyecto de investigación, orientarlo, enriquecerlo, fortalecerlo y consolidarlo.

Ver a la Neuroeducación como un nuevo marco explicativo, me ha ayudado a tener una comprensión más global y holística del ser humano, así como de aquellos factores biopsicosociales que pueden incidir en el desarrollo y los procesos de aprendizaje, contar con una visión más crítica que me lleve necesariamente a fundamentar cualquier intervención educativa con base en la evidencia disponible y no sólo en lo que marcan algunos lineamientos o normas institucionales. Así como considerar otros enfoques o aspectos de la enseñanza diferentes a mi formación para tomar decisiones oportunas y plantear nuevas formas de trabajo. En este sentido, resalto la necesidad de salir de mi zona de confort para reinventarme en lo pedagógico, revisar mi práctica docente y hacer una reflexión vinculada a la acción para transformar la realidad, ser sensible a las necesidades educativas de mis estudiantes y posicionarme como una docente transformadora.

Gracias a todo el proceso de construcción del proyecto, puedo decir que ahora cuento con mayores elementos que complementan mi experiencia docente, los cuales me permitirán superar algunos obstáculos y barreras que solía tener en mi práctica profesional, derivados fundamentalmente del desconocimiento que tenía sobre las bases neurobiológicas del aprendizaje y del comportamiento en general. Esto me ha permitido una mayor comprensión sobre el comportamiento de mis estudiantes y de mi propio actuar, así como ser más consciente de que el cerebro es un órgano muy sensible y vulnerable a las influencias del entorno, y, por tanto, ser más responsable en lo que respecta a su cuidado.

Conocer los elementos que participan en los procesos de aprendizaje desde un punto de vista neuroeducativo, permite activarlos, estimularlos y potenciarlos, independientemente del modelo o paradigma educativo con el cual se está trabajando. Así como plantear estrategias que favorezcan la conexión neuronal de manera diferente y puedan fortalecerla a partir del trabajo en clase y de acciones concretas en el aula, las cuales se reflejen en las competencias del alumnado. Al respecto, ampliar mi bagaje sobre los mecanismos cerebrales responsables del aprendizaje y cómo estimular procesos cognitivos como la atención, la memoria, la planeación, entre otros, vinculados a los procesos socioafectivos, han contribuido a generar estrategias que me ayuden a potenciar el aprendizaje de los estudiantes con los que trabajo.

Por otro lado, el uso de diferentes aplicaciones educativas y herramientas tecnológicas para la creación del curso de capacitación docente, me ayudó a acelerar y fortalecer mis competencias digitales, así como explotar mi creatividad para transitar de una modalidad presencial a un entorno virtual de aprendizaje que fuera atractivo, dinámico e interactivo, sin perder de vista el sentido pedagógico para cumplir con los propósitos de capacitación y fortalecimiento de competencias docentes que faciliten la transferencia de los aprendizajes adquiridos a sus diferentes contextos y realidades educativas.

Aunado a todo lo anterior, someter la propuesta de trabajo a una evaluación y juicio por parte de otros profesionales, me permitió conocer nuevas ideas y puntos de vista a fin de fortalecer el trabajo realizado, tomar en cuenta las consideraciones técnicas e informáticas, así como las didácticas y pedagógicas, identificar áreas de mejora y hacer las adecuaciones necesarias para su posterior ejecución e implementación.

Vale la pena resaltar la maravillosa experiencia que resultó participar de una estancia breve en España, la cual no solo me permitió conocer y estar en contacto directo con grandes y reconocidos investigadores (si no es que pioneros) en el área de la Neuroeducación, aprender de su cultura, conocer a otros docentes y sus necesidades educativas, de la forma en que la están aplicando los conocimientos que ofrece la neurociencia a su realidad educativa y de un sinnúmero de estrategias que me ayudaron a ampliar mi repertorio pedagógico, enriqueciendo aún más la propuesta, sino que me permitió entender la gran importancia que es para un estudiante de MADEMS contar con el apoyo de los docentes, compañeros y tutores para no descuidar las responsabilidades propias de la maestría, retomar las clases con más ganas y entusiasmo, y sobre todo, continuar con el proyecto de investigación.

Además de todos los aprendizajes adquiridos a lo largo de la maestría que me han ayudado a ampliar mi portafolio docente, mi cerebro y conexiones neuronales también se han enriquecido, viéndose reflejadas en una visión más crítica y reflexiva sobre mi práctica educativa, la cual me permitirá establecer procesos de mejora continua en pro de una transformación progresiva de la misma.

Referencias

- Acaso, M. (30 de Mayo de 2016). *Defendiendo el aprendizaje como un lugar para la pasión*. Recuperado el 19 de septiembre de 2019, de Tecnológico de Monterrey: <https://www.youtube.com/watch?v=maSdww65SVU>
- Aguilar, F. (2003). Plasticidad cerebral. Parte 1. *Revista Médica IMSS*, 41(1), 55-64. Recuperado el 28 de Octubre de 2021, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2003/im031h.pdf>
- Aguilar, F. (2013b). Plasticidad cerebral. Parte 2. *Revista Médica IMSS*, 41(2), 133-142. Recuperado el 28 de octubre de 2021, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2003/im032h.pdf>
- Aldana, H. (2014). Estudiar aprovechando al máximo el potencial del cerebro. Universidad Belgrano. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=TjAN7p-VI2U&t=528s>
- Aldana, H. (02 de Diciembre de 2015). Protagonistas de la Educación. Recuperado el 21 de junio de 2019, de https://www.youtube.com/watch?v=i02n-ZhU_RE&t=792s
- Aldana, H. (05 de Marzo de 2017). Sobrevivir en el Aula. Recuperado el 04 de mayo de 2018, de <https://www.youtube.com/watch?v=0yCUiDoOapk>
- Aldana, H. (14 de Agosto de 2020). ¡Tomen nota! Implicaciones neurocognitivas de tomar apuntes. Argentina. Recuperado el 08 de febrero de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=Y7TxCZInwiM>
- Alfaro, J. L., Carpio, J. G., del Ángel, N. E., Gómez, J. G., Guitiérrez, F. d., Guiérrez, V. M., & Hernández, T. J. (16 de noviembre de 2016). *Programas de Estudio. Área de Ciencias Experimentales. Psicología I-II*. Recuperado el 27 de mayo de 2019, de Colegio de Ciencias y Humanidades: https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/PSICOLOGIA_I_II.pdf
- Álvaro, L. C. (2014). Neuroética (I): circuitos morales en el cerebro normal. *Revista de Neurología*, 225-233. Recuperado el 22 de octubre de 2021, de <https://iniciativasevillaabierta.es/wp-content/uploads/2016/03/Arti%CC%81culo-sobre-Neuroe%CC%81tica.pdf>
- Americanos, O. d. (s.f.). *El problema de drogas en las Américas: estudios. Drogas y Salud Pública*. Washington. Obtenido de http://www.cicad.oas.org/drogas/elinforme/informedrogas2013/drugpublichealth_esp.pdf
- Amores, A., & Mateos, R. (2017). Revisión de la neuropsicología del maltrato infantil: la neurobiología. *Psicología Educativa*, 23, 81-88. Recuperado el 07 de noviembre de 2021, de <https://doi.org/10.1016/j.pse.2017.05.006>
- Araya, S., & Espinoza, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Propósitos y Representaciones*, 8(1). doi:<http://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
- Arista, J. (2012). ¿Es posible mejorar la enseñanza de la Patología en cursos y conferencias? *Patología Revista Latinoamericana*, 50(3), 232-236. Recuperado el 31 de Octubre de

2021, de http://www.revistapatologia.com/content/historia/1265174-Patologia_2012_Vol_50_Num_3_Pag_232-236.pdf

- Arroyo, C., & Mora, F. (19 de Diciembre de 2013). La neuroeducación demuestra que emoción y conocimiento van juntos. *El país*. Recuperado el 13 de diciembre de 2020, de <https://blogs.elpais.com/ayuda-al-estudiante/2013/12/la-neuroeducacion-demuestra-que-emocion-y-conocimiento-van-juntos.html>
- Arroyo, J. P. (2019). *Líneas de política pública para la Educación Media Superior*. Subsecretaría de Educación Media Superior. México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado el 20 de marzo de 2020, de http://sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/13005/1/images/L%C3%83%C2%ADneas%20de%20pol%C3%83%C2%ADtica%20p%C3%83%C2%BAblica_Disenos.pdf
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (16 de marzo de 2020). *Curso-taller de Exploración de Habilidades para la Docencia en Media Superior*. Recuperado el 25 de marzo de 2020, de www.procesodeadmission-anuies.mx
- Ballarini, F. (2015). *Rec: Por qué recordamos lo que recordamos y olvidamos lo que olvidamos*. Buenos Aires: Sudamericana.
- Barojas, J., Sierra, J., & Estrada, C. A. (2006). La Maestría en Docencia para la Educación Media Superior en el contexto de la interacción Ciencia-Tecnología-Sociedad-Innovación. 1-10. Recuperado el 02 de mayo de 2017, de https://www.academia.edu/6910066/LA_MAESTR%C3%8DA_EN_DOCENCIA_PARA_LA_EDUCACI%C3%93N_MEDIA_SUPERIOR_EN_EL_CONTEXTO_DE_LA_INTERACCI%C3%93N_CIENCIA_TECNOLOG%C3%8DA_SOCIEDAD_INNOVACI%C3%93N
- Barojas, J., Sierra, J., & Estrada, C. A. (2006). La Maestría en Docencia para la Educación Media Superior en el contexto de la interacción Ciencia-Tecnología-Sociedad-Innovación. 1-10. Obtenido de https://www.academia.edu/6910066/LA_MAESTR%C3%8DA_EN_DOCENCIA_PARA_LA_EDUCACI%C3%93N_MEDIA_SUPERIOR_EN_EL_CONTEXTO_DE_LA_INTERACCI%C3%93N_CIENCIA_TECNOLOG%C3%8DA_SOCIEDAD_INNOVACI%C3%93N
- Battro, A. (2011). *Neuroeducación: el cerebro en el aula*. Buenos Aires. Recuperado el 08 de enero de 2019, de <https://studylib.es/doc/142209/neuroeducaci%C3%B3n--el-cerebro-en-la-escuela---olpc>
- Battro, Antonio; Fisher, Kurt; Lená, Pierre (comps.). (2016). *El cerebro educado: Ensayos sobre la neuroeducación* (Primera ed.). Barcelona: Gedisa. Recuperado el 04 de diciembre de 2020, de <https://docer.com.ar/doc/n8sc5en>
- Betts, K. (02 de octubre de 2012). *International Report: Neuromyths and Evidence-Based Practices in Higher Education*. Recuperado el 29 de febrero de 2019, de Online Learning Consortium: <https://onlinelearningconsortium.org/international-report-neuromyths-and-evidence-based-practices-in-higher-education/>
- Betts, K. M.-E. (2019). International report: Neuromyths and evidence-based practices in higher education. *Online Learning Consortiu*, 1-115. Recuperado el 29 de febrero de 2020, de <https://olc-wordpress-assets.s3.amazonaws.com/uploads/2019/10/Neuromyths-Betts-et-al.-September-2019.pdf>

- Betts, K., Miller, M., Tokuhama-Espinosa, T., Shewokis, P., Anderson, A., Borja, C., . . . Dekker, S. (2019). *International report*. Newburyport, MA: Online Learning Consortium. Obtenido de <https://olc-wordpress-assets.s3.amazonaws.com/uploads/2019/10/Neuromyths-Betts-et-al.-September-2019.pdf>
- Bialystok, E., Craik, F., & Luk, G. (2012). Bilingualism: Consequences for Mind and Brain. *Trends Cogn Science*, 16(4), 240-250. doi:10.1016 / j.tics.2012.03.001
- Bialystok, E., Craik, F., & Luk, G. (2013). Bilingualism: Consequences for Mind and Brain. *Trends Cogn Sci*, 16(4), 240-250. doi:10.1016 / j.tics.2012.03.001
- Blackwell, L., Trzesniewski, K., & Dweck, C. (2007). Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement Across an Adolescent Transition: A Longitudinal Study and an Intervention. *Desarrollo infantil*, 78(1), 246-263. doi:10.1111 / j.1467-8624.2007.00995.x
- Blakemore, S. J., & Mills, K. (2014). Is Adolescence a Sensitive Period for Sociocultural Processing? *Annual Review of Psychology*, 65(1), 1-21. doi:10.1146 / annurev-psych-010213-115202
- Blakemore, S.-J., & Choudhury, S. (2006). Desarrollo del cerebro adolescente: implicaciones para la función ejecutiva y la cognición social. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(3), 296-312. doi:10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x
- Blakemore, S., & Frith, U. (2007). *Cómo aprende el cerebro: Las claves para la educación*. Barcelona: Ariel.
- Blakemore, S. J., Burnett, S., & Dahl, R. E. (2010). The role of puberty in the developing adolescent brain. *Human brain mapping*, 31(6), 926–933. <https://doi.org/10.1002/hbm.21052>
- Blanco, I. (01 de Febrero de 2018). La educación está escrita en códigos neurológicos. *Ruta Maestra*(22), 16-22. Recuperado el 08 de diciembre de 2020, de <https://rutamaestra.santillana.com.co/la-educacion-esta-escrita-en-codigos-neurologicos/>
- Braidot, N. (2013). *Cómo funciona tu cerebro para dummies*. ePub: Banshee.
- Bueno, D. (2014). Educar con cerebro. *Quo*. (C. Sáez, Entrevistador) Obtenido de <https://cristinasaez.files.wordpress.com/2014/10/neuroeducacion.pdf>
- Bueno, D. (Septiembre de 2014). *Educar con Cerebro*. Recuperado el 28 de octubre de 2019, de Cristina Sáenz: Periodismo reflexivo sobre ciencia, arte, tecnología o pensamiento: <https://cristinasaez.wordpress.com/2014/10/06/neuroeducacion-o-como-educar-con-cerebro/>
- Bueno, D. (18 de Diciembre de 2015). *Neuroeducación: por otra escuela*. Obtenido de Yo estudié en la pública: <https://www.youtube.com/watch?v=QiRqCKUiRDc>
- Bueno, D. (01 de Abril de 2017). Arte y primera infancia. *IX Congreso de Educación Infantil AMEIGI*. <https://www.youtube.com/watch?v=wBpL6wzjD4w>.
- Bueno, D. (2018). *Cerebroflexia: el arte de construir el cerebro*. Barcelona, España: Plataforma Editorial.
- Bueno, D. (24 de Enero de 2018b). David Bueno explica cómo cambia nuestro cerebro al aprender. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=nXQe7I5WBXs>

- Bueno, D., & Forés, A. (2018). 5 principios de la neuroeducación que la familia debería saber y poner en práctica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 78(1), 13-25. Recuperado el 07 de abril de 2019, de <https://rieoei.org/RIE/article/view/3255>
- Bueno, D. (2021). ¿Qué aporta la neurociencia a la comprensión del feedback?. En *¿Cómo diseñar experiencias de feedback con el soporte de la tecnología?*. Recuperado de Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona: <http://diposit.ub.edu/dspace/>
- Burak, L. (2012). Multitasking in the University Classroom. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 6(2). doi:10.20429/ijstl.2012.060208
- Calixto, E. (2019). Hombres y mujeres: cerebros diferentes. En E. Calixto, *Un clavado a tu cerebro* (págs. 80-90). México: Aguilar.
- Campos, A. L. (2006). Neurociencias, desarrollo y educación. (págs. 1-18). Organización de Estados Americanos. Recuperado el 10 de enero de 2019, de <http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=Xnhv2-5kpml%3D&tabid=1282&mid=3693>
- Campos, A. L. (Junio de 2010). Neuroeducación: Uniendo las Neurociencias y la Educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La Educación*(143), 1-14. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de http://www.educoea.org/portal/La_Educacion_Digital/laeducacion_143/articles/neuroeducacion.pdf
- Campos, A. L. (2010). *Primera infancia: una mirada desde la Neuroeducación*. Perú: Organización de los Estados Americanos. Recuperado el 25 de octubre de 2021, de https://coleccion.siaeducacion.org/sites/default/files/files/primera_infancia_una_mirada_desde_la_neuroeducacion.pdf
- Campos, A. L. (2012). La Neuroeducación: descartando neuromitos y construyendo principios sólidos. *Neuroeducación*, 1-15. Recuperado el 22 de enero de 2019, de <https://campus.autismodiario.com/wp-content/uploads/2016/09/Neuroeducacion-ALC.pdf>
- Campos, A. L. (2014). *Los aportes de la neurociencia a la atención y educación de la primera infancia*. Bolivia: Cerebrum Ediciones. Recuperado el 18 de diciembre de 2018, de https://www.unicef.org/bolivia/056_NeurocienciaFINAL_LR.pdf
- Campos, A. L. (07 de Junio de 2017). Video Entrevista Anna Lucia Campos. Recuperado el 05 de noviembre de 2018, de www.youtube.com/watch?v=TSzkgzQxJNl
- Campos, A. L. (2018). *Neurociencias y Educación: Una puerta abierta hacia el desarrollo humano*, (págs. 1-14). Recuperado el 10 de enero de 2019, de <https://web.oas.org/childhood/ES/Lists/Temas%20%20Proyectos%20%20Actividad%20%20Documento/Attachments/516/14%20Ponencia%20Anna%20Luc%C3%ADa.pdf>
- Carballo, A. (19 de Febrero de 2018). La neurociencia no tiene la receta para los problemas de la educación. (A. Torres, Entrevistador) Recuperado el 31 de julio de 2020, de https://elpais.com/economia/2018/02/16/actualidad/1518783405_526230.html
- Cardinali, D. (2016). Cronoeducación: Cómo el reloj biológico influye en el proceso de aprendizaje. En A. Battro, K. Fischer, & P. Léna, *Cerebro Educado* (págs. 165-183). Barcelona: Gedisa. Recuperado el 04 de diciembre de 2020, de

https://kupdf.net/download/el-cerebro-educado-ensayos-sobre-la-neuroeducacionpdf_59bc852208bbc5c047686eb1_pdf

- Carlson, N. (2014). *Fisiología de la Conducta*. Madrid: Pearson.
- Carminati, M., & Waipan, L. (2012). *Integrando la neuroeducación al aula*. Bonum. Buenos Aires: Bonum.
- Carrasco, H., & Hernández, F. B. (2020). Neurolingüística: de cómo el cerebro bilingüe aprende palabras. *Revista Digital Universitaria*, 21(3), 1-9. doi:<http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2020.v21n3.a6>
- Carrillo, P., Ramírez, J., & Magaña, K. (2013). Neurobiología del sueño y su importancia: antología para el estudiante universitario. *Revista de la Facultad de Medicina Universidad Nacional Autónoma de México*, 56(4), 5-15. Recuperado el 29 de febrero de 2020, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/facmed/v56n4/v56n4a2.pdf>
- Carrión, D. (2020). *Neuroeducación: Cómo generar un aprendizaje significativo en tus estudiantes*. México: YetSet.
- Carrión, D. (03 de Febrero de 2021). Cómo brindar un feedback efectivo a tus estudiantes. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=naZSrXXr5Jo>
- Carskadon, M. (1990). Patterns of sleep and sleepiness in adolescents. *Pediatrician*, 17(1), 5-12. Recuperado el 23 de diciembre de 2018, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2315238/#:~:text=Most%20studies%20of%20adolescent%20sleep,need%20more%20sleep%20than%20prepubertally.>
- Carskadon, M. A. (2011). Sleep in adolescents: the perfect storm. *Pediatric Clinics of North America*, 58(3), 637-647. doi:10.1016/j.pcl.2011.03.003
- Castillo, M. (30 de enero de 2021). *Neuroeducación: ¿Cómo captar la atención en el aula online?* Obtenido de Academia Digital Live: <https://www.facebook.com/AlxRbls/videos/10164840462820716/>
- Castorina, J. A. (Noviembre de 2016). La relación problemática entre Neurociencias y educación. Condiciones y análisis crítico. *Propuesta Educativa*(46), 26-41. Recuperado el 14 de mayo de 2018, de <https://www.redalyc.org/pdf/4030/403049783004.pdf>
- Cazadero, S. (11 de Agosto de 2020). Impulsando la efectividad del aprendizaje remoto. *Segunda Jornada de Formación Docente*.
- Centre for Educational Neuroscience. (2016). *Most learning happens in the first 3 years*. Recuperado el 20 de enero de 2019, de Educational Neuroscience: <http://www.educationalneuroscience.org.uk/resources/neuromyth-or-neurofact/most-learning-happens-in-the-first-3-years/>
- Centre for Educational Neuroscience. (2016b). *Girls and Boys have different cognitive abilities*. Recuperado el 27 de junio de 2020, de Neuroscience Educational: <http://www.educationalneuroscience.org.uk/resources/neuromyth-or-neurofact/girls-and-boys-have-different-cognitive-abilities/>
- Centre for Educational Neuroscience. (2016b). *Most learning happens in the first 3 years*. Recuperado el 24 de enero de 2019, de

<http://www.educationalneuroscience.org.uk/resources/neuromyth-or-neurofact/most-learning-happens-in-the-first-3-years/>

- Centre for Educational Neuroscience. (2016c). *We only use 10% of our brains*. Recuperado el 27 de diciembre de 2018, de Neuroscience Educational: <http://www.educationalneuroscience.org.uk/resources/neuromyth-or-neurofact/we-only-use-10-of-our-brains/>
- Centre for Educational Neuroscience. (2016d). *Girls and Boys have different cognitive abilities*. Obtenido de <http://www.educationalneuroscience.org.uk/resources/neuromyth-or-neurofact/girls-and-boys-have-different-cognitive-abilities/>
- Centros de Integración Juvenil. (20 de Septiembre de 2020). *Curso en línea Prevención de adicciones y violencia en educación media superior y superior*. Recuperado el 17 de octubre de 2020, de Aula Virtual CIJ: <http://www.aulavirtual.cij.gob.mx:82/login/index.php>
- Chen, Y., Dubé, C., Courtney, J., & Baram, T. (12 de marzo de 2008). Rapid Loss of Dendritic Spines after Stress Involves Derangement of Spine Dynamics by Corticotropin-Releasing Hormone. *Journal of Neuroscience*, 28(11), 2903-2911. doi:<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0225-08.2008>
- Chomnalez, M. (2017). Sistema Nervioso. En C. Glejzer, A. Ciccarelli, & M. Adriana, *Las bases biológicas del aprendizaje* (págs. 95-126). Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Buenos Aires. Recuperado el 24 de octubre de 2021, de http://repositorio.filo.uba.ar:8080/bitstream/handle/filodigital/4177/Las%20bases%20biol%C3%B3gicas%20del%20aprendizaje_interactivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cisneros, A. (2004). *Manual de Estilos de Aprendizaje*. Secretaría de Educación Pública. Recuperado el 06 de agosto de 2017, de http://biblioteca.ucv.cl/site/colecciones/manuales_u/Manual_Estilos_de_Aprendizaje_2004.pdf
- Cómbita, L. (17 de Febrero de 2021). Funciones ejecutivas en el aula. *Congreso Internacional "Neuroeducación en el siglo XXI"*. España. Obtenido de <https://www.facebook.com/2119281801718489/videos/181926263692607>
- Compagnucci, E., Cardos, P., & Ojeda, G. (2002). Acerca de las prácticas docentes y la enseñanza de la psicología. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*(7), 7-24. Recuperado el 27 de octubre de 2017, de <https://www.redalyc.org/pdf/652/65200702.pdf>
- Corbetta, M. P. (2008). The reorienting system of the human brain: From environment to theory of mind. *Neuron*(58), 306-324. doi:10.1016/j.neuron.2008.04.017
- Corredor, K., & Cárdenas, F. P. (2017). Neuro-«lo que sea» : inicio y auge de una pseudociencia para el siglo XXI. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 49(2), 89-90. Recuperado el 11 de agosto de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/805/80551191001.pdf>
- Corwin. (2019). *Visible Learning*. Recuperado el 17 de julio de 2019, de <https://www.visiblelearning.com/content/about-us>
- Coulter, L. (2018). Changing Minds: Multitasking During Lectures: A Manual of Practical Approaches. En *Higher Education Computer Science* (págs. 3-16). doi:10.1007 / 978-3-319-98590-9_1

- Cytowic, R. (11 de Junio de 2015). What Percentage of Your Brain Do You Use? Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=CB0qfFCCI3Q>
- Davis, K., Christodoulou, J., Seider, S., & Gardner, H. (2011). The Theory of Multiple Intelligences. *Cambridge Handbook of Intelligence*, 485-503. Recuperado el 06 de noviembre de 2018, de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2982593
- De la Barrera, M. L., & Donolo, D. (2009). Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje. *Revista Digital Universitaria*, 10(4), 1-18. Obtenido de <https://www.revista.unam.mx/vol.10/num4/art20/art20.pdf>
- Dehaene, S. (2014). *El cerebro lector* (Primera ed.). Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores. Recuperado el 28 de octubre de 2021, de https://bibliocentral.uncoma.edu.ar/sites/default/files/dehaene_el_cerebro_lector.pdf
- Dehaene, S. (2015). *Aprender a leer. De las ciencias cognitivas al aula*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores. Recuperado el 25 de agosto de 2019, de <https://neuropsicologiainfantilusanbuenaventura.files.wordpress.com/2016/05/aprender-a-leer-de-las-ciencias-cognitivas-al-a.pdf>
- Dehaene, S. (16 de Abril de 2016). Stanislaes Dehaene: "Cuanto antes desarrollemos la intuición matemática, mejor". *La Nación*. (N. Bär, Entrevistador) Obtenido de <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/stanislas-dehaene-cuanto-antes-desarrollemos-la-intuicion-matematica-mejor-nid1888154>
- Dekker, S., Lee, N. C., Howard-Jones, P., & Jolles, J. (18 de Octubre de 2012). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in Psychology*, 3(429), 1-8. doi:10.3389/fpsyg.2012.00429
- Díaz, G., & Álvarez, H. J. (2013). Neurociencia y bilingüismo: efecto del primer idioma. *Educ*, 16(2), 209-228. Recuperado el 23 de enero de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/eded/v16n2/v16n2a01.pdf>
- Díaz-Barriga, F., & Hernández, G. (2005). Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos. En F. Díaz-Barriga, & G. Hernández, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (págs. 218-225). México, México: Mc-GrawHill.
- Diekelmann, S. (2010). The memory function of sleep. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), 114-126. doi:10.1038 / nrn2762
- Dikker, S., Wan, L., Davidesco, I., Jay J. Van Bavel, J., Ding, M., & Poeppel, D. (2017). Brain-to-Brain Synchrony Tracks Real-World Dynamic Group Interactions in the Classroom. *Current Biology*, 1375-1380. doi:10.1016/j.cub.2017.04.002
- Doidge, N. (2008). *El cerebro se cambia a sí mismo*. Madrid: Aguilar.
- Douglas, K. (2021). Brain cerebrospinal fluid flow. *Physical Review Fluids*(6), 1-17. doi:10.1103/PhysRevFluids.6.070501
- Duval, F., González, F., & Rabia, H. (2010). Neurobiología del estrés. *Revista Chilena de Neuropsiquiatría*, 48(4), 307-318. Recuperado el 09 de noviembre de 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331527722006>

- Dzul, E., & Uscanga, I. d. (04 de Octubre de 2016). El cerebro en el tiempo. Recorrido de la neurociencia. *Diario Xalapa*. Recuperado el 22 de enero de 2018, de <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/cerebroeneltiemponeurociencia/>
- Escuela Nacional Preparatoria. (13 de abril de 2018). *Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria*. Recuperado el 09 de septiembre de 2020, de <http://psicologia.dgenp.unam.mx/programas>
- Facchinetti, C. (2017). Sistema neuroendócrino. En C. Glejzer, A. Ciccarelli, A. Maldonado, F. Bulit, M. Chomnalez, C. Facchinetti, & A. Ricci, *Las bases del aprendizaje* (págs. 145-150). Buenos Aires : Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Buenos Aires .
- Feinstein, S. (2016). *Secretos del cerebro adolescente*. México: Grupo Editorial Patria. Recuperado el 04 de diciembre de 2020, de https://books.google.com.mx/books?id=SEXJDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Fernández, Á., & Goldberg, E. (2013). *Cómo invertir en su cerebro*. Estados Unidos: SharpBrains.
- Fernández, R. (2012). *Cerebrando el aprendizaje*. Buenos Aires: Bonum.
- Fernández, R. (11 de Octubre de 2014). *Recomendaciones neuropedagógicas. Prácticas para el desarrollo de clases cerebro-compatibles*. Obtenido de CreActiva Educación: <https://www.youtube.com/watch?v=AZyjHtOg7II>
- Fernández, R. (11 de Junio de 2020). Enseñar y Aprender en tiempos de Crisis: una mirada Neuropedagógica. Obtenido de <https://www.facebook.com/learnny.online/videos/208248913542066>
- Fernández, R. (26 de Marzo de 2020b). *Neuroaprendizaje: 10 claves para favorecer un aprendizaje cerebro-compatible*. Obtenido de Learny online: https://www.facebook.com/watch/?ref=search&v=2612467312214625&external_log_id=9132f387-7cb0-463d-9d35-975db5657e2e&q=10%20claves%20para%20favorecer%20el%20aprendizaje%20cerebro-compatible
- Fernández, R. (16 de Abril de 2021). La consejería escolar en tiempos desafiantes. Argentina. Obtenido de Consejería Escolar: <https://www.youtube.com/watch?v=NDZtQb5BIKA>
- Ferreira, R. (2018). ¿Neurociencia o neuromitos? Avanzando hacia una nueva disciplina. (J. Osorio, & Glöel, Edits.) *La didáctica como fundamento del desarrollo profesional docente: enfoques, tendencias y avances*, 22-46. Recuperado el 02 de diciembre de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/322775682_Neurociencia_o_neuromitos_Avanzando_hacia_una_nueva_disciplina
- Fidalgo, Á. (16 de Diciembre de 2013). *¿Qué es el priming educacional?* Recuperado el 21 de mayo de 2020, de Innovación Educativa: <https://innovacioneducativa.wordpress.com/2013/12/16/que-es-priming-educacional/>
- Forés, A. (2018). Dos hemisferios, dos mentes: ¿dos estilos de aprendizaje? En A. Forés, J. R. Gamó, J. Guillén, T. Hernández, M. Ligoiz, F. Pardo, & C. Trinidad, *Neuromitos en Educación. El aprendizaje desde la neurociencia* (págs. 61-71). Barcelona: Plataforma Actual.

- Forés, A., & Ligioiz, M. (2009). *Descubrir la neurodidáctica: Aprender desde, en y para la vida*. Barcelona: UOC. Recuperado el 08 de febrero de 2018, de https://books.google.com.mx/books?id=YgjGeeEoMiAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Friedrich, G., & Preiss, G. (2003). Neurodidáctica. *Mente y Cerebro*, 39-45. Recuperado el 03 de abril de 2018, de https://escuelaconcerebro.files.wordpress.com/2013/02/friedrich-y-preiss_neurodidc3a1ctica.pdf
- Fuller, J., & Glendenin, J. (1985). Learning and the Brain. *Theory into Practice*, 24(2), 135-137. Recuperado el 17 de octubre de 2021, de <http://www.jstor.org/stable/1476429>
- Fulton, S., Schweitzer, D., Sharff, L., & Boleng, J. (2011). Demonstrating the impact of multitasking in the classroom Article in *Proceedings-Frontiers in Education.*, (págs. 1-6). doi:10.1109/FIE.2011.6142991
- Fundación CADAH. (2020). Recuperado el 03 de septiembre de 2020, de Los sistemas atencionales cerebrales implicados en el trastorno por déficit de atención: <https://www.fundacioncadah.org/web/articulo/los-sistemas-atencionales-cerebrales-implicados-en-el-trastorno-por-deficit-de-atencion.html>
- Gago, L. G., & Elgier, Á. M. (2018). Trazando puentes entre las neurociencias y la educación. Aportes, límites y caminos futuros en el campo educativo. *Psicogente*, XXI(40), 476-494. doi:10.17081/psico.21.40.3087
- Gago, L. G., & Elgier, Á. M. (2018). Trazando puentes entre las neurociencias y la educación. Aportes, límites y caminos futuros en el campo educativo. *Psicogente*, XXI(40), 476-494. doi:10.17081/psico.21.40.3087
- Gaja, M. (27 de Junio de 2017). *¿Qué Aporta la Neurociencia al Mundo del Aprendizaje?* Recuperado el 15 de enero de 2018, de Universidad ISEP: <https://www.isep.com/mx/actualidad-neurociencias/que-aporta-la-neurociencia-al-mundo-del-aprendizaje/>
- Gallegos, A., López, M. Á., Camacho, R. E., & Mendoza, M. Á. (2014). Inhalables y otras aspiraciones. *Ciencia*, 50-61. Recuperado el 09 de noviembre de 2021, de http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/65_1/PDF/Inhalantes.pdf
- Galli, J. I. (2016). ¿Hay niños visuales, auditivos y cinestésicos? El problema de los neuromitos en la interacción entre neurociencias y educación. En M. L. Andrés, L. Canet, & M. M. Richard's, *¿Cómo podemos transformar nuestras escuelas? Estrategias para fomentar la autorregulación en la escuela primaria*. (págs. 11-20). Buenos Aires: Universidad Nacional de Mar del Plata. Recuperado el 01 de marzo de 2020, de <https://docplayer.es/66095141-Como-podemos-transformar-nuestras-escuelas-estrategias-para-fomentar-la-autorregulacion-en-la-escuela-primaria.html>
- Galli, J. I. (2018). Neurociencia y educación: algunas notas sobre un “nuevo” campo de estudio. En L. Canet, M. Andrés, & S. Vernucci, *Elaboración de programas de desarrollo cognitivo-lingüístico y de alfabetización* (págs. 73-81). Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata. Recuperado el 16 de julio de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/323737529_Nuevos_desafios_en_la_escuela_aportes_de_la_psicologia_cognitiva_y_la_neurociencia

- Gamo, J. R. (2018). *MOOC Neurodidáctica. Aproximación a la Neurodidáctica*. Recuperado el 04 de diciembre de 2020, de ScolaTic. Telefónica Educación Digital: <https://www.scolartic.com/inicio>
- Gamo, R., & Trinidad, C. (2015). ¿Utilizamos solo el 10% de nuestro cerebro. En A. Forés, J. R. Gamo, J. Guillén, T. Hernández, M. Ligoiz, F. Pardo, & C. Trinidad, *Neuromitos en Educación. El aprendizaje desde la neurociencia* (Quinta ed., págs. 129-141). Barcelona: Plataforma Actual.
- García, D. (05 de Agosto de 2019). Sólo el 8% de las mujeres estudia ingeniería. *Milenio*. Recuperado el 23 de febrero de 2020, de https://www.milenio.com/ciencia-y-salud/sociedad/solo-8-de-mujeres-estudia-ingenierias?fbclid=IwAR0ROcZRTHnG95BamfBnzE-GRYRu-M-JXcZw_Ovs3gshL2ZXZ1JjC1z2Jq4
- García, E. L. (2014). *Psicología general*. México: Grupo Editorial Patria. Recuperado el 02 de marzo de 2019, de https://books.google.com.mx/books?id=a5uEBgAAQBAJ&printsec=copyright&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Garnett, S. (2009). *Cómo usar el cerebro en las aulas. Para mejorar la calidad y acelerar el aprendizaje*. Madrid: Narcea.
- Geake, J. (2008). Neuromythologies in education. *123–133, 50(2)*, 123–133. doi:10.1080 / 00131880802082518
- Genesee, F. (1989). Early bilingual development: one language or two? *Journal of Child Language, 16(1)*, 161-179. doi:10.1017 / S0305000900013490
- Genesee, F. (2015). Myths about early childhood bilingualism. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne, 56(1)*, 6-15. doi:DOI: 10.1037 / a0038599
- Giedd, J. (2004). Structural magnetic resonance imaging of the adolescent brain. *Ann N Y Acad Sci, 1021:77-85*. doi: 10.1196/annals.
- Giedd, J. (2012). The Digital Revolution and Adolescent Brain Evolution. *Journal of Adolescent Health, 51(2)*, 101-105. doi:10.1016/j.jadohealth.2012.06.002
- Giedd, J. (2015). The Amazing Teen Brain. *Scientific American, 312(6)*, 32-37. doi:10.1038/scientificamerican0615-32
- Giedd, J., Blumenthal, J., Jeffries, N., Castellanos, F., Liu, H., Zijdenbos, A., . . . Rapoport, J. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience, 10(2)*, 861-863. doi:10.1038/13158 .
- Giraldo, E. (2020). *Neuroeducación: el impulso para una sociedad del aprendizaje*. Extremadura: Junta de Extremadura. Recuperado el 13 de julio de 2020, de <https://docer.com.ar/doc/n55svcx>
- Gohil, A., & Hannon, T. S. (2018). Poor Sleep and Obesity: Concurrent Epidemics in Adolescent Youth. *Front. Endocrinol, 9(364)*, 1-8. doi:10.3389/fendo.2018.00364
- Goleman, D. (2013). *El cerebro y la inteligencia emocional: nuevos conocimientos*. Barcelona: Ediciones B.

- Golombek, D. (2011). Cronoeducación: un tiempo para sembrar, un tiempo para cosechar, un tiempo para aprender. En S. Lipina, & M. Sigman, *La pizarra de Babel. Puentes entre neurociencia, psicología y educación* (págs. 153-162). Buenos Aires: Libros del Zorzal. Recuperado el 06 de diciembre de 2020, de <https://books.google.com.mx/books?id=EXzzDQAAQBAJ&pg=PA153&lpg=PA153&dq=Cronoeducaci%C3%B3n:+Un+tiempo+para+sembrar,+un+tiempo+para+cosechar,+un+tiempo+para+aprender.+En+La+Pizarra+de+Babel:+Puentes+entre+neurociencia,+psicolog%C3%ADa+y+educaci%C3%B3n.&so>
- González, S. (2018). Me aburre estudiar. Cómo aprende el cerebro. En J. Durand, F. Daura, M. Sánchez, & M. Urritia, *Las Neurociencias y su impacto en la educación* (págs. 183-202). Argentina: Escuela de Educación, Universidad Austral. Recuperado el 09 de septiembre de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/327580318_Las_neurociencias_y_su_impacto_en_la_educacion_VIII_Jornadas_Academicas_de_la_Escuela_de_Educacion
- Gowin, J., & Kothmann, W. (2018). *El cerebro humano*. Madrid: Librero.
- Greenough, W., & Volkmar, F. (1973). Pattern of dendritic branching in occipital cortex of rats reared in complex environments. *Experimental Neurology*, 40(2), 491-504. doi:10.1016/0014-4886(73)90090-3
- Guillén, J. (27 de Diciembre de 2012). *Neuroeducación: Estrategias basadas en el funcionamiento del cerebro*. Obtenido de Escuela con Cerebro: <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2012/12/27/neuroeducacion-estrategias-basadas-en-el-funcionamiento-del-cerebro/>
- Guillén, J. (04 de Agosto de 2014). *La atención en el aula: de la curiosidad al conocimiento*. Obtenido de Escuela con cerebro: <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2014/08/04/la-atencion-en-el-aula-de-la-curiosidad-al-conocimiento/>
- Guillén, J. (17 de Agosto de 2015). *Enseñar menos y aprender más: actividad cerebral del alumno durante la tradicional clase magistral*. Obtenido de Escuela con Cerebro: <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2015/08/17/ensenar-menos-y-aprender-mas-actividad-cerebral-del-alumno-durante-la-tradicional-clase-magistral/>
- Guillén, J. (2015b). El sueño, una dulce necesidad. En A. Forés, J. R. Gamó, J. Guillén, T. Hernández, M. Lligoiz, F. Pardo, & C. Trinidad, *Neuromitos en educación* (págs. 117-131). Barcelona: Plataforma actual.
- Guillén, J. (17 de Mayo de 2015c). *Neuromitos en el aula: de las inteligencias múltiples al Braingym*. Obtenido de Escuela con cerebro: <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2015/05/17/neuromitos-en-el-aula-de-las-inteligencias-multiples-al-brain-gym/>
- Guillén, J. (05 de Diciembre de 2016). ¿Cómo aprendemos?: educando al cerebro desde la neuroeducación. *Institut de Formació Contínua IL3 - Universitat de Barcelona*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=hjicKAREar8&t=54s>
- Guillén, J. (02 de Febrero de 2017). *El cerebro en la adolescencia: el secreto del éxito de nuestra especie*. Recuperado el 07 de abril de 2018, de Escuela con Cerebro:

<https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2017/02/02/el-cerebro-en-la-adolescencia-el-secreto-del-exito-de-nuestra-especie/>

- Guillén, J. (24 de Enero de 2017b). Jesús Guillén: "El gran objetivo es mejorar la educación para que lo haga la sociedad". (B. Blanco, Entrevistador) Obtenido de <https://www.laopiniondezamora.es/zamora/2017/01/24/jesus-guillen-gran-objetivo-mejorar-1325070.html>
- Guillén, J., & Hernández, T. (2017). ¿Qué ha descubierto la neurociencia en relación al aprendizaje? Neurociencia y aprendizaje. *Learning & Pedagogics*, 1-27. Recuperado el 07 de abril de 2019, de <https://annafores.files.wordpress.com/2017/06/20-27-dossier-2-que-ha-descubierto-neurociencia.pdf>
- Gutiérrez, G., Uribe, E., Sánchez, Q., & Sánchez, N. (2004). Regresión y reconstrucción: estrategias de formación de sinapsis en el cerebro en desarrollo. *Ciencia - Academia Mexicana de Ciencias*, 55(3), 47-53. Recuperado el 24 de Octubre de 2021, de http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/55_3/regresionyconstruccion.pdf
- Gutiérrez, L. A. (enero-junio de 2009). El devenir de la Educación Media Superior. El caso del Estado de México. *Tiempo de Educar*, 10(19), 171-204. Recuperado el 27 de octubre de 2018, de www.redalyc.org/articulo.oa?id=31113164007
- Guzmán, J. C., & Guzmán, M. (2016). *Estrategias y métodos para enseñar contenidos psicológicos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 13 de noviembre de 2018, de http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/convocatorias/Libro_Estrategias_y_métodos_para_enseñar_contenidos_psicologicos.pdf
- Guzmán, J. C., & Guzmán, M. (2016). *Estrategias y métodos para enseñar contenidos psicológicos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/convocatorias/Libro_Estrategias_y_métodos_para_enseñar_contenidos_psicologicos.pdf
- Haro, R. (13 de Agosto de 2018). Estudiantes duermen poco y 10% se duerme en clase; celulares contribuyen a los trastornos del sueño. *La Jornada*. Recuperado el 04 de septiembre de 2019, de <https://vanguardia.com.mx/articulo/estudiantes-duermen-poco-y-10-se-duerme-en-clase-celulares-contribuyen-los-trastornos-del>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: Routledge. doi:10.4324 / 9780203887332
- Hattie, J. (2017). *Aprendizaje Visible para profesores. Maximizando el impacto en el aprendizaje*. España: Ediciones Paraninfo. Recuperado el 21 de marzo de 2020, de https://hozir.org/pars_docs/refs/26/25322/25322.pdf
- Helm, V. D., Gujar, E., N., & Walker, M. (2010). Sleep Deprivation Impairs the Accurate Recognition of Human Emotions. *Sleep*, 33(3), 335-342. doi:10.1093/sleep/33.3.335
- Herculano, H. S. (2018). Adiós a la infancia. *Cuadernos Mente y Cerebro*, 4-9. Recuperado el 01 de octubre de 2021, de <https://www.investigacionyciencia.es/files/31593.pdf>
- Hernández, F. (2014). Creatividad: ¿derecho o izquierdo? ¡No, el juego de ambos! *El Artista*(11), 374-381. Recuperado el 15 de junio de 2020, de <http://www.redalyc.org/pdf/874/87432695021.pdf>

- Hernández, L. (27 de Junio de 2017). Abandonan estudios 2 de cada 10 jóvenes. *Excélsior*. Recuperado el 25 de octubre de 2018, de <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/2017/06/27/1172126#view-1>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: McGraw-Hill Education.
- Herting, M., Maxwell, E., Irvine, C., & Nagel, B. (2012). The impact of sex, puberty, and hormones on white matter microstructure in adolescents. *Cereb Cortex*, 22(9), 1979–1992. doi:10.1093 / cercor / bhr246
- Horne, T., & Wootton, S. (2015). *Build your brain power. Think Yourself Smart*. Recuperado el 26 de enero de 2019, de https://books.google.com.mx/books?id=bei5BwAAQBAJ&pg=PT178&lpg=PT178&dq=Alison+Metlock+brain&source=bl&ots=LmpBKYoHN6&sig=ca2u6uDKbefi3sTyps7U-I-3c0g&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj_5r30s7rfAhUFDKwKHernBmY
- Howard-Jones, P. (2011). *Investigación neuroeducativa. Neurociencia, educación y cerebro: de los contextos a la práctica*. Madrid: La Muralla. Recuperado el 07 de octubre de 2019, de https://books.google.com.mx/books?id=aTOUtvMZclC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Howard-Jones, P. (15 de Octubre de 2014). Neuroscience and education: Myths and messages. *Nature Review Neuroscience*, 15(12), 1-8. doi:10.1038 / nrn3817
- Ibarrola, B. (2013). *Aprendizaje Emocionante: Neurociencia para el aula*. Madrid: Ediciones SM.
- Ingalhalikara, M., Alex, S., Parker, D., Satterthwaite, T., Elliott, M., Ruparel, K., . . . Verma, R. (2014). Sex differences in the structural connectome of the human brain. *PNAS*, 111(2), 823-828. doi:10.1073/pnas.1316909110
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2013). *La Educación Media Superior en México*. México: INEE. Recuperado el 08 de mayo de 2019, de <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2018/12/P1D237.pdf>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2015). *Panorama Educativo en México. Indicadores del Sistema Educativo Nacional. Educación básica y media superior*. México: INEE. Recuperado el 21 de marzo de 2020, de <https://historico.mejoredu.gob.mx/wp-content/uploads/2019/01/P1B114.pdf>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2018). *La educación obligatoria en México*. Ciudad de México: INEE. Recuperado el 16 de julio de 2019, de <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2018/12/P1I243.pdf>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2019). *¿Qué hacen los planteles de educación media superior contra el abandono escolar? Evaluación de la implementación curricular en educación media superior. Informe complementario*. Ciudad de México: INEE. Recuperado el 10 de octubre de 2019, de <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/08/P1D256.pdf>
- Jackson, P. W. (2002). *Práctica de la enseñanza* (Sexta ed.). Madrid: Morata.
- Jensen, E. (2005). teaching with the brain in mind. En E. Jensen, *Rules we learn by* (Segunda ed., págs. 33-59). Recuperado el 09 de noviembre de 2021, de <http://infohumanidades.com/sites/default/files/apuntes/Jensen%202005.Teaching%20with>

%20the%20Brain%20in%20Mind%2C%202nd%20ed.%2C%20Rev.%20and%20Updated.
.pdf

- Jensen, E. (2010). *Cerebro y aprendizaje: Competencias e implicaciones educativas*. Madrid: Narcea.
- Jensen, F. (14 de Diciembre de 2018). Advice from a neuroscientist and mother for your teenage son. F. Jensen. *AprendemosJuntos*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=hpUE-m8ziN4>
- Jensen, F., & Ellis, A. (2015). *El cerebro adolescente: una guía de supervivencia del neurocientífico para criar adolescentes y adultos jóvenes*. Barcelona: RBA.
- Joel, D., & Fine, C. (04 de Diciembre de 2018). Dejemos de hablar de cerebro 'femenino' y 'masculino'. *The New York Times*. Recuperado el 02 de mayo de 2019, de <https://www.nytimes.com/es/2018/12/04/espanol/opinion/cerebro-femenino-masculino.html>
- Joel, D., Berman, Z., Tavor, I., Wexler, N., Gaber, O., Stein, Y., . . . Assaf, Y. (2015). Sex beyond the genitalia: The human brain mosaic. *PNAS*, 112(50). doi:<https://doi.org/10.1073/pnas.1509654112>
- Kandel, E., Schwartz, J., Jessell, T., Siegelbaum, S., & Hudspeth, A. (2014). Principios de Neurociencia. En E. Kandel, J. Schwartz, T. Jessell, S. Siegelbaum, & A. Hudspeth, *Principios de Neurociencia* (págs. 5-18). McGraw Hill.
- Kelley, P., Lockley, S., Kelley, J., & Evans, M. (2017). Is 8:30 a.m. Still Too Early to Start School? A 10:00 a.m. School Start Time Improves Health and Performance of Students Aged 13–16. *Front. Hum. Neurosci.*, 11(588), 1-10. doi:10.3389/fnhum.2017.00588
- Kennedy, T. (2006). Language Learning and Its Impact on the Brain: Connecting Language Learning with the Mind Through Content-Based Instruction. *Foreign Language Annals*, 39(3), 471-486. doi:10.1111/j.1944-9720.2006.tb02900.x
- Kirschner, P. (2017). Stop propagating the learning styles myth. *Computers & Education*, 106, 166-171. doi:10.1016/j.compedu.2016.12.006
- Kirschner, P., & Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. *Teaching and Teacher Education*, 67, 135-142. doi:10.1016/j.tate.2017.06.001
- Kirschner, P., & Van Merriënboer, J. (2013). Do Learners Really Know Best? Urban Legends in Education. *Educational Psychologist*, 48(3), 169-183. doi:10.1080 / 00461520.2013.804395
- Klimenko, O. (2017). Bases neuroanatómicas de la creatividad. *Katharsis*(24), 207-238. doi:10.25057/25005731.971
- Krätzig, G., & Arbutnott, K. (2006). Perceptual learning style and learning proficiency: A test of the hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 238-246. doi:10.1037/0022-0663.98.1.238
- Kroll, J., & Dussias, P. (2017). The benefits of multilingualism to the personal and professional development of residents the US. *Department of Health & Human Services USA*, 50(2), 248-259. doi:10.1111 / flan.12271

- Lázaro, C. (2018). *MOOC Neurodidáctica. Aproximación a la Neurodidáctica*. Recuperado el 04 de diciembre de 2020, de ScolarTic. Telefónica Educación Digital: <https://www.scolartic.com/inicio>
- Lázaro, C. (21 de Enero de 2021). La atención del estudiante se capta y la concentración se entrena. (L. Román, Entrevistador) Recuperado el 17 de septiembre de 2021, de <https://www.educaciontrespuntocero.com/entrevistas/chema-lazaro-atencion-estudiante-capta-concentracion-entrena/>
- Lázaro, G. (2020). Historia del cerebro. En *Introducción a la Neurociencia. Conoce tu cerebro* (págs. 1-7). Lima: Cerebrum. Recuperado el 20 de marzo de 2021, de <https://cerebrum.kartra.com/portal/SQIWVCap51rK/post/75>
- LeDoux, J. (1999). *El cerebro emocional*. Barcelona: Planeta. Recuperado el 04 de diciembre de 2020, de <https://issuu.com/lisfortuito/docs/269408658-el-cerebro-emocional-jose>
- León, R., & Hernández, P. (2018). Usos y abusos de la neurociencia. Ciudad de México. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de <https://www.youtube.com/watch?v=4vKmf16YOTs>
- Lewinsky, P. (2015). Effects of classrooms' architecture on academic performance in view of telic versus paratelic motivation: a review. *Front. Psychol*, 6(746), 1-5. doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00746>
- Li, P., Legault, J., & Litcofsky, K. A. (2014). Neuroplasticity as a function of second language learning: Anatomical changes in the human brain. *Cortex, Volume 58*, 301-324. doi:10.1016 / j.cortex.2014.05.001
- Liu, Z., Zhang, Y., Ma, D., Xu, Q., & Seger, C. A. (2021). Differing effects of gain and loss feedback on rule-based and information-integration category learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 28(1), 274–282. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01816-6>
- López, V., & Llamas, F. (2018). Neuropsicología del proceso creativo. Un enfoque educativo. *Revista Complutense de Educación*, 29(1), 113-127. doi:<https://doi.org/10.5209/RCED.52103>
- Lorenzo, O., & Zaragoza, J. E. (2014). Educación media y superior en México: análisis teórico de la realidad actual. *Dedica. Revista de Educação e Humanidades*(6), 59-72. Recuperado el 21 de marzo de 2020, de <https://digibug.ugr.es/handle/10481/45992>
- Luján, M. (2015). El sexo en el cerebro. Una mirada a través del prisma de las preconcepciones de género. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 105-128.(31), 105-128. Recuperado el 24 de enero de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/414/41449295005.pdf>
- Malaterre, J. (07 de Enero de 2003). La Odisea de la Especie. Francia. Recuperado el 16 de julio de 2018, de <https://www.youtube.com/watch?v=n9HnFwChrZo&t=22s>
- McCarthy, C. (26 de Junio de 2018). *Teens are getting less sleep, which raises heart disease risk*. Recuperado el 07 de enero de 2019, de Harvard Health Publishing. Harvar Medical School: <https://www.health.harvard.edu/blog/teens-are-getting-less-sleep-which-raises-heart-disease-risk-2018062614130>
- Medeiros, N., Watson, J., & Strayer, D. (2014). On Supertaskers and the Neural Basis of Efficient Multitasking. *Psychon Bull Rev*(22), 876-883. doi:10.3758/s13423-014-0713-3

- Mills, K., Dumontheil, I., Speekenbrink, M., & Blakemore, S. (2015). Multitasking during social interactions in adolescence and early adulthood. *Royal Society Open Science*, 2(11), 1-11. Recuperado el 26 de diciembre de 2018, de <https://doi.org/10.1098/rsos.150117>
- Mirabal, S. (14 de Agosto de 2020). El cerebro, los sentidos y el aprendizaje. *Congreso NeuroEduca 2020*. Puerto Rico. Recuperado el 14 de agosto de 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=Y7TxCZInwiM>
- Mora, F. (2013). *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza.
- Mora, F. (Septiembre de 2014). Educar con cerebro. *Revista Quo México*, 74-79. (C. Sáenz, Entrevistador) Recuperado el 08 de junio de 2018, de <https://cristinasaez.files.wordpress.com/2014/10/neuroeducacion.pdf>
- Mora, F. (20 de mayo de 2016). Neuroeducación. Recuperado el 05 de junio de 2018, de <https://www.youtube.com/watch?v=T1Q5yho2gTc>
- Mora, F. (20 de Febrero de 2017). Hay que acabar con el formato de clases de 50 minutos. (A. Torres, Entrevistador) Recuperado el 09 de junio de 2018, de https://elpais.com/economia/2017/02/17/actualidad/1487331225_284546.html
- Mora, F. (2018). *Mitos y verdades del cerebro: Limpiar el mundo de falsedades y otras historias*. Barcelona: Paidós.
- Morales, G. (24 de Abril de 2018). *El impacto de las emociones en el aprendizaje*. *Boletín. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación*. Recuperado el 27 de agosto de 2018, de <http://www.iisue.unam.mx/boletin/?p=6696>
- Morgado, I. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria. *CIC. Cuadernos de Información y Comunicación*, 10, 221-233. Recuperado el 17 de junio de 2019, de <https://revistas.ucm.es/index.php/CIYC/article/view/CIYC0505110221A/7299>
- Morris, C. (1992). Motivación y Emoción. En C. Morris, *Introducción a la Psicología* (págs. 307-350). México: Prentice Hall.
- Moser, J., Schroder, H., Carrie, H., Moram, T., & Yu-Hao, L. (2011). Mind your errors: evidence for a neural mechanism linking growth mind-set to adaptive posterror adjustments. *Psychological Science*, 22(12), 1484-1489. doi:10.1177 / 0956797611419520
- National Geographic. (04 de octubre de 2017b). *Cómo funciona el cerebro adolescente*. Recuperado el 01 de diciembre de 2019, de http://www.nationalgeographic.com/es/ciencia/grandes-reportajes/como-funciona-cerebro-adolescente_4955/1
- Neyra, A. R. (2010). El bachillerato mexicano y la política educativa: desde sus inicios hasta la educación basada en competencias. *Textual*, 63-82. Recuperado el 26 de octubre de 2017, de https://revistas.chapingo.mx/textual/contenido.php?id_revista_numero=108
- Niuco. (31 de mayo de 2018). *Agrupamientos para un aprendizaje significativo*. Recuperado el 25 de agosto de 2019, de Niuco: <https://niuco.es/2018/05/31/agrupamientos-para-un-aprendizaje-significativo/>
- Oakley, B. (2016). Aprendiendo a aprender. Recuperado el 23 de junio de 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=-PZ80dmybz8&t=2924s>

- Ocampo, J. C. (2019). Sobre lo "neuro" en la neuroeducación: de la psicologización a la neurologización de la escuela. *Sophia. Colección de la Educación*, 26(1), 141-169. Recuperado el 26 de octubre de 2021, de <https://orcid.org/0000-0002-9353-7581>
- Organización de los Estados Americanos. (2013). *El problema de drogas en las Américas: Estudios. Drogas y salud pública*. Colombia: OEA. Recuperado el 16 de septiembre de 2018, de <http://www.odc.gov.co/Portals/1/publicaciones/pdf/consumo/estudios/internacionales/CO031022013-drogas-salud-.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2018). *Resultados de PISA 2018: Qué significa la vida escolar para la vida de los estudiantes. Capítulo 14. Mentalidad de crecimiento*. Recuperado el 19 de julio de 2019, de OECD library: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/bd69f805-en/index.html?itemId=/content/component/bd69f805-en>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2009). *La comprensión del cerebro. El nacimiento de una ciencia del aprendizaje*. París: Universidad Católica Silva Henríquez. Recuperado el 12 de mayo de 2018, de <https://www.upla.cl/inclusion/wp-content/uploads/2015/06/Brain-PDF-Spanish.pdf>
- Ortiz de Thomé, C. (1991). Algunas notas acerca del bachillerato universitario. *Revista de la Educación Superior*, 20(77), 1-6. Recuperado el 30 de septiembre de 2018, de <http://publicaciones.anuies.mx/revista/77/1/3/es/algunas-notas-acerca-del-bachillerato-universitario>
- Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y Educación*. Madrid: Alianza. Recuperado el 30 de marzo de 2020, de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001904.pdf>
- Pallarés, D. (2015). Hacia una conceptualización dialógica de la neuroeducación. *Participación Educativa. Revista del Consejo Escolar del Estado*, IV(7), 133-141. Obtenido de <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/hacia-una-conceptualizacion-dialogica-de-la-neuroeducacion/educacion-politica-educativa/20793>
- Pardo, F. (2018). El efecto Mozart. En A. Forés, J. R. Gamó, J. Guillén, T. Hernández, M. Ligoiz, F. Pardo, & C. Trinidad, *Neuromitos en Educación* (Quinta ed., págs. 159-181). Barcelona: Plataforma Actual.
- Pasantes, H. (2010). *De neuronas, emociones y motivaciones*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2009). Learning Styles: Concepts and evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, 9(3), 105-119. doi:10.1111/j.1539-6053.2009.01038.x.
- Pasquinelli, E. (2012). Neuromyths: Why Do They Exist and Persist? *Mind, Brain and Education*, VI(2), 89-96. doi:10.1111 / j.1751-228X.2012.01141.x
- Pérez, A. (2015). *Curso en línea: Neuroeducación y Neurodidáctica: Herramientas para educar*. Recuperado el 01 de junio de 2020, de Nueces y neuronas: <https://www.udemy.com/nueroeducacion-y-neurodidactica/learn/v4/content>
- Pérez, L., & Beltrán, J. (2006). Dos décadas de "inteligencias múltiples": implicaciones para la psicología de la educación. *Papeles del Psicólogo. Papeles del Psicólogo*, 27(3), 147-

164. Recuperado el 03 de diciembre de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77827304>

- Pherez, G., Vargas, S., & Jerez, J. (2018). Neuroeducación. Desconocimiento, importancia y aplicación en la formación y el aprendizaje. *Neuroeducación: Trazos iniciales derivados de investigaciones*, 20-45. Recuperado el 27 de Octubre de 2021, de <http://repository.unac.edu.co/bitstream/handle/11254/993/Neuroeducaci%c3%b3n.%20Trazos%20derivados%20de%20investigaciones%20iniciales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Polinsky, M. (2014). Multilingualism: Myths and facts. Recuperado el 05 de noviembre de 2020, de http://www.hundert-sprachen.de/dl/Vortrag-Prof-Dr-Maria-Polinsky_Kongress-Hundert-Sprachen-der-Kinder_09102014.pdf
- Portero, M. (2016). Desarrollo del cerebro y riesgos de la sobreestimulación en la infancia. *Aula de Infantil(85)*, 25-26. Recuperado el 14 de marzo de 2021, de <https://consejoscolar.educacion.navarra.es/web1/wp-content/uploads/2016/07/720.pdf>
- Pozo, I. (2006). Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. En N. Scheuer, J. I. Pozo, M. d. Pérez, M. d. Mateos, E. Martín, & M. De la Cruz, *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje: Las concepciones de profesores y alumnos*. España: Graó. Recuperado el 12 de febrero de 2018
- Pren, G. (24 de julio de 2020). *Los 7 secretos de Disney aplicados a la Educación*. Recuperado el 24 de julio de 2020, de SIEC: Consultores Educativos: <https://www.facebook.com/110774977331014/videos/791028981706793>
- Próspero, Ó. (2014). Alcoholismo. *Ciencia*, 32-39. Recuperado el 17 de octubre de 2021, de http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/65_1/PDF/Alcoholismo.pdf
- Puebla, R., & Talma, M. P. (2011). Educación y neurociencias. La conexión que hace falta. *Estudios Pedagógicos, XXXVII(2)*, 379-388. Recuperado el 18 de abril de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173520953022>
- Punset, E. (2013). La adolescencia nos hizo humanos. *Redes*, 137. Recuperado el 13 de abril de 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=xxGwfmG3I1A>
- Ramachandran, V. (2012). *Lo que el cerebro nos dice. Los misterios de la muerte al descubierto*. Barcelona: Paidós.
- Ramírez, A. (25 de Septiembre de 2017). 89% de alumnos de bachillerato con aprendizaje insuficiente en matemáticas. *Milenio*. Recuperado el 25 de febrero de 2018, de http://www.milenio.com/region/alumnos-superior-aprendizaje-insuficiente-matematicas-planea-milenio-noticias-jalisco_0_1036696515.html
- Ramírez, C. A. (2009). Necesidad de profesionalización docente a partir de la opinión de alumnos de nivel medio superior. *X Congreso Nacional de Investigación Educativa* (págs. 1-11). México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa. Recuperado el 18 de agosto de 2019, de http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_15/ponencias/1859-F.pdf
- Redondo, J. L. (18 de Mayo de 2016). *Fundamentos neuroeducativos para un proceso de evaluación*. Recuperado el 14 de julio de 2020, de EvaluAcción:

<http://evaluacion.es/2016/05/18/fundamentos-neuroeducativos-para-un-proceso-de-evaluacion/>

- Reyes-Haro, D., Bulavona, L., & Pivneva, T. (2014). La glía, el pegamento de las ideas. *Ciencia*, 12-18. Recuperado el 02 de julio de 2019, de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/Red_Glia.pdf
- Ricci, A. (2017). El componente afectivo emocional en los aprendizajes. En C. Glejzer, A. Ciccarelli, A. Maldonado, F. Bult, M. Chomnalez, C. Facchinetti, & A. Ricci, *Las bases biológicas del aprendizaje* (Vol. 53, págs. 231-258). Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Buenos Aires. Recuperado el 04 de enero de 2021, de http://repositorio.filo.uba.ar:8080/bitstream/handle/filodigital/4177/Las%20bases%20biol%C3%B3gicas%20del%20aprendizaje_interactivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Riener, C., & Willingham, D. (2010). The myth of learning styles. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 42, 32-35. doi:10.1080/00091383.2010.503139
- Ripoll, J. C. (12 de abril de 2018). *La curva de la atención, ¿una leyenda urbana?* Recuperado el 11 de noviembre de 2021, de Firma invitada: <https://culturacientifica.com/2018/04/12/la-curva-de-la-atencion-una-leyenda-urbana/>
- Rodríguez, J. M. (26 de Agosto de 2020). *Emociones y juego*. Recuperado el 30 de septiembre de 2020, de Academia Observatorio del Juego: <https://www.youtube.com/watch?v=ocGFCgLj0qE&t=1725s>
- Rodríguez, N. (2016). *Neuroeducación para padres*. Barcelona: Ediciones B .
- Román, M. (2013). *Conocimientos que tienen las personas docentes sobre neurociencia, e importancia que atribuyen a los aportes de ésta en los procesos de enseñanza aprendizaje*. Universidad Estatal a Distancia. Recuperado el 31 de agosto de 2020, de <https://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/handle/120809/953/Conocimientos%20que%20tienen%20las%20personas%20docentes%20sobre%20neurociencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rosler, R. (30 de septiembre de 2014). *Clases cerebralmente amigables para que sus alumnos recuerden lo que usted les enseñe*. Recuperado el 08 de junio de 2019, de Asociación Educar para el Desarrollo Humano: <https://asociacioneducar.com/clases-cerebralmente-amigables-1>
- Rosler, R. (21 de diciembre de 2017). *Visualizando el campo atencional de nuestros alumnos*. Recuperado el 12 de mayo de 2020, de Asociación Educar para el Desarrollo Humano: <http://asociacioneducar.com/campo-atencional-alumnos>
- Rosler, R. (2017b). La importancia de la memoria de trabajo en el aprendizaje. Recuperado el 20 de enero de 2019, de https://www.youtube.com/watch?time_continue=306&v=PK20zBKZZiA
- Rotger, M. (2017). *Neurociencia y Neuroaprendizaje. Las emociones y el aprendizaje: nivelar estados emocionales y crear un aula con cerebro*. Argentina: Brujas. Recuperado el 21 de enero de 2019, de https://psicoedukt8.webnode.es/_files/200000084-156771567a/Neurociencia%20neuroaprendizaje.pdf
- Ruberto, S. (s.f.). *Asociación Educar para el Desarrollo Humano*. Obtenido de Monografía Curso de Capacitación Docente en Neurociencias:

<http://www.asociacioneducar.com/monografias-docente-neurociencias/monografia-neurociencias-susana.ruberto.pdf>

- Ruiz, A. E., & Próspero, Ó. (2014). La Marihuana. *Ciencia - Academia Mexicana de Ciencias*, 62-69. Recuperado el 17 de octubre de 2021, de http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/65_1/PDF/Marihuana.pdf
- Ruiz, C. (2018). *Aprendizaje visible*. Recuperado el 21 de marzo de 2021, de Instituto Mexicano para la Excelencia Educativa: http://www.excelduc.org.mx/sys-uploads/documentos/aprendizaje_visible.pdf
- Ruiz, H. (04 de Septiembre de 2020). *Aprender a aprender*. Recuperado el 10 de agosto de 2020, de Educación Continua: <https://www.facebook.com/418358202028103/videos/327936761779879>
- Salazar, S. (2005). El aporte de la neurociencia para la formación docente. *Actualidades Investigativas en Educación*, V(1), 1-19. Recuperado el 07 de junio de 2018, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44750102>
- Sana, F., Weston, T., & Cepeda, N. (2012). Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers. *Computers & Education*, 62, 24-31. Recuperado el 25 de diciembre de 2018, de <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.003>
- Sánchez Ramírez, C. A. (2018). El IEMS: retrospectiva de la educación media superior. En E. Velasco-Gutiérrez, R. d. Guillén-Riebeling, & G. G. Carlos, *Situación y diagnóstico de la educación en México: perspectivas y posibilidades*. (págs. 34-36). México: Sindicato de Trabajadores de la Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <https://www.transformacion-educativa.com/attachments/article/251/Situacion%20y%20diagnostico%20de%20la%20educacion%20en%20M%C3%A9xico.pdf>
- Sánchez, C. A. (2018). El IEMS: retrospectiva de la educación media superior. En E. Velasco Gutiérrez, R. d. Guillén Riebeling, & C. Galindo Galindo, *Situación y diagnóstico de la educación en México: perspectivas y posibilidades* (págs. 33-36). Ciudad de México: Sindicato de Trabajadores de la Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 11 de octubre de 2020, de <https://www.transformacion-educativa.com/attachments/article/251/Situacion%20y%20diagnostico%20de%20la%20educacion%20en%20M%C3%A9xico.pdf>
- Sanchez, T. (14 de Agosto de 2020). Neurociencias: ventajas de conocer el cerebro. *Universidad Iberoamericana Monterrey*. Recuperado el 14 de agosto de 2020, de https://www.youtube.com/watch?v=OLnWnmChD_I
- Schmithorst, V.J. & Yuan, W. (2009). White matter development during adolescence as shown by diffusion MRI. *Brain Cogn*, 72(1):16-25. doi: 10.1016/j.bandc.2009.06.005.
- Secretaría de Educación Pública. (2012). *Reporte de la Encuesta Nacional de Deserción en la Educación Media Superior*. México: SEP. Recuperado el 25 de marzo de 2020, de http://buendiyamarquez.org/publicaciones/232/media/Reporte_de_la_ENDEMS.pdf
- Secretaría de Educación Pública. (2019). *Encuesta del perfil de alumnos de Educación Media Superior*. Ciudad de México: SEP. Recuperado el 25 de marzo de 2020, de http://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/es_mx/sems/Encuesta_2019_Perfil_de_Alumnos_Docentes_y_Directores_de_educacion_media_superior

- Siegel, D. (2014). *Tormenta cerebral. El poder y el propósito del cerebro adolescente*. Barcelona: Alba.
- Sousa, D. (2002). *Cómo aprende el cerebro. Una guía para el maestro en la clase* (Segunda ed.). California: Corwin Press.
- Sousa, D. (2014). *Neurociencia Educativa. Mente, cerebro y educación*. Madrid: Narcea.
- Stevens, R., & Zhu, Y. (2015). Electric light, particularly at night, disrupts human circadian rhythmicity: is that a problem? *Philosophical Transactions of the Royal Society B*(370), 1-9. Recuperado el 21 de enero de 2019, de <http://doi.org/10.1098/rstb.2014.0120>
- Strayer, D., & Watson, J. (2012). Supertaskers and the multitasking brain. *Scientific American Mind*, 23(1), 22-29. Recuperado el 25 de diciembre de 2018, de www.jstor.org/stable/24942105
- Stuart, R., Cox, S., Shen, X., Lombardo, M., Reus, L., Alloza, C., . . . Bastin, M. (2017). Sex differences in the adult human brain: Evidence from 5, 216 UK Biobank participants. *Cerebral Cortex*, 1-23. Recuperado el 21 de enero de 2019, de <https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2017/04/04/123729.full.pdf>
- Subsecretaría de Educación Media Superior. (2019). *La Nueva Escuela Mexicana: principios y orientaciones pedagógicas*. México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado el 18 de marzo de 2020, de <http://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/NEM%20principios%20y%20orientacio%C3%ADn%20pedago%C3%ADgica.pdf>
- Telefónica. (s.f.). *Mooc Neurodidáctica*. Obtenido de Scolartic.
- The Royal Society. (2011). *Ondas cerebrales Módulo 2. Neurociencia; implicaciones para la educación y el aprendizaje permanente*. Londres: Excellence in Science. Recuperado el 24 de enero de 2019, de https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/policy/publications/2011/4294975733.pdf
- Tokuhama, T. (2005). Cambios diarios en el cerebro. *Misterios de la mente*. Recuperado el 02 de diciembre de 2018, de <https://es.slideshare.net/Lascienciasdelaprendizaje/cambios-diarios-en-el-cerebro-por-tracey-tokuhamaespinosa-noviembre-2005>
- Tokuhama, T. (2011). Mind, brain, and education science: a comprehensive guide to the new brain-based teaching. *W. W. Norton & Co*. Recuperado el 29 de enero de 2019, de <http://jhepp.library.jhu.edu/ojs/index.php/newhorizons/article/view/30file:///C:/Users/ainat/Downloads/TOKUHAMA%20Johns%20Hopkins%201.%20New%20Ho>
- Tokuhama, T. (2011b). Why Mind, Brain, and Education Science is the “New” Brain-Based Education. *New Horizons in Education*. Recuperado el 29 de enero de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/260602170_1_of_5_WHY_MIND_BRAIN_AND_EDUCATION_SCIENCE_IS_THE_NEW_BRAIN-BASED_EDUCATION
- Tokuhama, T. (2012). *Bilingüismo, multilingüismo: Mitos y realidades desde las investigaciones en Neurociencia, Psicología y Educación*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2021, de Conexiones, Plataforma de Ciencias del Aprendizaje: <https://thelearningsciences.com/portfolio-items/bilinguismo-multilinguismo-mitos-realidades/>

- Tokuhama, T. (Abril de 2013). ¿Qué puede hacer la ciencia de Cerebro, Mente y Educación (MCE) por la enseñanza y el aprendizaje para el aula? *Para el aula*, 18-21. Recuperado el 15 de enero de 2019, de https://historico.mejoredu.gob.mx/wp-content/uploads/2019/04/0010_para_el_aula_05.pdf
- Tokuhama, T. (2013). ¿Qué puede hacer la ciencia de Cerebro, Mente y Educación (MCE) por la enseñanza y el aprendizaje? Para el aula. . Obtenido de https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/para_el_aula/Documents/para_el_aula_05/0010_p ara_el_aula_05.pdf
- Tokuhama, T. (Diciembre de 2013b). Lo que los neurocientíficos nos dicen sobre la enseñanza de las lenguas extranjeras. *Las ciencias del aprendizaje*, 4-7. Recuperado el 29 de noviembre de 2018, de <https://es.slideshare.net/Lascienciasdelaprendizaje/lo-que-los-neurocientificos-nos-dicen-sobre-lenguas-extranjeras-por-tracey-tokuhamaespinosa-diciembre-2013>
- Tokuhama, T. (2015). Mejorando las aulas: 50 aplicaciones prácticas de la ciencia de Mente, Cerebro y Educación. Quito, Ecuador. Recuperado el 03 de mayo de 2019, de <https://www.youtube.com/watch?v=mrU3esgUVtM&t=8s>
- Tünnermann, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*(48), 21-32. Recuperado el 17 de junio de 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37319199005>
- Universidad Autónoma de Guerrero. (2006). Plan de Desarrollo Institucional de Educación Media Superior. Recuperado el 19 de febrero de 2018, de www.cgru.uagro.mx/documentos/sisteduc/mediasup/pdiems.pdf
- Universidad de Navarra. (2011). Video divulgativo de la Universidad de Navarra sobre el cerebro adolescente. Recuperado el 14 de marzo de 2019, de <https://www.youtube.com/watch?v=DAOdnS39HiQ&feature=share>
- Van Der, H., Gujar, N., & Walker, M. (2010). Sleep Deprivation Impairs the Accurate Recognition of Human Emotions. *Sleep*, 33(3), 335-342. doi:10.1093 / sleep / 33.3.335
- Varas-Genestier, P., & Ferreira, R. (2017). Neuromitos de los profesores chilenos: orígenes y predictores. *Estudios Pedagógicos*, XLIII(3), 341-360. Recuperado el 05 de noviembre de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173554750020>
- Vargas, A. (2016). Neuroeducación en la formación docente. (págs. 90-100). Xalapa: Universidad de Xalapa. Recuperado el 09 de enero de 2019, de <https://ux.edu.mx/wp-content/uploads/8-NEUROEDUCACION-EN-LA-FORMACION-DOCENTE.-FORTALECIENDO-LA-DIMENSION-PERSONAL-DEL-EDUCADOR-HACIA-EL-DESARROLLO-INTEGRAL-DEL-EDUCANDO.pdf>
- Vega, N. (22 de Septiembre de 2020). *La realimentación formativa en la educación a distancia*, Webinar. Obtenido de IINDEQ: <https://www.facebook.com/IINDEQ/videos/345183093201722>
- Velásques, B., Calle, M., & Remolina, N. (2006). Teorías neurocientíficas del aprendizaje y su implicación en la construcción de conocimiento de los. *Tabula rasa*(5), 229-245. Recuperado el 06 de noviembre de 2018, de <https://www.redalyc.org/pdf/396/39600512.pdf>

- Vidales, S. (2009). El fracaso escolar en la educación media superior. El caso del bachillerato de una universidad mexicana. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 7(4), 320-341. Recuperado el 30 de septiembre de 2017, de <https://www.redalyc.org/pdf/551/55114094017.pdf>
- Vilaplana, M. (2016). Nutrición. Alimentación y neuronas. *Farmacia Profesional*, 30(6), 17-20. Recuperado el 08 de noviembre, de <https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-pdf-X0213932416603690>
- Villatoro, J., Medina-Mora, M. E., Del Campo, R., Fregoso, D., Bustos, M., Resendiz, E., . . . Cañas, V. (2016). El consumo de drogas en estudiantes de México: tendencias y magnitud del problema. *Salud Mental*, 39(4), 193-203. doi:10.17711/SM.0185-3325.2016.023
- Von Bartheld, C., Bahney, J., & Herculano-Houzel, S. (2016). The Search for True Numbers of Neurons and Glial Cells in the Human Brain: A Review of 150 Years of Cell Counting. *The Journal of comparative neurology*, 1-56. doi:10.1002/cne.24040
- Waak, Sebastián. (2020). *Hattie Ranking: 252 Influences And Effect Sizes Related To Student Achievement*. Recuperado el 21 de marzo de 2020, de Visible Learning: <https://visible-learning.org/hattie-ranking-influences-effect-sizes-learning-achievement/>
- Walsh, M., Anderson J. (2012). Learning from experience: event-related potential correlates of reward processing, neural adaptation, and behavioral choice. *Neurosci Biobehav*, 36(8):1870-84. doi: 10.1016/j.neubiorev.2012.05.008.
- Wargocki, P., Porras, J. A., & Contreras, S. (2019). The relationship between classroom temperature and children's performance in school. *Building and Environment*, 157, 197-204. doi:10.1016/j.buildenv.2019.04.046
- Waterhouse, L. (2006). Multiple Intelligences, the Mozart Effect, and Emotional Intelligence: A Critical Review. *Psychologist Educacional*, 41(4), 207-225. doi:10.1207 / s15326985ep4104_1
- Watson, J. &. (2010). Supertaskers: Profiles in extraordinary multitasking ability. *Researchgate. Psychonomic Bulletin & Review*, 17(4), 479-485. doi:10.3758/PBR.17.4.479
- Wei, Y., Krishnan, G. P., Marshall, T., & Bazhenov, M. (2020). Stimulation Augments Spike Sequence Replay and Memory Consolidation during Slow-Wave Sleep. *The Journal of Neuroscience*, 40(4), 811-824. doi:<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI>
- Weiser, M., Zarka, S., Werbeloff, N., Kravitz, E., & Gad, L. (2010). Cognitive test scores in male adolescent cigarette smokers compared to non-smokers: a population-based study. *Addiction*, 105(2), 358-363. doi:10.1111/j.1360-0443.2009.02740.x.
- Wilkins, A. J. (2016). A physiological basis for visual discomfort: Application in lighting design. *Lighting Research and Technology*, 48(1), 44-54. doi: 10.1177/1477153515612526
- Wittmann, M., Dinich, J., Merrow, M., & Roenneberg, T. (2006). Social Jetlag: Misalignment of Biological and Social Time. *Chronobiology International*, 23(1-2), 497-509. doi:10.1080/07420520500545979
- Xie, L., Kang, H., Xu, Q., Chen, M., Liao, Y., Thiyagarajan, M., . . . Nedergaard, M. (2013). Sleep Drives Metabolite Clearance from the Adult Brain. *Science*, 342(6156), 2-11. doi:10.1126/science.1241224

- Yolton, K., Dietrich, K., Auinger, P., Lanphear, B. P., & Hornung, R. (2005). Exposure to Environmental Tobacco Smoke and Cognitive Abilities among U.S. Children and Adolescents. *Environ Health Perspect*, 113(1), 98-103. doi:10.1289/ehp.7210
- Yoo, S., Gujar, N., Hu, P., Jolesz, F., & Walker, M. (2007). The human emotional brain without sleep--a prefrontal amygdala disconnect. *Current Biology*, 17(20), 1-2. doi:10.1016/j.cub.2007.08.007
- Zadina, J. (2014). *Multiple Pathways to the Student Brain: Energizing and Enhancing Instruction*. California: Jossey-Bass. Recuperado el 07 de octubre de 2019, de https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=vRKKAAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&ots=Yia_PgU0TO&sig=b591fGB4wWotwePYgNkXcQeWej8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Zadina, J. (2015). The emerging role of educational neuroscience in education reform. *Psicología Educativa*(1), 71-77. doi:10.1016/j.pse.2015.08.005
- Zanatta, E., & Camarena, T. (2012). La formación profesional del psicólogo en México: Trayecto de la construcción de su identidad disciplinar. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 17(1), 151-170. Recuperado el 25 de octubre de 2017, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29223246010>
- Zannin, P., & Zwirter, D. (2009). Evaluation of the acoustic performance of classrooms in public schools. *Applied Acoustics*(70), 626-635. doi:10.1016 / J.APACOUST.2008.06.007
- Zapalska, A., & Dabb, H. (2008). Learning Styles. *Journal of Teaching in International Business*, 3(3), 77-97. doi:10.1300 / J066v13n03_06
- Zapata, L. F. (2009). Evolución, cerebro y cognición. *Psicología desde el Caribe*, 106-119. Recuperado el 22 de Octubre de 2021, de <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/psicologia/article/view/616>
- Zinser, J. (2014). Tabaquismo. *Ciencia - Academia Mexicana de Ciencias*, 40-49. Recuperado el 03 de noviembre de 2021, de http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/65_1/PDF/Tabaquismo.pdf
- Zorrilla, J. F. (2015). *El bachillerato mexicano: un sistema académicamente precario. Causas y consecuencias*. Ciudad de México: Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación de la UNAM. Recuperado el 28 de agosto de 2017, de <http://www.iisue.unam.mx/publicaciones/libros/el-bachillerato-mexicano-un-sistema-academicamente-precario-causas-y-consecuencias>

1. Cuestionario sobre Neurociencias aplicadas a la Educación

Cuestionario para docentes de Educación Media Superior

Este cuestionario pretende recabar información sobre los conocimientos, intereses e inquietudes de profesores de Educación Media Superior, los cuales sirvan como fundamento para la creación de un curso sobre "Neurociencias aplicadas a la Educación", con el objetivo de atender las necesidades de formación, actualización y fortalecimiento de la práctica docente.


Le recordamos que sus respuestas serán tratadas de manera confidencial, por lo que le pedimos responder sinceramente a todas y cada una de las preguntas. Cabe mencionar que posteriormente nos pondremos en contacto con usted a través del correo electrónico que nos proporciona para hacerle la invitación formal de dicho curso y darle todos los detalles del mismo.

***Obligatorio**

Dirección de correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico _____

"Neurociencias aplicadas a la Educación"



Datos personales

1. Nombre completo: *

Tu respuesta _____

2. Sexo: *

Hombre

Mujer

3. Edad: *

Tu respuesta _____

4. Años de experiencia docente: *

Tu respuesta _____

5. Subsistema en el que imparte clases (puede marcar más de una opción): *

Escuela Nacional Preparatoria (ENP)

Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)

Colegio de Bachilleres (COLBACH)

Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP)

Instituto de Educación Media Superior del Distrito Federal (IEMS)

Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT)

Preparatoria Federal Incorporada a la Dirección General de Bachillerato

Institución Privada

Otro

6. Materias que imparte a nivel medio superior (puede marcar más de una) *

Artes plásticas

Educación Física

Español

Física

Filosofía

Geografía

Historia

Lenguas extranjeras

Matemáticas

Orientación Educativa

Psicología

Química

Teatro

Otra

7. Horario en el que trabaja (puede marcar más de una opción): *

Matutino

Vespertino

Nocturno

Completo

8. ¿Cuántos cursos de actualización toma al año? *

no tomo

entre 1 y 3

4 a 6

7 a 9

más de 10

Atrás
Siguiente
Página 2 de 4

Conocimientos sobre neurociencias

A continuación se presentan una serie de preguntas que tienen como objetivo averiguar qué tanto conocen los docentes sobre la aplicación de las neurociencias al ámbito educativo. Le pedimos que sea sincero(a) al momento de responder, ya que la información que nos proporciona es muy valiosa y nos ayudará a hacer una breve detección de necesidades así como justificar la implementación de un curso de este tipo.

1. ¿Cuenta con conocimientos actuales sobre neurociencias y su aplicación al ámbito educativo? *

- Sí
 No

2. ¿Ha escuchado hablar sobre el concepto de plasticidad cerebral y su importancia en los procesos de enseñanza-aprendizaje? *

- Sí
 No

3. ¿Conoce cuáles son las características del cerebro adolescente? *

- Sí
 No

4. ¿Sabe qué procesos cerebrales ocurren durante la adolescencia que pueden llevar a los jóvenes a experimentar ciertas conductas de riesgo? *

- Sí
 No

5. ¿Sabe de qué manera influye una alimentación saludable para que el cerebro funcione mejor? *

- Sí
 No

6. ¿Conoce cómo afectan las nuevas tecnologías sobre los procesos cerebrales, como el sueño o bien mejorando habilidades cognitivas y motoras? *

- Sí
 No

7. ¿Tiene conocimientos sobre higiene del sueño y cómo pueden optimizarse los hábitos de sueño de sus estudiantes? *

- Sí
 No

8. ¿Tiene conocimientos sobre el efecto de las hormonas sobre el cerebro y cómo afectan a los procesos emocionales? *

- Sí
 No

9. ¿Sabe cómo el cerebro de los adolescentes procesa la memoria? *

- Sí
 No

11. ¿Sabe cómo funciona el cerebro para mejorar la motivación al aprender? *

- Sí
 No

12. ¿Conoce las diferencias en funcionamiento y estructura del cerebro femenino y masculino? *

- Sí
 No

13. ¿Considera que los pocos o muchos conocimientos que usted tiene provienen de fuentes serias y de calidad? *

- Sí
 No

14. ¿Podría escribirnos un conocimiento que usted considere es un mito sobre el funcionamiento del cerebro y el comportamiento humano?

Tu respuesta _____

15. ¿Tiene usted algún comentario u opinión que desee mencionarnos; por ejemplo temas de su interés, expectativas o propuestas?

Tu respuesta _____

Interés sobre Neurociencias aplicadas a la Educación

1. ¿Considera que adquirir conocimientos sobre el cerebro adolescente le pueden ser de utilidad para su labor docente? *

- Sí
 No

2. ¿Le gustaría incorporar a su práctica docente los conocimientos que las neurociencias están aportando sobre el funcionamiento del sistema nervioso para optimizar el aprendizaje de sus estudiantes? *

- Sí
 No

3. ¿Estaría dispuesto a participar en un curso sobre Neurociencias aplicadas a la educación como parte de su formación docente? *

- Sí
 No

4. Finalmente, hay que mencionar que el curso sobre Neurociencias y Educación que se pretende ofrecer, se llevará a cabo por la tarde en las instalaciones de la Facultad de Psicología de la UNAM. Este se realizará durante dos semanas continuas, cubriendo tres horas y media diarias. Media hora en línea, donde deberá revisar un sitio web que se ha preparado para apoyar su aprendizaje. Además, de tres horas presenciales, por lo que si tuviera la oportunidad de elegir el horario presencial ¿cuál preferiría? *

- De 15:00 a 18:00 hrs.
 De 16:00 a 19:00 hrs.
 De 17:00 a 20:00 hrs.
 Otro: _____

2. Cuestionario de evaluación del curso “Educar con Cerebro”



¿Qué te pareció el curso?
¡Nos gustaría conocer tu opinión!



Formato de evaluación del curso "Educar con Cerebro"

*Obligatorio

2. Evaluación del curso "Educar con cerebro"

Instrucciones

A continuación encontrará una serie de afirmaciones relacionadas con los componentes del curso que ha concluido, señale dando clic en la opción de respuesta que más se acerque a tu opinión. Recuerde que no hay respuestas correctas ni incorrectas y cada afirmación debe contestarse. Puedes tomar todo el tiempo que consideres necesario. ¡Empecamos!



Los aprendizajes esperados... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Tienen relación con los contenidos de cada módulo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fueron claros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se alcanzaron al finalizar el curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Señalan lo que los participantes serán capaces de hacer al finalizar el curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

El contenido del curso... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Tiene sustento teórico (citas de autores, ejemplos de estudios y fuentes de consulta, etcétera)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es relevante para mi formación profesional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es actual	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es de fácil comprensión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sigue una secuencia lógica de los temas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es útil para mi práctica profesional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiene aplicación práctica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es suficiente para entender cada tema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se presenta adecuadamente para promover la enseñanza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Está bien redactado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utiliza un lenguaje claro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se presenta en diferentes formatos (esquemas, presentaciones, videos, juegos, etcétera)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Las actividades del curso... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Ayudan a entender los contenidos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me permitieron alcanzar los objetivos de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Son relevantes para mi aprendizaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Son diversas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tienen instrucciones claras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me resultaron atractivas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me permitieron desarrollar las competencias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Relacionan la nueva información con lo que he aprendido previamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me ayudan a desarrollar destrezas cognitivas como análisis, síntesis y crítica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Permiten la integración de los conocimientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me permiten reflexionar sobre los contenidos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Promueven la construcción del aprendizaje mediante la interacción entre compañeros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

La evaluación que se propone en el curso... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Es coherente con los contenidos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me ayudó a identificar cuánto había aprendido de cada tema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se realiza de manera continua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me mantiene informado de mi desempeño	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es adecuada para valorar mi aprendizaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se lleva a cabo durante y después de cada módulo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me permite identificar mis errores y dificultades de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

La estructura y organización del curso... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Me permite navegar con facilidad para realizar las actividades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es intuitiva para interactuar con los contenidos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vincula módulos, contenidos y evaluaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

La plataforma donde se encuentra el curso... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Estuvo disponible las 24 horas del día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me dejó satisfecho como estudiante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cargó rápidamente los contenidos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funcionó sin mensajes de error	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

La navegación en el curso me permite... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Pasar de un contenido a otro con facilidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identificar con claridad las secciones que lo conforman	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acceder con facilidad a los recursos didácticos (videos, juegos, actividades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

El diseño gráfico de la plataforma... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Mantiene un mismo estilo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiene una fuente de letra adecuada que favorece una lectura fluida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Usa colores adecuados para leer el contenido sin dificultad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contiene imágenes y gráficos que me ayudaron a comprender mejor los contenidos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es cómodo de visualizar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

El curso... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Cumplió con mis expectativas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiene un cronograma que especifica la duración de cada módulo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estableció de forma clara los objetivos de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Orienta al desarrollo de competencias profesionales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establece lineamientos de evaluación claros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

El sitio del curso... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Posee un título llamativo y hace referencia al tema que trata	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Da crédito a un experto en contenidos que da soporte al trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Da crédito a un experto en didáctica que revisó la secuencia de actividades de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Respeto derechos de autor referenciando y citando en estilo APA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contiene hipervínculos que se descargan con facilidad y rapidez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contiene recursos de audio y video nítidos que funcionan adecuadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

El servicio que recibí de la administración de la plataforma... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Me permitió acceder con facilidad al curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Facilitó mi inscripción al curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me orientó de manera clara y oportuna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tiene una licencia registrada de derechos de autor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fue una experiencia que disfruté	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me pareció interesante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Valió la pena	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me motivó a participar en otra actividad similar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

El curso... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Cumplió con mis expectativas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiene un cronograma que especifica la duración de cada módulo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estableció de forma clara los objetivos de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Orienta al desarrollo de competencias profesionales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establece lineamientos de evaluación claros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contiene la información de contacto del responsable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Presenta una descripción de las competencias, aprendizajes esperados, contenidos y precursores al inicio de cada módulo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiene una duración adecuada para cubrir los aprendizajes esperados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Promueve responsabilidad dado que yo me organizo para resolver las actividades de acuerdo a mí	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Experiencia dentro del curso... *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La modalidad en línea me motivó a cursarlo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me sentí cómodo(a) en este curso porque me permitió trabajar a mi ritmo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Promueve emociones positivas que involucran al aprendizaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tuve que instalar algún complemento o software para visualizar el contenido del curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tuve problemas para acceder a la plataforma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comentarios y sugerencias

¿Tienes alguna sugerencia o comentario que nos ayude a mejorar y enriquecer el curso? Por ejemplo: aspectos que te hayan gustado o no sobre el contenido, actividades, diseño gráfico, evaluación, distribución de las opciones de navegación en el módulo, etc... *

Tu respuesta