

¿Cómo aprenden mis estudiantes?

Estrategias didácticas basadas en los
aportes de las ciencias cognitivas

¿Cómo aprenden mis estudiantes?

Estrategias didácticas basadas en los aportes de las ciencias cognitivas

Gina Letelier Abarzúa

Editorial Universidad de Santiago de Chile, 2025
Av. Víctor Jara 3453, Estación Central, Santiago de Chile
Tel.: +56 2 2718 0080
www.editorialusach.cl

© Gina Letelier Abarzúa, 2025

ISBN edición impresa: 978-956-303-747-0
ISBN edición digital: 978-956-303-748-7

Director editorial: Galo Ghigliotto G.
Edición: Katherine Hoch F.
Diagramación: Andrea Meza V.
Montaje de portada: Ana Ramírez P.

Primera edición, abril 2025

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida en manera alguna ni por ningún medio, ya sea eléctrico, químico o mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo de la editorial.

Impreso en Chile

Gina Letelier Abarzúa

¿Cómo aprenden mis estudiantes?

Estrategias didácticas basadas en los
aportes de las ciencias cognitivas



Índice

Prólogo.....	11
Prefacio	15
CAPÍTULO I	
Aportes de las ciencias cognitivas a la educación	19
CAPÍTULO II	
Círculo didáctico del aprendizaje: sensopercepción y redes atencionales.....	35
CAPÍTULO III	
Círculo didáctico del aprendizaje: emociones y motivación	49
CAPÍTULO IV	
Círculo didáctico del aprendizaje: memoria.....	67
CAPÍTULO V	
Círculo didáctico del aprendizaje: funciones ejecutivas	77
CAPÍTULO VI	
Condiciones óptimas para el aprendizaje.....	101
Conclusiones.....	119
Glosario	121
Bibliografía.....	123

A mi esposo e hijos y
a Jehová Dios por darme
el don de enseñar

Prólogo

Tomás Ortiz Alonso¹

Como neurocientífico he entregado toda una vida a desengranar los entresijos del funcionamiento cerebral de las funciones cognitivas. Sin embargo, nada del esfuerzo aplicado o cada uno de los hallazgos obtenidos, unos certeros y asertivos; otros, decepcionantes (así es el mundo de luces y sombras de la investigación), tendrían un ápice de sentido si no pudiéramos darles una aplicabilidad desde el lado más pragmático. Lado que podemos encontrar en este libro magníficamente escrito por Gina Letelier, gran conocedora de programas educativos.

En estos momentos, la interactuación de la neurociencia con el proceso educativo se encuentra en la palestra del debate. Dos disciplinas que, a mi modo de entender, deberían abrazarse ante la necesidad cada vez más urgente de abordar los retos psicopedagógicos que nos plantea la sociedad, tanto para neurocientíficos como educadores. Esto es, la “neurociencia educativa” o “neuroeducación”, como ejemplo convergente de nuestro cerebro y de su aprendizaje. Todos los que nos hemos atrevido a navegar en las complejas mareas de redes neuronales sabemos cuán importante es el proceso educativo para el cerebro, no solo en su periodo de neurodesarrollo, sin límites, sino a lo largo de toda la vida del ser humano. Es por esta razón que se hace imprescindible un trabajo intensamente cooperativo entre ambas disciplinas.

Después de 30 años dedicados a desarrollar programas neuroeducativos en niños, con el fin de activar los mecanismos cerebrales que procesan la información y permiten construir autopistas neuronales de aprendizaje, he llegado a la firme convicción de que los neurocientíficos deberíamos contribuir a desarrollar conjuntamente con los profesionales de la educación, un programa de actividades, conocimientos, experiencias que nos posibilite emprender investigaciones que permitan una

¹ Catedrático emérito de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.

mejora sustancial en el futuro del aprendizaje escolar. Y así, conformar una nueva disciplina: la neuropedagogía. En este sentido, la apuesta de Gina Letelier en este excelente trabajo, ratifica que, a pesar de lo arduo del camino, cada vez nos encontramos más cerca de convertir este sueño en realidad.

Es precisamente este libro —que yo denominaría “manual” por su enfoque eminentemente práctico— un excelente ejemplo de buen maridaje multidisciplinar; sencillo, bien estructurado, dirigido a ser aplicado en diferentes entornos educativos, y eficaz, teniendo en cuenta los años de experiencia de una sobresaliente profesional de la educación con alma de investigadora en el campo de la neuroeducación. Efectivamente, me enorgullece tener la oportunidad de avalar el arduo trabajo de la profesora Gina Letelier, fruto de su vasto conocimiento pedagógico y neuroeducativo, de su inquietud no exenta de pasión científica, y, sobre todo, de su destreza a la hora de poner en práctica esta perfecta combinación multidisciplinar.

Como afirman Johnson, Johnson y Smith (1991) “el conocimiento lo descubren, construyen y transforman los estudiantes. Los profesores, por su parte, deben crear las condiciones necesarias para que este aprendizaje ocurra de manera efectiva” (p. 14). Por ello, la labor de los centros educativos debe contribuir a avanzar en esta misma línea, que no es otra que la de formar a los profesores en neurociencia y apoyarles con todos los recursos necesarios para adecuar los procesos de enseñanza y aprendizaje a la manera de trabajar del cerebro.

Y los resultados son más que evidentes: la diferencia entre un cerebro que se entrena en el aula, de forma ordenada, regular y sostenida, y otro que no, es similar a la imagen de un árbol visto en otoño, yermo, apagado. En primavera, lleno de colores intensos, repleto de vida. Por ende, está demostrado que, si estimulamos el cerebro sistemáticamente de manera diaria con actividades simples (ejercicios de equilibrio y de atención, por ejemplo) la neuroplasticidad adquirida es mayor (nuevas neuronas se generan en un lugar del cerebro denominado hipocampo, asociado a la memoria). Lo asombroso de todo esto es que nuevas conexiones se tornan estables, justo lo que se requiere para que el aprendizaje sea efectivo.

Les ruego que dediquen especial atención a las estrategias que Gina plantea con el fin de incentivar el aprendizaje a través de las emociones y la motivación. Sabemos que los intereses primarios aceleran los procesos de aprendizaje y de plasticidad cerebral. Decía Ramón y Cajal que “el

juego es una preparación necesaria para la vida”, que imprime un sello, a la vez, intelectual y moral. En él intervienen factores motivacionales, novedosos, interactivos, competitivos, que contribuyen a potenciar la neuroplasticidad. A mayor novedad, el cerebro tiende a captar más rápidamente la información, e incluso es capaz de “archivarla” mejor.

Son, en definitiva, aquellas conductas que nos motivan o de las que estamos ligados emocionalmente, las que permanecen activas durante más tiempo en el cerebro. Llevan de manera inherente la capacidad de recuerdo mucho mayor. Por lo tanto, todas las conductas, conocimientos ligados a nuestros intereses personales, motivaciones, emociones, resultarán en un aprendizaje más rápido y con menor dificultad. Además, permanecerán durante mucho más tiempo en nuestro cerebro y serán más fácilmente recordables.

En conclusión, el tipo de aprendizaje donde han intervenido las emociones, la motivación, los intereses o las necesidades primarias (teoría de Maslow) se fijan de manera prioritaria y duradera en el cerebro. Este es el motivo por el que podemos recordar de forma vívida nuestras experiencias en la infancia y apenas las sucedidas a lo largo del día.

Como también señala Gina, el cerebro no genera creatividad de la nada. Alguien creativo es el que dispone de la capacidad de desarrollar algo diferente al resto y lo consigue sistematizando correctamente la información que recibe, perfectamente documentada. Diríamos que, en definitiva, el proceso creativo, al contrario de lo que piensa la mayoría, no es espontáneo; requiere de un intenso trabajo estructural, ordenado y sistematizado.

Permítanme contradecir la archiconocida frase en latín *Mens sana in corpore sano*. En mi humilde opinión considero que es al revés. En la medida en que nuestro cuerpo esté sano, genera estímulos que conllevan un efecto beneficioso para la salud mental. Como bien señala la profesora Letelier, en el apartado que dedica a la importancia de la nutrición en el aprendizaje, el “combustible” que suministremos será determinante. Y la ingesta de agua, que quiero recalcar especialmente, “es necesaria para el desplazamiento de las señales neuronales a través del cerebro”. Sabemos, por ejemplo, que una hidratación deficiente disminuye la capacidad atencional. Con tan solo hidratarse cinco minutos antes de una clase se logra un mayor enfoque y asimilación del contenido expuesto. Es por ello tarea indispensable promover la salud en las aulas.

Coincido con Gina en que un buen sistema de educación temprana, repleto de estímulos, mejoran los promedios de inteligencia. Esto es parte

de lo que consideramos como neuroplasticidad, un proceso mediante el cual las neuronas se reorganizan y aumentan sus conexiones sinápticas, posibilitando la modificación de mecanismos bioquímicos y fisiológicos implicados en la comunicación con otras neuronas, como consecuencia de la experiencia, el aprendizaje y la estimulación sensorial, y cognitiva. Por esta razón, un ambiente escolar rico en estímulos externos consigue reajustar y aumentar las conexiones entre distintas áreas del cerebro, favoreciendo un mejor aprendizaje.

Volviendo a las enseñanzas de uno de los más notables neurocientíficos, Ramón y Cajal, que plantean “la adquisición de nuevas habilidades requiere muchos años de práctica mental y física... para reforzar las vías orgánicas preestablecidas, la formación de vías nuevas por ramificación y crecimiento progresivo de la arborización dendrítica y terminales nerviosas”. Para establecer rutas estables en el cerebro, por lo tanto, se requiere de mucho tiempo de aprendizaje constante y bien dirigido.

Les animo, queridos lectores, a que pataleen, sin prisa alguna, cada uno de los capítulos de este libro; les aseguro que, bien como educadores o futuros profesionales del sector, podrán encontrar herramientas efectivas para aplicarlas convenientemente a sus aulas, sin dogmatismos ni inflexiones. Perfectamente adaptables al estilo, forma o sistema que cada docente considere o requiera. Y este aspecto, déjenme decirles, es harto difícil de encontrar. La neuroplasticidad educativa está servida. Que la disfruten.

Prefacio

Durante más de un siglo la neurociencia y las ciencias cognitivas han estudiado y generado amplia información sobre nuestro sistema nervioso, en especial, sobre las diversas estructuras del cerebro, las neuronas y su funcionamiento. Muchos neurocientíficos han investigado, comprobado y ampliado los estudios de sus precursores, aumentando el conocimiento sobre el funcionamiento de nuestros cerebros, pero como docentes cabe hacernos la siguiente pregunta: ¿Desde cuándo comenzó a relacionarse dicha información con la educación? La respuesta es que desde hace muy poco tiempo, no más de veinte años atrás aproximadamente.

Existen muchas razones que subyacen a esto, y una de las más importantes a mi parecer es que los propósitos de la neurociencia y la pedagogía son diferentes, y por lo mismo, esta última es la que ha debido acercarse a los descubrimientos de la primera. Muchos docentes, investigadores y neurocientíficos han aportado a que estas dos áreas se acerquen a través del estudio de los aportes de la neurociencia a la educación y de sus efectos en el aula. Es así como el siglo XXI ha visto nacer las denominadas ciencias del aprendizaje, rama multidisciplinaria que une los aportes de la neurociencia cognitiva, pedagogía, psicología cognitiva, filosofía, ciencias computacionales, antropología y lingüística.

Según el neurocientífico Francisco Mora (2018): “Ya se empieza a hablar de esa necesidad de extraer los conocimientos que aporta la neurociencia cognitiva en conjunción con la psicología cognitiva y llevarlos al aula con la finalidad de aprender y enseñar mejor” (p. 23). A su vez, el psicólogo cognitivo Stanislas Dehaene (2019) declara en su libro *¿Cómo aprendemos?*:

Tengo la profunda convicción de que no podemos enseñar de una manera conveniente sin poseer un modelo mental de lo que ocurre dentro de la cabeza del niño: cuáles son sus intuiciones, correctas o erróneas,

cuáles son las etapas por las que debe pasar en su avance y qué factores lo ayudan a desarrollar sus capacidades (p. 28).

Para el investigador y docente Jesús Guillén (2017): “El mundo educativo no puede ignorar cómo funciona el cerebro” y agrega “para los educadores resulta imprescindible identificar cuáles son las evidencias científicas empíricas que provienen de la neurociencia y que tienen una utilidad práctica real” (p. 250).

Estos investigadores concuerdan en que es muy necesario incorporar lo que sabemos al momento de cómo aprendemos en el aula porque beneficiaría al sistema educativo en su totalidad y sentaría las bases de una educación más justa, ya que tomaría en cuenta las etapas del neurodesarrollo, necesidades y potencial de todo los estudiantes, con base en evidencia científica y empírica de los efectos educativos que tiene incorporar los conocimientos que hasta el momento nos han entregado las ciencias cognitivas.

Este libro pretende dar a conocer a los lectores los aportes de las ciencias cognitivas en la educación, considerando a los estudiantes como centro de su proceso de aprendizaje, por medio de tener en cuenta cómo es que se produce y cuáles son las condiciones óptimas para lograrlo. A través de sus páginas los y las lectoras irán descubriendo un cúmulo de conocimientos y estrategias que les ayudarán a comprender la neurodiversidad que caracteriza nuestras aulas y la importancia de conocer y tomar en cuenta procesos neurobiológicos en el proceso de aprendizaje tales como: sensopercepción, atención, motivación, emociones, memoria y funciones ejecutivas. No es mi intención dar recetas mágicas, pero si la de contar los resultados de mi investigación y experiencia en aula aplicando lo que encontrarán en este libro. Cada profesor o profesora tiene su sello y conoce a sus estudiantes, es por eso que quiero que reciban estas estrategias como una invitación a aplicar técnicas que les permitirán planificar y llevar a cabo procesos de enseñanza aprendizaje alineados a cómo sus estudiantes aprenden, considerando sus fortalezas y oportunidades de mejora, pero también su desarrollo neurobiológico y el medio que los rodea y en el que se desenvuelven.

Una de las frases que me instó a descubrir más acerca del aporte que la neurociencia y ciencias cognitivas generar en la educación fue la de Leslie Hart: “Enseñar sin saber cómo funciona el cerebro, es como querer diseñar un guante sin nunca haber visto una mano”. Al reflexionar sobre esta frase me di cuenta que conocía de planificación, didáctica,

evaluación y mi especialidad, historia, geografía y ciencias sociales, pero que no conocía en detalle el funcionamiento del cerebro, solo tenía ideas vagas sobre la sinapsis y algunas estructuras del sistema nervioso; es en este análisis en que mi motivación por conocer más de lo maravilloso que es nuestro cerebro aumentó, y digo aumentó porque tenía una motivación mucho más grande por comprender el funcionamiento del cerebro, mi hijo había sido diagnosticado con un trastorno generalizado del desarrollo, aunque hoy ya sabemos con claridad que está dentro del espectro autista. Esta situación personal me llevó a querer aumentar mis conocimientos en el área para poder ayudar a mi hijo a desarrollarse de la mejor manera posible, pero mi sorpresa fue mayor, ya que me di cuenta de que lo que estaba aprendiendo no era solo en beneficio de él, sino que, de mi otro hijo e hija, y por supuesto, también de mis estudiantes y colegas.

Después de tomar un Diplomado en Neurociencia del aprendizaje, seminarios, cursos y de leer muchos autores, quise construir un marco que me ayudara a ordenar todos mis hallazgos. Es así cómo nació el *Círculo didáctico del aprendizaje* (Letelier, 2021) a través del cual pude organizar los principales procesos neurobiológicos que se movilizan en el aprendizaje, además de aplicar estrategias y técnicas didácticas que ayudan a que estos procesos logren desarrollarse óptimamente en nuestros estudiantes, respetando el desarrollo natural de cada niño, niña y adolescente. Los procesos que incluye este modelo son:

- Sensopercepción
- Atención
- Motivación
- Emociones
- Memoria
- Funciones ejecutivas

Todos estos procesos se desarrollan de manera interconectada y simultánea, dependiendo de los estímulos a los que exponemos a nuestros estudiantes, o de sus propios procesos cognitivos, por eso se debe tener en cuenta que este círculo siempre está girando, ya que moviliza estos y muchos otros procesos neurológicos y fisiológicos de manera integrada mientras el cerebro aprende. Cada proceso considera variadas estrategias didácticas transferibles al aula escolar y universitaria, que son fruto de una recopilación de años y de mi experiencia como docente.

Algunas de las estrategias quizás ya las utilizas, pero lo que encontrarás en estos capítulos son los fundamentos para profundizar y encontrar el sustento neurobiológico de su efectividad en el aula. En general, las ciencias cognitivas reafirman lo que hemos venido haciendo por mucho tiempo en la práctica, fruto de nuestra intuición como educadores, pero también en otras muchas ocasiones derriba múltiples neuromitos en torno a cómo aprendemos y a las condiciones óptimas en las cuales lo hacemos.

En el capítulo I se realizará un breve recorrido por elementos clave de nuestro sistema nervioso y de los procesos que subyacen a su funcionamiento. Es necesario que conozcamos esta información para profundizar en los procesos neurobiológicos que veremos en los siguientes capítulos. En este capítulo, también explicaremos en qué consiste el *Círculo didáctico del aprendizaje* y profundizaremos en la importancia de la sensorpercepción y atención como aquel chispazo que invita al cerebro a aprender (Mora, 2015). Además, describiremos diversas estrategias para iniciar el proceso de aprendizaje de una manera eficaz.

En el capítulo II explicaremos la relevancia que tiene la motivación y cómo podemos mantenerla en nuestros estudiantes mientras aprenden por medio de la aplicación de diversas estrategias. El capítulo III presenta las bases neurobiológicas de las emociones y explica claramente que es imposible separar la emoción de la cognición. El capítulo IV analiza las bases neurobiológicas de la memoria y presenta diversas estrategias que ayudan a lograr aprendizajes duraderos. El capítulo V establece la importancia que debemos dar en el aula al desarrollo de las funciones ejecutivas, que incluso es clave en el hogar.

En el capítulo final se hace hincapié en las condiciones que se requieren para lograr una efectiva transferencia al aula de las estrategias y su movilización por parte de los y las estudiantes, además se presenta un cuadro resumen que toma en cuenta cómo nuestros y nuestras estudiantes aprenden, basado en el *Círculo didáctico del aprendizaje* (Letelier, 2021).

Los hallazgos de las ciencias cognitivas han aportado información valiosa a la educación, y el conocerla, relacionarla y aplicarla en el aula, permitirá a los y las docentes innovar en sus prácticas pedagógicas e incluso en la evaluación de los aprendizajes. Con un sustento biológico claro, podrán sistematizar sus estrategias y monitorear sus resultados a lo largo del desarrollo natural de cada niño, niña y adolescente.

CAPÍTULO I

Aportes de las ciencias cognitivas a la educación

¿Qué son las ciencias cognitivas y cuáles son sus aportes en la actualidad?

La neurociencia, disciplina que se ocupa de estudiar la estructura y organización de nuestro sistema nervioso, es un área de estudio que ha estado en boga durante esta última década. Existen muchos postulados sobre ella y se asocia a diferentes áreas del conocimiento, en este contexto la educación no es la excepción, ya que entendemos que el cerebro y su funcionamiento son la base del aprendizaje y de los procesos educativos. La neurociencia cognitiva, un área que se dedica principalmente al estudio de cómo nuestro cerebro recibe, procesa y consolida la información, ha generado grandes aportes a la comprensión de la actividad cerebral siendo una materia digna de estudiar y aplicar en el aula. Como explica Anna Lucia Campos (2010):

Todas estas habilidades y capacidades son, nada más y nada menos, que frutos de un cerebro en constante aprendizaje y desarrollo, y, a medida que el conocimiento relacionado al funcionamiento del cerebro humano vaya siendo más accesible a los educadores, el proceso de aprendizaje se volverá más efectivo y significativo tanto para educador como para el alumno (p. 5).

Uno de los grandes objetivos de este libro es mostrar a la comunidad docente que un tema considerado por muchos años netamente científico, es clave para elaborar estrategias acordes al desarrollo cognitivo de los estudiantes y que es plausible su comprensión y aplicación en el aula. Es por estos avances que emerge una nueva área del conocimiento conocida como neuroeducación (Guillén, 2012; Mora, 2010) que puede definirse como una línea de pensamiento que trata de acercar a los actores

educativos al estudio del cerebro y el aprendizaje, uniendo con esto los aportes en conocimiento relativos a la pedagogía, psicología cognitiva y neurociencia cognitiva (Campos, 2010). Otros investigadores también han unificado estas áreas en las llamadas ciencias del aprendizaje o cognitivas, principalmente en el mundo anglosajón (Kolodner y Schank, 1991).

Las ciencias cognitivas o del aprendizaje buscan generar una dinámica teórica basada en los hallazgos de las neurociencias, psicología cognitiva, pedagogía, psicología del desarrollo, experiencias de aula, tecnología, antropología, etc., siendo su propósito aplicar todo lo que se sabe hasta el momento acerca de cómo el cerebro aprende y qué situaciones estimulan el desarrollo cerebral, el ámbito escolar y universitario. El ámbito más directo para la aplicación de estas ciencias es, por supuesto, la escuela. La escuela es el principal ambiente en el que los niños aprenden, además de su entorno familiar. Hasta el momento sabemos muy poco con respecto a cómo funciona nuestro cerebro, pero igualmente con este nuevo conocimiento podemos hacer mucho en el aula y marcar una gran diferencia en cómo nuestros estudiantes aprenden. El siguiente cuadro establece los principales aportes de las ciencias cognitivas a la educación y su fundamento neurobiológico.

Tabla 1. Basado en los aportes de Jesús Guillén, Escuela con Cerebro (2017)

APORTE	SUSTENTO NEUROBIOLÓGICO	DEFINICIÓN
1. Nuestro cerebro cambia y es único.	Neuroplasticidad	La plasticidad neuronal representa la facultad del cerebro para recuperarse y reestructurarse.
2. Las emociones sí importan.	Sistema límbico	Conjunto de estructuras cerebrales encargadas de la generación de emociones y el procesamiento de recuerdos emocionales.
3. La novedad alimenta la atención.	Redes atencionales	El cerebro reacciona hoy más que nunca ante lo único y diferente. Somos curiosos por naturaleza.

APORTE	SUSTENTO NEUROBIOLÓGICO	DEFINICIÓN
4. El ejercicio físico mejora el aprendizaje.	Neurogénesis	El ejercicio físico oxigena el cerebro y aumenta la BDNF, proteína que garantiza la salud de nuestras neuronas y su crecimiento .
5. La práctica continua permite progresar.	Potenciación de larga duración	Este ajuste en la eficacia sináptica es el proceso fisiológico que sustenta el aprendizaje y la memoria.
6. El juego nos abre las puertas del mundo.	Círculo DAS o de recompensa	Área que contiene neuronas que se proyectan hacia diversas regiones del cerebro, siendo claves para la motivación, deseo y satisfacción.
7. El arte mejora el cerebro.	Activación cerebral	Cada actividad artística activa diferentes regiones cerebrales.
8. Somos seres sociales.	Neuronas espejo	Son un tipo de neuronas que se activan cuando se ejecuta una acción y cuando se observa ejecutar esa acción o se tiene una representación mental de la misma.

Bases neurobiológicas del aprendizaje

¿Cuál es la estructura y funcionamiento de nuestro cerebro?

Para iniciar nuestro recorrido por las ciencias cognitivas es esencial conocer elementos clave de la estructura y funcionamiento de nuestro cerebro, como explica Mariale Hardiman (2012) “el entendimiento fundamental de la estructura y funcionamiento del cerebro permitiría a los educadores convertirse en mejores consumidores de investigaciones científicas” (p. 3), es decir, conocer esta información nos hará más hábiles al momento de leer y establecer posibles aplicaciones al aula de los resultados de diversos estudios que las ciencias cognitivas nos proveen en la actualidad y en el futuro. No podemos dejarnos llevar por todo lo que comience con “neuro”, debemos saber discriminar los resultados de investigaciones científicas y las evidencias que nos presentan, y que estas sean transferibles al trabajo que realizamos con seres humanos. Los

avances en la tecnología han permitido ampliar las investigaciones basadas en neuroimágenes y estudios funcionales del cerebro en seres humanos, esta evidencia es en la cual se basa el presente libro.

“Nuestro cerebro, el único órgano que se estudia a sí mismo”. ¿Habías reflexionado alguna vez esa frase?: “el único órgano que se estudia a sí mismo”, de verdad es impactante lo importante que este órgano de no más de un kilo y medio de peso, puede ser la clave de nuestros pensamientos, emociones y acciones. Como dice el filósofo español José Antonio Marina (2014) a veces “lo más humilde produce lo más grande”.

El cerebro, con sus millones de neuronas y billones de sinapsis, es el artífice del aprendizaje, acciones, emociones, pensamientos, etc. Entonces, ¿cómo definirías aprendizaje? Pienso que todos tenemos una concepción de lo que esto significa. Si vamos a la etimología de la palabra viene de la misma raíz latina que “aprehender” que se asocia a tomar, atrapar o asir. Entonces aprender significa, según el neuropsicólogo Stanislas Dehaene (2012), “asir con el pensamiento, o llevarse una porción de la realidad, un modelo de la estructura del mundo. Por lo tanto, aprender se asocia a un proceso de construcción constante de un modelo interno del mundo exterior” (p. 37). Esta concepción de aprendizaje recalca, por lo tanto, la importancia que tiene la experiencia y lo que nos rodea.

En este capítulo describiremos las principales estructuras cerebrales y sus funciones. Estoy de acuerdo con las investigadoras Sarah Jane Blakemore y Uta Frith (2012) cuando dicen “solo comprendiendo cómo el cerebro adquiere y conserva información y destrezas seremos capaces de alcanzar los límites de su capacidad para aprender” (p. 23).

El cerebro de una persona adulta pesa aproximadamente 1,4 kg y contiene cien mil millones de neuronas, aproximadamente. Estas células poseen fibras largas y cortas, denominadas dendritas, que establecen contacto con los somas o cuerpos celulares de otras neuronas. En el cerebro se produce más o menos mil billones de conexiones entre células (Blakemore y Frith, 2012). Las neuronas son clave para el funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso, existen neuronas de todos los tamaños y formas diversas. Las neuronas fueron descubiertas por el neurocientífico español Santiago Ramón y Cajal a finales del siglo XIX. Aunque la mayoría de las células cerebrales son neuroglías (90%) que actúan como soporte de las neuronas, las que más han sido estudiadas son estas últimas. Al analizar funciones cerebrales, como la de experimentar miedo, aprender palabras o imaginar un movimiento, no hablamos de

neuronas individuales, ya que las responsables de estas funciones son regiones de tejido cerebral que contienen millones de neuronas conectadas entre sí. Pero, ¿cómo trabajan en conjunto todas esas neuronas?

Algunos científicos y psicólogos cognitivos concuerdan en que las neuronas funcionan como pequeñas baterías: existe una diferencia de voltaje (casi una décima parte del voltio) entre el interior y exterior de la célula, siendo el interior más negativo (Blakemore y Frith, 2012). Cuando una neurona se activa descarga un impulso eléctrico denominado potencial de acción, entonces entran iones de sodio a toda prisa por poros de la membrana, invirtiendo brevemente el voltaje a través de la misma. Este proceso origina la liberación de sustancias químicas denominadas neurotransmisores desde el botón terminal de la neurona. Los neurotransmisores cruzan el espacio sináptico y son aceptadas por receptores de dendritas de otras neuronas. Este es el lenguaje del cerebro: los potenciales de acción producen la actividad cerebral, involucrando procesos eléctricos y químicos en nuestro tejido cerebral (ver Figura 1 y 2).

Casi toda la información sensorial la recibimos por un lado del cuerpo, que se activa en el lado contrario del cerebro. Entonces, un contacto en el brazo izquierdo es procesado por el lado derecho del cerebro y la visión de los objetos en el lado derecho de un individuo es enviada a la corteza visual izquierda para ser procesada. Esto es válido para todos los sentidos, menos para el olfato, ya que esta información sensorial pasa directamente a la corteza piriforme (Blakemore y Frith, 2012).

Este fenómeno también se produce en el caso del movimiento: la corteza motora derecha controla el movimiento del brazo izquierdo y viceversa. Hay estructuras del cerebro que no están cruzadas de esta forma, como sucede con el cerebelo, el cual por alguna razón que aún no se sabe del todo, controla el movimiento del mismo lado del cuerpo (Blakemore y Frith, 2012).

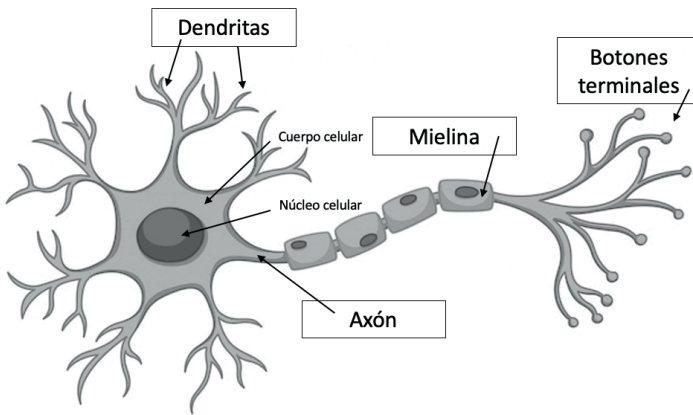


Figura 1. Estructura básica de una neurona motora. La capa de mielina protege el axón e incrementa la velocidad de la transmisión.

Por el momento se han descubierto más de 50 tipos distintos de neurotransmisores, algunos de los más comunes son acetilcolina, la epinefrina, la serotonina, la dopamina y el glutamato (Sousa, 2012). El aprendizaje tiene lugar cuando las sinapsis cambian, de modo que la influencia de una neurona sobre otra cambia también.

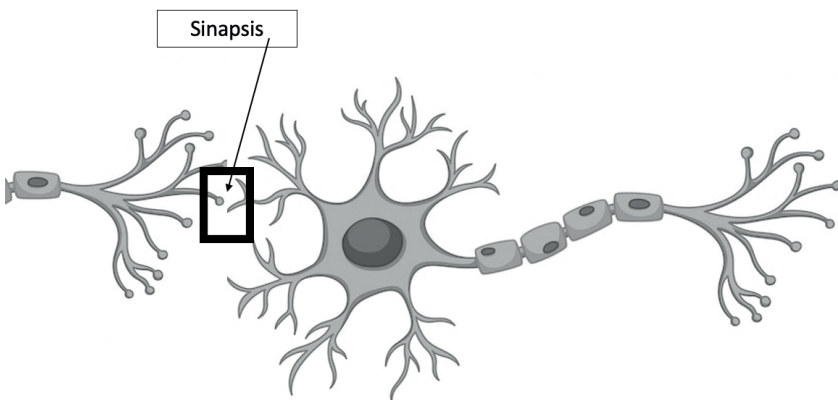


Figura 2. El impulso neuronal libera los neurotransmisores que se encuentran en las vesículas sinápticas. Estos son recibidos por la neurona postsináptica a través de sus receptores. Este proceso completo se denomina sinapsis.

Partes externas del cerebro

Pensar, resolver problemas o lidiar con tus emociones son tareas que tu cerebro ejecuta diariamente. Y es que tu cerebro está conectado al resto del cuerpo a través de una red de nervios, sentidos y mensajeros químicos, de modo que puede enviar y recibir información constantemente. Está formado por dos mitades o hemisferios, los que se encuentran conectados por el cuerpo caloso, los científicos dividen nuestro cerebro en cuatro regiones principales llamadas lóbulos, siendo cada uno el encargado de realizar tareas específicas, pero nunca de manera aislada:

Lóbulo frontal: es como tu panel de control, ya que se asocia con la toma de decisiones, planificación y resolución de problemas.

Lóbulo parietal: maneja el sentido del tacto, temperatura y dolor, percepción y conciencia corporal.

Lóbulo temporal: controla el sentido de la audición y también ayuda a formar recuerdos.

Lóbulo occipital: controla el flujo constante de información que recibimos a través de los ojos.

El cuerpo caloso permite a cada lado del cerebro intercambiar información con más libertad y conectarlo, permitiendo al cerebro trabajar como un todo. Aunque cada hemisferio procesa la información de modo diferente, siendo el izquierdo el especializado en el razonamiento, capacidad numérica, lenguaje escrito y el derecho en lo artístico, musical y creativo, no están desconectados, como se creía hace algunos años atrás, ya que el cuerpo caloso actúa como puente entre ambos. Además se ha descubierto que existen redes neuronales que nacen en el hemisferio derecho y terminan en el izquierdo, y viceversa. Este descubrimiento hecha por tierra la idea de la dominancia cerebral de los seres humanos, algo muy masificado incluso en la separación que tenemos en nuestro país de cursos humanistas y científicos.

La siguiente ilustración busca organizar el funcionamiento y las tareas de las diversas estructuras de nuestro cerebro:

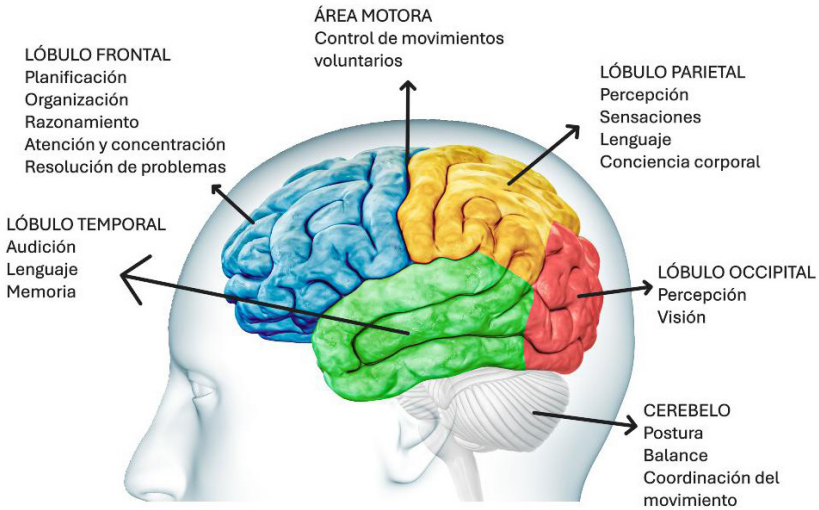


Figura 3. Partes externas del cerebro y sus funcionalidades.

Partes internas del cerebro

a) Bulbo raquídeo

Es el área más antigua y más profunda del cerebro. A menudo se denomina cerebro reptiliano, por su semejanza con el cerebro de un reptil. De los doce nervios del cuerpo que se dirigen al cerebro, once de ellos terminan en esta región, ya que el olfativo se dirige directamente al sistema límbico. Esta estructura alberga funciones vitales tales como la respiración, el latido del corazón, temperatura corporal y digestión. También encontramos en esta estructura el sistema reticular activador ascendente (SARA), responsable del estado de alerta de nuestro cerebro.

b) Sistema límbico

La mayoría de las estructuras del sistema límbico se encuentran duplicadas en nuestro cerebro. Estas estructuras llevan a cabo distintas funciones que involucran la generación de emociones y el procesamiento de recuerdos emocionales. Hay cuatro estructuras del sistema límbico que son clave para el aprendizaje y la memoria:

- **Tálamo:** toda la información sensorial, exceptuando el olor, llega al tálamo. Desde aquí se dirige a otras partes del cerebro para ser procesada. El cerebro y cerebelo también envían señales a esta zona, implicándolo así en muchas actividades cognitivas como, por ejemplo, la memoria.
- **Hipotálamo:** se aloja justo bajo el tálamo, supervisa los sistemas internos para mantener el estado normal del cuerpo (conocida como homeostasis). Mediante el control del equilibrio de diversas hormonas, modera funciones corporales, tales como el sueño, temperatura corporal y el consumo de alimentos y líquidos.
- **Hipocampo:** situado cerca de la base del área límbica, 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.
- **Amígdala:** se encuentra pegada al final del hipocampo, esta estructura juega un papel importante en las emociones, especialmente el miedo. Regula las interacciones individuales con el medio ambiente que pueden afectar la supervivencia, tales como cuando atacar, escapar, aparearse o comer.

c) Cerebelo

Es una estructura de dos hemisferios ubicada justo bajo la parte anterior del cerebro tras el bulbo raquídeo, representa más o menos el 11% del peso total del cerebro y contiene más neuronas que todas las otras partes del cerebro juntas. Esta área coordina el movimiento, modifica y gestiona órdenes, también puede almacenar los recuerdos de movimientos automatizados (por ejemplo, atarse los cordones de los zapatos o manejar

un automóvil). Estudios recientes indican que se ha subestimado el papel del cerebelo, los científicos concuerdan que actúa como una estructura de apoyo en el proceso cognitivo, coordinando y afinando nuestros pensamientos, emociones, sentidos y recuerdos (Blakemore y Frith, 2012).

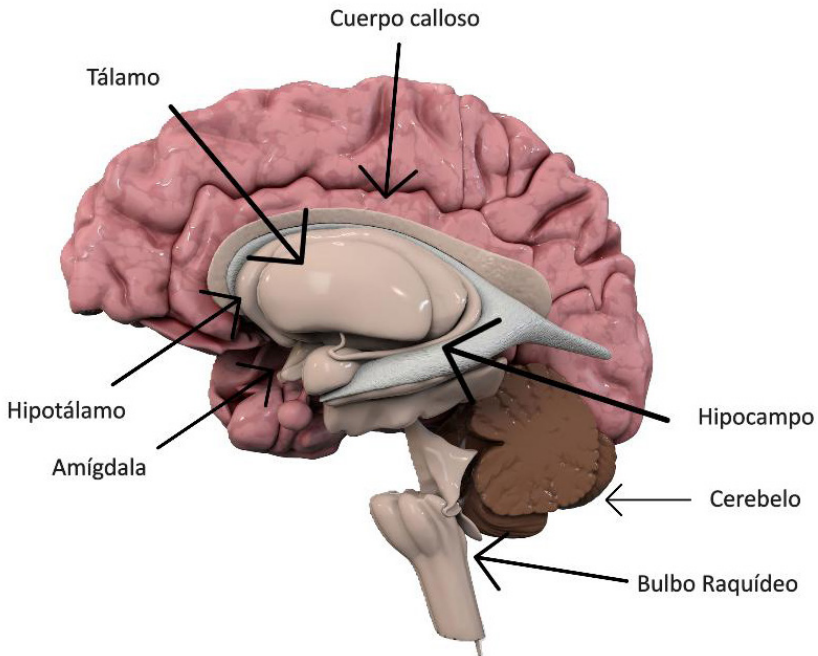


Figura 4. Partes internas del cerebro (En Sousa, 2012, p. 21).

¿Qué es el aprendizaje para la neurociencia y para la educación?

Tabla 2. Concepto de aprendizaje para la educación y para la neurociencia

Educación	Neurociencia
El aprendizaje es el proceso a través del cual se modifican y adquieren habilidades, destrezas, conocimientos, conductas, y valores, como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación (Mineduc, 2012).	El aprendizaje es el proceso por medio del cual las experiencias cambian nuestro sistema nervioso, y por lo tanto, nuestra conducta (Purves, 2015).

Al observar ambas definiciones, inmediatamente notamos que la relativa a la neurociencia tiene un carácter más biológico que la definición de aprendizaje que se entrega desde la educación, es así porque su objeto de estudio no son las conductas observables de los estudiantes o su aprendizaje, sino más bien cómo el sistema nervioso y las neuronas se comportan. Es por eso que considerar que la neurociencia viene a resolver los problemas de la educación es un error, pero nos entrega son luces de qué estrategias didácticas están acordes a los procesos cerebrales de nuestro sistema nervioso; la neurociencia se ha desarrollado hace más de 100 años y sus mayores hallazgos se relacionan al comportamiento de las neuronas en forma individual. Solo hay supuestos de lo que ocurre con ellas y sus múltiples conexiones sinápticas denominadas “circuitos neuronales”, por lo mismo se ha estado trabajando en la generación de tecnologías que permitan el estudio de estos procesos, siendo el proyecto BRAIN liderado por la administración de Barack Obama, el más connotado por su trascendencia (Yuste, 2018).

Me gustaría compartir la siguiente cita de Eric Jensen (2010):

Primero, cuando algún tipo de estímulo llega al cerebro, se desencadena un proceso, este puede ser interno como, por ejemplo, una lluvia de ideas o un debate creativo, o puede ser una nueva experiencia, como la de resolver un rompecabezas. Dicho estímulo se distribuye y se procesa en varios niveles. Finalmente, tiene lugar la formación de una memoria

potencial. Esto significa que las piezas están en su lugar de tal manera que la memoria se puede activar con facilidad (p. 29).

Este fragmento es útil para poder entender elementos clave de cómo aprendemos. En primer lugar, debe existir un estímulo que ponga en alerta nuestra capacidad de atención, desde ahí se inicia un proceso que involucra diversas estructuras cerebrales dependiendo del estímulo, esto conlleva una etapa de acción interna, un pensamiento o una idea, o una acción motora, como por ejemplo, lanzar una pelota o correr. Por lo tanto, el aprendizaje se da cuando dicho proceso da lugar a una memoria potencial, es decir, hemos aprendido, por lo que si lo reforzamos lo podremos volver a activar con mayor facilidad.

Analícemos esto con un ejemplo: cuando oímos una palabra nuestro cerebro transforma dicho sonido en impulsos eléctricos que inician su recorrido por él y sus redes. El cerebro puede aprender porque las conexiones neuronales no son permanentes, se reconecta a sí mismo de manera constante. Las sinapsis liberan neurotransmisores, lo que hace que el impulso eléctrico o potencial de acción continúe su recorrido por las conexiones sinápticas, las conexiones nuevas forman un patrón, una nueva memoria, por lo tanto, aprendemos haciendo nuevas conexiones entre nuestras neuronas y luego reforzándolas mediante la repetición. Cuanto más intenso es el reforzamiento, existe más probabilidad de que esas nuevas palabras se fijen en nuestra memoria. ¿Te parece cercano este ejemplo?, pues así es como aprendiste a hablar, a caminar, a jugar con un balón, a leer, a contar historias, etc.

El cerebro infantil

Desde nuestra etapa embrionaria y hasta los 2 años de edad, se forman nuevas neuronas y sinapsis (sinaptogénesis) en nuestro cerebro de forma continua y a un ritmo sorprendente, llegando a alcanzar hasta 40.000 nuevas sinapsis nuevas por segundo. Al final de este proceso, los bebés tienen muchas más neuronas y sinapsis de las que son funcionalmente necesarias. Es entonces, a la edad de 6 años a 7 años, cuando aparece la etapa de destrucción de las sinapsis que no se usan y el fortalecimiento o mielinización de las que sí se usan (poda sináptica). Este fortalecimiento hará que las conexiones que queden sean más veloces y eficaces (Jensen, 2010).

Los niños de corta edad (3 años a 5 años) son capaces de desarrollar una comprensión muy sofisticada de su entorno, son aprendices activos. Desde que el niño nace, posee capacidades cognitivas variadas, no son una tabula rasa como se pensaba siglos atrás. Desde la experiencia van generando teorías que lentamente van dándole orden al mundo que los rodea. Los dominios de aprendizaje temprano incluyen la lingüística, psicología, biología y física, lo que se traduce en actividades más específicas como el lenguaje, las personas, los animales, las plantas y los objetos respectivamente.

Cada cerebro es distinto, por lo que cada niño, adolescente y adulto es distinto. Los niños pequeños, según mucha evidencia científica, son competentes con las cantidades ya a los 5 meses atienden la cantidad de objetos de su ambiente. En uno de tantos estudios al respecto, se mostraba un juguete a los bebés, que luego se escondía tras un biombo; posteriormente se escondía otro juguete en el mismo sitio. Al cabo de unos segundos, se apartaba el biombo y se cronometraba el tiempo durante el cual los bebés miraban: si al quitar el biombo había un juguete, los niños miraban mucho más rato que si aparecían los dos, en otras palabras, los niños se sorprendían de que las cantidades no cuadraran (McCrink y Wynn, 2004). También existe la evidencia de que pueden operar con números a fines de los cuatro años (Dehaene, 1997). Esto nos hace preguntarnos, ¿cómo construir aprendizajes desde las competencias infantiles existentes?

En el caso de algunas habilidades, tales como las relativas al desarrollo motor, lenguaje, control emocional, entre otros, hay períodos sensibles en donde adquirirlas, pero esto no significa de ninguna manera que la capacidad de aprendizaje se pierda después de pasado dicho periodo. Para lograr esto es clave el entorno que rodea al niño, ya sea familiar como escolar, y la estimulación que recibe (Frith, 2018).

El cerebro adolescente

Antes de que estuvieran disponibles las tecnologías de imagenología del cerebro, los científicos, incluyendo a los psicólogos, creían que el cerebro era en gran medida un producto terminado a la edad de 12 años (Dehaene, 1997). Una razón para esta creencia es que el tamaño del cerebro aumenta muy poco más allá de los años de la infancia. Para cuando el niño llega a la edad de seis años, el cerebro ya tiene el 90-95% de su tamaño

adulto. A pesar de esto, el cerebro adolescente puede ser entendido como “una obra en construcción”. Las técnicas de imagenología cerebral han revelado que tanto el volumen del cerebro como la mielinización continúan aumentando a lo largo de la adolescencia, hasta el período de adulto joven (esto es, entre las edades de 20-30) (Dehaene, 1997).

Los estudios de imagenología cerebrales realizados recientemente a adolescentes, muestran que el cerebro no solo está lejos de la madurez, sino que tanto la sustancia gris como la blanca experimentan extensos cambios estructurales hasta bien pasada la pubertad (Giedd, 1999; Giedd, 2004). Los estudios de Giedd muestran que hay una segunda ola de proliferación y poda neuronal (aumento y disminución de neuronas, respectivamente), que tiene lugar más tarde en la infancia. La parte final y crítica de esta segunda ola, que afecta algunas de nuestras facultades mentales más elevadas, ocurre al final de la adolescencia. Este crecimiento y disminución neuronal altera el número de sinapsis entre las neuronas. Hay varias partes del cerebro que presentan cambios durante la adolescencia, lo que genera un aumento del comportamiento riesgoso de elevada recompensa (estriado derecho ventral), aumento de la somnolencia (glándula pineal), movimientos erráticos y torpes (cerebelo), además de grandes cambios de humor y poco control de las emociones (corteza prefrontal) (Jensen, 2010).

Para meditar

“Olvida lo que hayas oído por ahí, ¡los adolescentes pueden estar interesados en la fotosíntesis como lo están de una broma del fondo de la sala. El cerebro adolescente realmente quiere saber más acerca del mundo en el que vive y menos acerca del alumno que entra en la clase para llamar la atención, pero valora la novedad y la impredecibilidad. Sin estos dos elementos, ¡ni siquiera una charla y un *slide show* acerca de la tecnología alienígena podrán sostener la atención de tus alumnos durante mucho rato!

La Dra. Linda Spear (2000), una neurocientífica comportamental de la Universidad de Binghamton, estudia la propensión adolescente hacia la novedad. Linda ha descubierto que los cambios físicos que se dan en el cerebro durante la adolescencia influyen de modo significativo en que es lo atrae a los adolescentes. Afortunadamente, lo novedoso y sorprendente pueden acompañar a todos y cada uno los contenidos de una clase. En vez de leer simplemente sobre la fotosíntesis, trabaja con plantas y focos. En vez de rellenar espacios en blanco para aprender anatomía, disecciona una rana. Apela directamente al interés innato del cerebro adolescente por lo inesperado y disfruta de un aula más productiva”.

Fuente: Sousa, D. *Neurociencia educativa*, p. 61.

CAPÍTULO II

Círculo didáctico del aprendizaje: sensopercepción y redes atencionales

En este libro analizaremos los procesos cerebrales clave que se movilizan durante el aprendizaje y algunas estrategias didácticas que nos permitirán desarrollarlos. Se describirán por separado que la sensopercepción, emociones, motivación, redes atencionales, memoria y funciones ejecutivas en general, actúan de manera conjunta durante el proceso del aprendizaje. Esto refleja lo importante que es conocer los procesos neurobiológicos y cómo trabajarlos en pos de un aprendizaje profundo que tenga como base el funcionamiento del cerebro neurotípico.

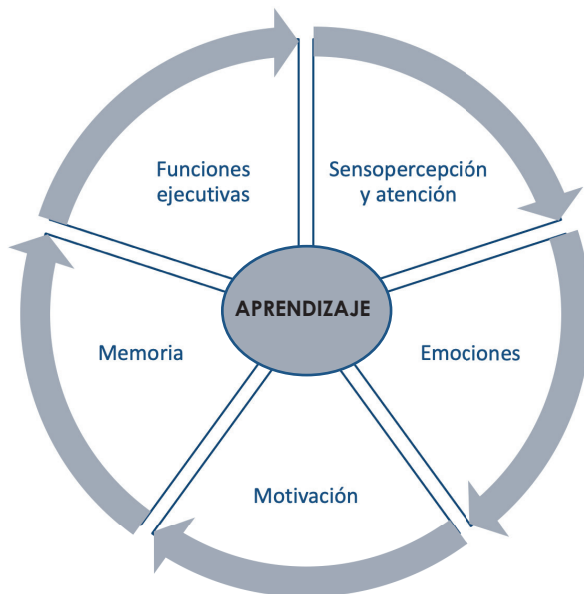


Figura 5. Círculo didáctico del aprendizaje (Letelier, 2021).

Debemos dejar en claro que cualquiera de los procesos del *Círculo didáctico del aprendizaje* (Letelier, 2021) que se presenta en el esquema anterior, parte desde la experiencia sensorial y los estímulos que reciben los aprendices desde el medio ambiente que los rodea. Son los *inputs* que, desde la neurociencia, son clave para poner en marcha todos nuestros circuitos cerebrales. Algunos de estos estímulos despertarán emociones en nosotros, lo que nos motivará a poner atención a los que más sean llamativos o importantes. Si esta información o estímulo realmente nos interesa o mueve, y si además la aplicamos o practicamos de manera continua, se quedará en nuestra memoria, formando un patrón que permitirá establecer el inicio del aprendizaje de esa nueva información. Si el aprendizaje se consolida pasará a ser parte de tu conducta y acciones. En este libro analizaremos cada uno de estos procesos cognitivos y la forma de integrarlos a nuestra enseñanza de manera consciente por medio del análisis de diversas estrategias didácticas transferibles al aula.

Sensopercepción y redes atencionales

La sensopercepción es el nombre que recibe el proceso que permite la captación de los estímulos físicos externos y su interpretación a través de la actividad cerebral. De este modo, define un proceso que engloba tanto la sensación como la percepción. Este proceso se inicia con la detección física de un estímulo a través de un órgano o canal sensorial (por ejemplo, la visión). Posteriormente, el proceso continúa con la conversión del estímulo en señales que transmite el cerebro mediante impulsos nerviosos, los cuales finalizan en el desarrollo de una interpretación mental del estímulo. La sensopercepción está formada por dos procesos básicos: la sensación, que ocurre a través de los órganos sensoriales de nuestro cuerpo y la percepción, que se lleva a cabo mediante los mecanismos cerebrales o la lectura consciente que le hacemos a dicho estímulo.

Si preguntas a diversas personas, ¿cuántos sentidos tenemos?, muchos y muchas responderían que cinco, pero en realidad poseemos muchos más. Los que todos conocemos son el olfato, vista, tacto, gusto y audición, pero ¿sabes que algunos neurocientíficos creen que hay más de una docena de sentidos?

Los sentidos recopilan datos sobre ti y el entorno, y los envían al cerebro. Nuestro cuerpo está lleno de receptores sensoriales que reciben información del ambiente. El sistema nervioso se encarga de interpretar

la información y elaborar la respuesta adecuada. Se distinguen dos partes: el sistema nervioso central (encéfalo y médula espinal) y el sistema nervioso periférico (nervios del cuerpo). Los órganos de los sentidos, por su parte, son los encargados de captar la información del entorno, no juzgan ni miden lo que recolectan ya que ese es trabajo del cerebro. Podríamos decir entonces que los sentidos son la puerta de entrada de la información que existe en nuestro entorno.

Existen otros sentidos no tan conocidos pero que son clave para el aprendizaje, ya que involucran movimiento y acciones, elementos que hacen que las experiencias de aprendizaje sean más motivantes. La propiocepción y el sistema vestibular son sentidos internos y procesan información.

Propiocepción: es el sentido que te permite estar consciente de dónde están las diferentes partes de tu cuerpo en cada momento, y de los cambios que realizan. Influye en nuestras vidas en cada momento del día, pero sobre todo en los movimientos deportivos difíciles, donde la coordinación es esencial. En realidad, la coordinación es el resultado del buen funcionamiento del sistema propioceptivo. Este sentido consta de receptores llamados propioceptores que se encuentran en los músculos, la piel y las articulaciones. Por lo tanto, es un sentido clave para el movimiento de nuestro cuerpo y la percepción que tenemos de él.

Un ejemplo de cuando este sentido es clave: al conducir un automóvil. Pensemos en todos los movimientos corporales que haces cuando manejas, cuando lo has hecho por mucho tiempo, puede que ni siquiera te des cuenta de que has movido las manos y los pies. En esta acción has utilizado una propiocepción inconscientemente.

Sistema vestibular: está formado por partes del oído interno y del cerebro, estas estructuras procesan la información sensorial relacionada con el control del equilibrio y el control espacial. Este sistema entrega información sobre la posición de la cabeza en el espacio y desempeña una función importante en la regulación del movimiento del tronco y las extremidades, así como en el mantenimiento de la postura corporal.

Imagina que estás tratando de hacer equilibrio y avanzar en una cuerda o en una viga, tu sistema vestibular es el que está en acción y tu cuerpo trata de concentrarse en cada uno de sus movimientos para no caer. Para que llegues al otro lado es necesario el control de tu cuerpo y el espacio.

Todos los sentidos trabajan juntos para poder darnos una imagen completa de nuestras experiencias. Desde que somos pequeños aprendemos de forma natural con los sentidos y no solo con los cinco que todos conocemos, también con el sistema vestibular y la propiocepción. Cuando crecemos podemos enfocarnos en algunos sentidos, o hacernos conscientes por ejemplo de lo que estamos escuchando, pero eso no significa que los otros sentidos no estén en acción. En esta evidencia se basa la idea de que el aprendizaje es multisensorial, nuestro cerebro es capaz de reunir la información captada por todos nuestros sentidos y hacer conexiones con un aprendizaje del pasado, utilizar muchos sentidos para adquirir información ayuda a que el aprendizaje sea más efectivo, tanto para niños como para jóvenes y adultos.

La percepción supone una participación activa de la persona que interpreta y estructura la información, mientras que la sensación resulta un proceso pasivo en el que se perciben todos los estímulos de forma directa. Cuando el primer paso de la sensopercepción se da, surge la importancia de la atención como mecanismo cerebral que se requiere para ser consciente de algo y mantenerse interesado en dicho estímulo.

El mecanismo de la atención consigue “el ensamblaje funcional de neuronas dispersas de corteza cerebral y tálamo activando el mecanismo de la conciencia. Aprender y memorizar, al menos en lo que se refiere a la enseñanza, requiere de ese foco preciso absoluto que es la atención” (Mora, 2017, p. 86). La atención es un proceso complejo que participa prácticamente en todas nuestras actividades diarias. A lo largo del tiempo se ha hecho evidente que la atención no era un proceso unitario, sino que se podía fragmentar en diferentes “subprocesos atencionales” (Posner, 1990).

La atención desempeña un papel tan importante en la selección de información relevante que está presente en muchos circuitos diferentes en el cerebro. El psicólogo estadounidense Michael Posner (1990) diferencia al menos tres sistemas de atención principales.

- Red de alerta: esta red nos permite alcanzar y mantener un estado de alerta. Por ejemplo, cuando escuchamos que alguien nos llama por nuestro nombre en la calle.
- Red de orientación: permite orientar la atención y seleccionar la fuente del estímulo sensorial que estamos recibiendo. Por ejemplo, cuando al voltearnos vemos de quién proviene la voz que nos llama.

- **Red ejecutiva:** relacionada con los procesos de control que entrega la base del comportamiento voluntario y que permite regular nuestros pensamientos, emociones o acciones. Por ejemplo, cuando te das cuenta de que es alguien que conoces y comienzas a conversar con él o ella.

A continuación, analizaremos cada una de las redes atencionales que poseemos con mayor detalle:

Red de alerta: esta red nos dice cuándo prestar atención a señales de advertencia, estas movilizan todo nuestro organismo en el caso que las circunstancias lo ameriten. Si nos invade una emoción fuerte o sentimos que estamos en peligro, una serie de núcleos subcorticales deciden de inmediato aumentar nuestro estado de vigilia y vigilancia, ordenando la liberación masiva de neurotransmisores como la serotonina, acetilcolina y dopamina, claves para la atención. Si algo te parece novedoso o inesperado y capta tu atención, es tu red de alerta la que entra en juego.

Red de orientación: esta red decide a qué le prestamos atención, como un poderoso foco hacia el mundo exterior. El sistema de orientación selecciona entre millones de estímulos que nos bombardean a diario aquello a lo que le damos la mayor cantidad de los recursos mentales que poseemos, esta red evalúa si es algo urgente, peligroso, atractivo o novedoso, o simplemente es algo irrelevante para nuestros objetivos o vida. La atención selectiva se asocia a esta red, ya que nos permite seleccionar aquello que es de nuestro interés, por ejemplo, en una fiesta ruidosa podemos seleccionar una entre diez conversaciones, sobre la base de la voz y el significado de la conversación que nos interesa escuchar. Podemos decir entonces que la red de orientación amplifica aquello que está en su foco, pero prestar atención también implica elegir qué elementos pasarás por alto para que no queden dentro de tu foco de interés.

Control ejecutivo: esta red atencional determina cómo se procesa la información seleccionada. Está conformada por una compleja red de procesos mentales que nos permiten seleccionar un plan de acción y atenernos a él. Esta red se encuentra ubicada principalmente en el lóbulo frontal y está encargada de asegurar el correcto desarrollo de una serie completa de operaciones mentales desde el principio hasta el final. Veamos un ejemplo: imagina que debes multiplicar mentalmente 23×8 , tu

red ejecutiva lo primero que hará será prestar atención a la cifras a multiplicar, en este caso 3 por 8, luego almacenará el resultado en la memoria, que sería 24. Posteriormente prestará atención a la cifra de la izquierda 2 y la multiplicará por 8 para obtener 16, debe recordar las dos decenas del 24 y sumarlas al 16, el resultado sería 184. En este caso la atención activa las operaciones pertinentes y el nivel de acciones incorrectas que podríamos realizar, por ejemplo, que dividamos en vez de multiplicar. También supervisará permanentemente que el proceso mental se desarrolle sin inconvenientes y decidirá si es necesario cambiar de estrategia, además de determinar si cometemos errores y poder corregir nuestros pasos en el momento (Dehaene, 2019).

En el aprendizaje confluyen las tres redes. La red ejecutiva se desarrolla a lo largo de la infancia y adolescencia, la red de alerta y de orientación están presentes desde que somos bebés. La atención es trascendental para nuestro aprendizaje y para todo lo que hacemos, por ejemplo, estás en una clase o en una reunión de trabajo y te piden realizar un informe de algún tema en particular, tu red de alerta se encenderá inmediatamente, sobre todo, si esa actividad involucra una calificación o tus labores profesionales. La red de orientación te ayudará a focalizarte en la realización del informe, dejando fuera cualquier distracción. Por último, la red ejecutiva te permitirá estar atento o atenta a los pasos que necesitas para elaborar el informe y terminarlo, te permitirá además darte cuenta si cometiste errores y corregirlos a tiempo.

En síntesis, la sensopercepción y la atención son clave para iniciar cualquier proceso de aprendizaje. Para que esto tenga los resultados esperados, la motivación juega un papel fundamental. Como docentes es importante identificar diversas estrategias didácticas que apoyen el proceso sensoperceptivo y atencional de nuestros estudiantes. A continuación se detallan algunas de ellas.

Estrategias didácticas relativas a sensopercepción y atención

a) Aprendizaje multisensorial: se relaciona con que las actividades que realicemos en el aula incluyan experiencias sensoriales diversas y no solo el escuchar y observar algo. Cualquier estímulo sensorial ingresa a nuestro cerebro provocando impulsos eléctricos que hacen que las neuronas descarguen potenciales de acción y se produzca la sinapsis. El olfato,

el gusto, el tacto, el equilibrio y la propiocepción, se podrían incluir en nuestras clases, con elementos o productos que los estudiantes puedan relacionar con los contenidos o temas que se tratan durante la clase, recibirlos con un aroma que traiga tranquilidad, como la lavanda o la vainilla, ayudaría a calmar a un grupo de estudiantes que viene saliendo de una evaluación o llegando de un recreo, actividades que los focalicen y que incluyan la respiración controlada, el tomar conciencia de su cuerpo y de su entorno (*mindfulness*), también son un aporte para focalizar su atención.

Mientras más sentidos estimulas durante tus clases más profundas son las experiencias de aprendizaje, y no solo hablo de los cinco que ya conoces, no debes olvidar la propiocepción y el sistema vestibular, sentidos que son estimulados por medio de la incorporación del movimiento en tus clases. Este conocimiento que nos entrega la neurociencia hecha por tierra el neuromito de los *estilos de aprendizaje* tan arraigado en nuestras escuelas (Guillén, 2019).

b) Evitar distracciones: como explica Jesús Guillén: “En cuestiones atencionales, nuestro cerebro mejora su eficiencia si se centra en las tareas de forma secuencial, una a una. Y en lo referente a la atención, hay una red especialmente importante para el estudio y el aprendizaje explícito: la atención ejecutiva” (2017, p. 89). Como vimos anteriormente, la red ejecutiva nos permite focalizar la atención de manera voluntaria, ignorando así cualquier distracción e inhibiendo impulsos que nos lleven a realizar otra cosa, como sucede cuando una persona se centra en un proceso de resolución de un problema o sigue con atención la explicación de alguien.

Por lo antes mencionado, el mejor entorno de aprendizaje es aquel que nos permite estar concentrados y nos libera de cualquier distracción, es decir, el silencio, especialmente si la tarea es de una gran demanda cognitiva y la temática es nueva. La música puede perjudicar el proceso de aprendizaje, pero no toda, principalmente aquella que tiene letra porque puede despertar nuestras emociones evocando recuerdos, más allá de los beneficios motivacionales o de mejora del estado de ánimo que conlleva escuchar nuestra música favorita (Perham y Currie, 2014).

c) Aprendizaje focalizado y difuso: el modo focalizado se basa en la concentración total sobre contenidos a ser aprendidos. Es útil definir sesiones de máximo 25 minutos de inmersión total en la tarea y luego

descansar 5 minutos. El modo difuso por su parte, permite ampliar las maneras de pensar acerca de un proceso o problema, se puede entrar en este modo saliendo a caminar, moverse de lugar, o hacer otra cosa, esto da espacio al procesamiento neuronal para que ocurra dentro del dominio consciente. La atención ejecutiva de nuestros estudiantes es un poco menor, y dependerá no solo de la edad sino también del contexto en donde se desarrollan.

Estrategias que ayudarían a la focalización de la atención ejecutiva:

“Cantidad no es calidad”: nuestros estudiantes están acostumbrados a la inmediatez y a la novedad, principalmente como consecuencia de su exposición constante a la tecnología y la información. Esto hace más difícil mantener su atención, sobre todo en la adolescencia y más aún si no están motivados. El dividir la clase en segmentos de 20 minutos o menos, dependiendo de la edad de los estudiantes, ayudaría a que su atención ejecutiva sea mayor, ya que está comprobado que las personas tienen mayor capacidad de retención en la primera parte de la exposición y en la última. Si el periodo es más extenso, las personas comienzan a divagar y pierden la concentración. Entre cada segmento de 20 minutos (o menos, dependiendo de la edad de la audiencia) se realizan otras actividades, como alguna dinámica, pausas activas, preguntas desafiantes, ejercicios de respiración, un juego, enseñanza entre pares, etc., para posteriormente seguir con el otro segmento de la clase (ver Figura 6).

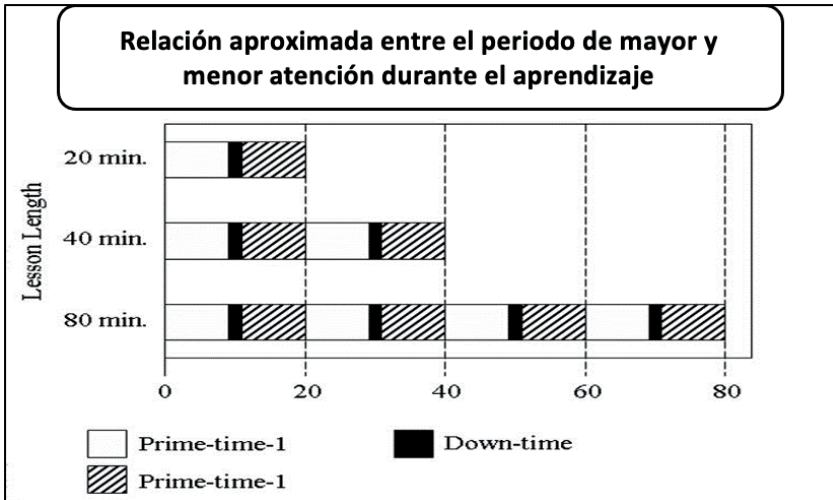


Figura 6. Segmentar el tiempo de la clase en periodos de 20 minutos aumentan la cantidad de tiempo total de atención en nuestros estudiantes (Sousa, 2012, p. 103).

Algunas técnicas que puedes aplicar en las pausas entre bloque y bloque de aprendizaje son:

- **Quiébres cognitivos:** corresponden a pequeñas actividades que detienen la clase cada 20 o 15 minutos, y ponen una pregunta o temática que el estudiante debe responder en forma activa, individual o colaborativamente. Algunos ejemplos de estas actividades son:
 - **Corrige el error:** se entrega una frase o imagen de alguna temática vista en clases, pero que contiene un error. Los estudiantes deben ser capaces de identificar el error y explicar la razón, se puede hacer en parejas o grupos.
 - **Complete la frase:** consiste en mostrar una frase y que los estudiantes completen la frase de acuerdo a lo analizado en clases.
 - **Compare y contraste:** mostrar a los estudiantes dos conceptos clave de la sesión y determinar sus semejanzas y diferencias.

- Preguntas entre pares: los y las estudiantes elaboran preguntas de lo analizado en la clase y las contestan entre ellos mismos. El docente guía en el caso de alguna imprecisión.
- Revisión de apuntes: los y las estudiantes intercambian cuadernos con sus apuntes, se los revisan mutuamente y enriquecen los suyos con los aportes de su compañero.
- Pausa de tres minutos: los y las estudiantes escriben interrogantes o ideas en su cuaderno luego de la explicación por parte del docente. Posteriormente se comentan y contestan entre ellos y ellas con apoyo del docente.

Técnica pomodoro: también se basa en segmentos de trabajo con atención focalizada y desarrollo de funciones ejecutivas, pero es útil para el trabajo individual de los estudiantes de enseñanza media principalmente. En los más pequeños se puede implementar, pero en segmentos de tiempo más corto y como actividad guiada por el docente. Es un método de gestión del tiempo que lo divide en periodos de 25 minutos, denominado pomodoro por su creador Francesco Cirillo, a fines de 1980, separados por pausas dedicadas al descanso. La idea sobre la que se fundamenta esta técnica es que las pausas frecuentes serían capaces de mejorar la agilidad mental y la focalización en la tarea, sus pasos son:

- Se decide la tarea que se va a realizar y se alejan los elementos distractores, como por ejemplo celulares, televisión, etc.
- Se programa el pomodoro (generalmente un reloj con alarma) en un lapso de 25 minutos.
- Se trabaja —y esto es importante— de forma concentrada e intensa hasta que suene la alarma. Cuando suena, se marca una X, que representa que se ha cumplido con un pomodoro.
- Se descansa durante 5 minutos (tomar café, darse un breve paseo, pensar en cualquier otra cosa). Todo sirve, excepto estudiar o realizar la actividad académica en la que se estaba.
- Se inicia de nuevo el proceso. Cuando se alcanzan los cuatro pomodoros, se toma un descanso más prolongado, de 20 o 30 minutos.

d) El poder de las buenas historias: una buena narrativa no se limita a atraer nuestra atención, sino que además, ha de ser capaz de mantenerla. Este recurso educativo puede utilizarse en cualquier etapa y resulta muy útil al inicio de las clases. El objetivo es ganar la atención de los estudiantes por medio de nuestra capacidad de relatar situaciones o hechos, tanto reales como ficticios, que se relacionen con el objetivo de nuestra clase. Es importante manejar bien nuestra voz por medio de una correcta modulación, volumen y uso de inflexiones para darle vida a lo que estamos contando. El objetivo es envolver con nuestro relato a los y las estudiantes. Algunas actividades asociadas a esta técnica podrían ser los cuentacuentos y monólogos breves. En general tu capacidad actoral y de persuasión a través de las palabras es la que se desarrolla en esta estrategia.

e) La variedad, una necesidad cerebral: la clase magistral nos permite a los docentes entregar una gran cantidad de información a los estudiantes, pero es muy fácil perder su atención. Si enfocamos nuestra enseñanza en metodologías centradas en ellos, será más fácil lograr mantener su atención, ya que el cerebro ama la novedad y lo imprevisto. Se pueden utilizar en el aula diversas técnicas tales como: conflictos cognitivos, metáforas, ejercicios que propongan predicciones, ilustraciones, lecturas socializadas, análisis de videos, cambios en el entorno físico, en la disposición de la sala, incluir algún elemento llamativo en nuestra clase relativo al tema a tratar, etc. El objetivo es ir variando las metodologías y la forma en que los estudiantes se acercan al contenido, dejando a ellos y ellas el protagonismo de la clase. En el contexto educativo en pandemia se hizo necesario recurrir a herramientas digitales que apoyaran la interacción con nuestros estudiantes, a pesar de la no presencialidad, incluir gamificación, aplicaciones de Google como Jamboard, u otras como Padlet, Mentimeter, Genially, apoyan la necesidad de novedad que tiene el cerebro de los seres humanos.

f) HERVAT: el HERVAT es un programa neuroeducativo que consiste en la realización diaria de ejercicios de hidratación, equilibrio, respiración y de estimulación visual, auditiva y táctil. Estos ejercicios no toman más de cinco minutos en realizarlos por parte de los estudiantes. Su objetivo es conseguir en nuestros estudiantes un estado óptimo de su organismo, el que favorezca su capacidad atencional y concentración. El psicólogo español Tomás Ortiz (2018) junto a su equipo de trabajo, creadores del

programa, han impulsado su aplicación en España y en otras partes del mundo y hoy día en Chile hay varios colegios que lo aplican como una actividad de metainicio, personalmente lo he aplicado en educación escolar, universitaria y en mis capacitaciones a docentes en ejercicio con muy buenos efectos.

g) Evitar la procrastinación: es una forma de autorregulación fallida, ya que se asocia con el atraso innecesario de una acción o responsabilidad, se estudia desde hace siete u ocho años desde la neurociencia, siendo las zonas afectadas la corteza prefrontal, corteza parahipocampal y algunas zonas del sistema límbico. Se ha estudiado que mientras más lejos en el tiempo es la recompensa, el objetivo o meta, baja la motivación y el valor subjetivo de la tarea. Esto hace que la aplacemos y al final no demos el máximo en la tarea por estar haciéndola a última hora, esto a su vez provoca estrés lo que impide dar lo mejor de nosotros.

Algunas estrategias para evitar dejar las cosas para último minuto, sobre todo en el caso de adolescentes, son:

- **Automaticidad:** consiste en establecer hábitos y rutinas constantes durante la clase, con la idea de que se institucionalicen y los estudiantes las realicen de forma automática, por ejemplo, estudio silencioso, completar un diario de aprendizaje, reflexionar en torno a lo aprendido al final de la clase, etc.
- **Controles de atención:** con el objetivo de evitar las distracciones, se entregan pequeñas recompensas cuando ya logran un objetivo planteado en la clase, no corresponden a cosas materiales, ya que no surten los efectos deseados para la motivación intrínseca. Ser nombrados los estudiantes del día, dar el premio al esfuerzo del día, timbrar sus avances con un ícono llamativo, etc., son ejemplos de estas pequeñas recompensas que ayudan a evitar la distracción en las actividades de clase.
- **Establecer objetivos con proximidad temporal:** como docentes sabemos que muchos de nuestros estudiantes dejan para último minuto la realización de un trabajo o la preparación para una prueba. Para evitar la procrastinación sería positivo que estableciéramos entregas de avance de los trabajos, la elaboración de fichas de estudio de cada contenido que vaya a entrar en la prueba al finalizar el contenido, evaluar formativamente el proceso.

Dar pequeñas tareas que se hagan en corto tiempo en vez de un trabajo muy extenso, que requiera muchas semanas de trabajo; priorizar el trabajo en clases en vez de los trabajos grupales para el hogar, entre otras técnicas.

CAPÍTULO III

Círculo didáctico del aprendizaje: emociones y motivación

¿Qué son las emociones?

El lado cognitivo del aprendizaje generalmente logra una gran cantidad de atención, pero arrastra una corriente subterránea, pero trascendental para que este ocurra, me refiero al ámbito de las emociones y lo afectivo en todos los seres humanos. La emoción —del latín *moveo* que se traduce como conmovido o el impulso que mueve a la acción— es un impulso involuntario, originado como respuesta a los estímulos del ambiente, que induce sentimientos en el ser humano y en los animales y que desencadena conductas de reacción automática, es decir, no conscientes. Desde mediados de la década de los noventa, algunos neurocientíficos se interesaron por estudiar qué ocurría con el cerebro y las emociones. De su trabajo se desprendieron varias evidencias que dan relevancia a las emociones, como elemento clave en la cognición, atención y memoria de los seres humanos. Antonio Damasio (1995) señala: “Mientras en algunas circunstancias los impulsos biológicos y la emoción pueden dar lugar a la irracionalidad, en otras son indispensables” (p. 267). La emoción por lo tanto en algunas ocasiones ayuda a la mente a centrarse, a fijar prioridades e incluso, a sobrevivir.

Las emociones son reacciones inconscientes que provocan cambios fisiológicos en nuestro cuerpo, gracias a los cuales podemos detectar las diversas alteraciones o cambios que se producen en nuestro entorno. De este modo, podemos responder de manera rápida a cada una de ellas, así por ejemplo, ante una situación de peligro podemos huir sin necesidad de razonar.

El prestigioso neurólogo Antonio Damasio, con base en años de investigación sobre las emociones, propuso “que el sistema de razonamiento se desarrolló como una extensión del sistema emocional, el cual permitió tomar decisiones que son imprescindibles para nuestra

supervivencia” (citado en Guillén, 2017, p. 45). Investigaciones posteriores confirmaron que los procesos emocionales y cognitivos son complementarios, esto significa que no hay razón sin emoción.

En 1972, el psicólogo Paul Ekman sugirió la existencia de seis emociones básicas que son universales a lo largo de las culturas humanas: miedo, asco, enfado, sorpresa, felicidad y tristeza. Pero a lo largo de los años han surgido los nombres de muchas otras, todo depende de la cultura en dónde estés. No existen emociones positivas o negativas, ya que todas son necesarias en nuestra vida, por lo que no debemos tratar de anular las desagradables, sino más bien reconocerlas y regularlas.

Las emociones agradables tienen efectos beneficiosos sobre el aprendizaje al mejorar procesos relacionados con la atención, la memoria o la resolución creativa de problemas. Las modernas técnicas de visualización cerebral han confirmado el papel central que desempeñan las emociones en el aprendizaje. En un estudio, realizado en la Universidad de Ulm, Alemania, en el que utilizó la técnica de la resonancia magnética funcional, se investigó cómo afectaba el contexto emocional al proceso de memorización. A los participantes del estudio se les enseñaban fotografías que generaban emociones positivas, negativas o neutras, y a continuación, unas palabras que debían memorizar. Los resultados revelaron que en cada una de las situaciones se activaban regiones cerebrales diferentes: el hipocampo en un contexto emocional positivo, la amígdala en uno negativo, y el lóbulo frontal en uno neutro, como consecuencia de ello las palabras que se recordaban mejor eran aquellas que se presentaban en un contexto positivo. Un ejemplo claro es la relación directa entre cognición y emoción, y la importancia de generar ambientes emocionales positivos que favorezcan el aprendizaje. Con el solo hecho de observar imágenes que constituyan estímulos diferentes, ya sean positivos, negativos o neutros, se activan diferentes regiones cerebrales. En el caso de “los positivos, interviene el hipocampo que favorece los procesos memorísticos y de aprendizaje mientras que, en el caso de los negativos, se activa la amígdala” (Erk, 2003, p. 1).

Bases neurobiológicas de la emoción

La red neuronal involucrada en el procesamiento emocional incluye estructuras como el tronco cerebral, hipotálamo, prosencéfalo basal, amígdala, corteza prefrontal ventromedial y la corteza cingulada (Damasio, 1994; Lane, 1997). Estas evidencias anatómicas, basadas en estudios neurocientíficos, sirven para considerar que las emociones son biológicamente claves para la cognición, memoria, acción, y también para el aprendizaje. Algunos científicos denominan al conjunto de estructuras cerebrales relacionadas a las emociones como sistema límbico, pero se han realizado estudios que aumentan las zonas involucradas en las emociones.

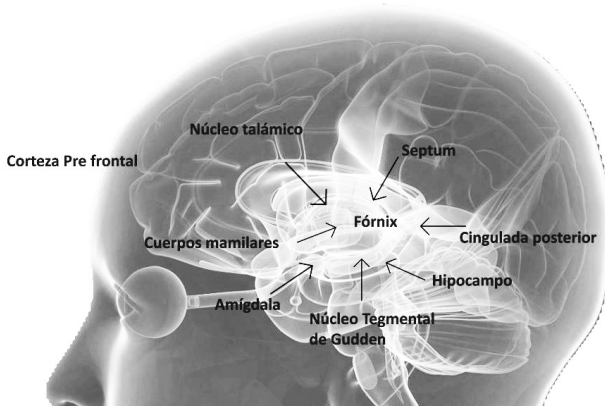


Figura 7. Circuito límbico actualizado.

Al ver la imagen y las distintas estructuras que componen el sistema límbico nos damos cuenta que son grandes e importantes áreas del cerebro las involucradas, las que a su vez, se asocian a otros procesos cognitivos como la sensopercepción, atención, memoria y funciones ejecutivas. El cerebro límbico y el tronco del encéfalo, y la corteza prefrontal orbitaria, amígdala, hipocampo, hipotálamo y la sustancia reticular activador ascendente, son las dos grandes áreas cerebrales que albergan especialmente los círculos neuronales que codifican la emoción. Son circuitos que mientras estamos despiertos se encuentran siempre activos,

en alerta y nos ayudan a distinguir estímulos importantes para nuestra supervivencia. Las emociones encienden y mantienen nuestra atención, y con ello, el interés por descubrir todo lo que es novedoso o despierta nuestra curiosidad. Las emociones, en definitiva, son la base más importante sobre la que se sustentan todos los procesos de aprendizaje y memoria.

Está demostrado que los y las estudiantes solo aprenden realmente si es de forma significativa, es decir, si lo vive, disfruta o experimenta, sintiendo una emoción tan intensa que no quiere que se acabe nunca la experiencia. Así, lo aprendido permanece en la memoria a largo plazo.

¿Cómo incluir las emociones en el aula?

Durante años pensamos que los lóbulos frontales eran por excelencia la fuente de nuestros pensamientos. Si bien es cierto porque nos permiten elaborar nuestros planes y objetivos, son las emociones las que generan y dirigen nuestras vidas. Por eso es importante que los estudiantes expliquen por qué quieren alcanzar los objetivos que se fijan, decirles: “Entrega tres razones de por qué quieres alcanzar dicha meta” y que luego los comparta con su grupo, le ayudará a encontrar las emociones que son la fuente de energía para alcanzar sus objetivos. Hemos sido biológicamente modelados para sentir miedo, sorpresa, alegría, ira, etc., por lo que es recomendable abandonar la idea de que las emociones son irracionales o que no debemos sentir las en determinadas circunstancias.

Lo que recordamos es aquello que más carga emocional tiene, y ocurre porque los acontecimientos emocionales tienen un trato preferencial en nuestro cerebro. Desde sus estructuras hasta los procesos químicos involucrados, cuánto más intensa es la activación de la amígdala, más profunda es la huella que queda en la memoria. Los profesores podemos activar emociones productivas, por ejemplo, es más común entre los estudiantes recordar una salida educativa, un experimento, un proyecto de aula, que una clase tradicional. La buena enseñanza no evita las emociones, más bien las envuelve y apoya. Según Candace Pert (1997) neurocientífica que se ha dedicado al estudio de las emociones:

Cuando las emociones se expresan... todos los sistemas se unen y forman un todo. Cuando las emociones se reprimen... nuestras vías de

redes se bloquean, interrumpiendo el flujo de los componentes químicos unificadores, que nos hacen sentir bien y dirigen nuestra conducta (p. 2).

Pero, ¿cómo abarcar las emociones en el aula?

1. **Modelar funciones o roles:** los profesores podríamos fomentar el amor por la enseñanza y el aprendizaje y mostrar entusiasmo por nuestro trabajo. Por ejemplo: crear suspenso, llevar algo que nos emociona profundamente o narrar un relato personal que se pueda compartir con los estudiantes, escuchar una canción, leer un fragmento de un libro, incentivar a los estudiantes al trabajo comunitario, etc. Dejar que los estudiantes conozcan qué nos emociona para sentirse más cerca a nosotros y así generar un vínculo y un clima que les permita abrirse emocionalmente también.
2. **Celebraciones y fiestas:** utilizar reconocimientos, fiestas, música y diversión. Una celebración puede exponer el trabajo de los alumnos de diferentes modos. Incluirlas en contextos alegres y menos estresantes ayuda a los estudiantes a sentirse más cómodos frente a su clase.
3. **Suscitar una controversia:** podría implicar un debate o diálogo. En cualquier momento que surjan dos partes, habrá acción. Podríamos proponer que los estudiantes elaboren una lista de prioridades mediante consenso, después de dividirse en grupos opuestos y argumentar sus opiniones. La investigación indica que cuando se generan emociones justo después de una experiencia de aprendizaje, es mucho más probable que los recuerdos se evoquen de nuevo y aumente la exactitud del recuerdo (Guillén, 2017).
4. **Uso de rituales físicos:** los rituales en el aula pueden captar intensamente la atención de los alumnos. Podrían incluir aplausos, dinámicas, cantos, movimientos o una canción para anunciar la llegada o partida. Los profesores de segundo ciclo y enseñanza media tenemos mucho que imitar de nuestras colegas educadoras de párvulos y primer ciclo. Hay que procurar que el ritual sea divertido y rápido, además de ir cambiándolo para evitar el aburrimiento o limitar la novedad.

5. **Introspección:** el empleo de periódicos, debates, contribuciones o la reflexión de las cosas, compromete a los estudiantes de forma personal. Si hay una noticia impactante, se les puede pedir que escriban o hablen sobre ello, y luego compartirlo con sus compañeros. Es recomendable que ayudemos a nuestros alumnos a establecer conexiones personales con el trabajo que realizan en el aula y con lo que está ocurriendo a su alrededor.

6. **Tener en cuenta las neuronas espejo:** en su libro *Neuroeducación* (2018), el catedrático de Fisiología humana de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, Francisco Mora, nos habla de dos estudios que se realizaron:
 - En el primero, realizado hace más de cuarenta años, docentes discuten sobre la importancia de tener en cuenta los aspectos emocionales, como la empatía, durante la enseñanza. Para ello contrataron a un actor para que diera una clase con un alto tono emocional, que fuese entretenida, llena de entusiasmo y de acercamiento a su alumnado —como se suele hacer en las obras de teatro—, pero con poco contenido académico, incluso mostrando los conceptos de forma algo confusa. Después se pidió a los estudiantes que evaluaran la tarea del docente, y la mayoría coincidía en que aquel “profesor” era un buen profesional.
 - En el segundo, se le muestra a estudiantes una serie de vídeos en los cuales aparecen grabaciones de profesores —a los cuales nunca habían visto antes— dando clase. Después se les pidió que clasificaran a estos docentes en buenos o malos en la realización de la clase, según lo que les había inspirado el vídeo. Lo sorprendente fue que cuando se comparó estas puntuaciones con otras de estudiantes que habían sido alumnos de estos profesores durante un mínimo de seis meses, la mayoría coincidía.

El resultado de ambos estudios manifiesta que los profesores y maestros que son capaces de dotar sus enseñanzas de cierta carga emocional, provocan una mayor activación de nuestras neuronas espejo. Por este motivo, los estudiantes empatizan más con ellos, lo cual parece ser una gran ventaja a la hora de asimilar los contenidos o las habilidades que tratamos de enseñar.

Estrategias didácticas relativas a las emociones

a) Establecer un clima emocional para el aprendizaje: muchas investigaciones han demostrado los efectos negativos del estrés en el proceso de aprendizaje (Erk, 2003). Por otro lado, se ha demostrado que las emociones positivas mejoran el proceso. Es claro que un poco de estrés asociado a la idea de cumplir con una tarea, de realizar algo que nos apasiona, no es negativo, lo que si lo es corresponde a un estrés prolongado en el tiempo que tenga efectos negativos en nuestras conexiones sinápticas, debido a la liberación de cortisol, conocida como la “hormona del estrés”. Esto puede ser muy perjudicial para nuestra memoria y funciones ejecutivas, y obviamente para nuestras emociones, ya que reduce el flujo sanguíneo hacia la corteza prefrontal, el centro del sentido común y la toma de decisiones. El impacto en la conducta de las personas se asocia a:

- Daños en la memoria.
- Disminución de la habilidad de priorizar.
- Aumento de los comportamientos repetitivos.
- Daños en el sistema inmunitario.
- Debilitamiento de la habilidad de pensar en forma creativa.

Algunas estrategias para lograr un clima emocional para el aprendizaje son:

Técnicas antiestrés: en vez de solo verte como profesor o profesora, piensa en ti mismo como el responsable de establecer el ambiente o clima de aula. Si el ambiente es cálido y seguro, se eleva la posibilidad de un aprendizaje positivo. Puedes enseñar a los alumnos técnicas antiestrés como las siguientes:

- Empieza el día con ejercicios que fomenten un clima cálido, como los círculos de conversación, paletas con emoticones que expresen qué emoción prevalece en la mañana, buzón de las emociones para dejar un poco de lado lo que los abruma, etc. Esta es una oportunidad para descargar la “mochila emocional”.
- Practicar técnicas de respiración con los estudiantes.
- Beber agua durante la clase les ayuda a oxigenar su cerebro.
- Escuchar música ambiental.

- Utilizar afirmaciones que promueven un estado de calma.
- Aplica HERVAT.

Actitudes del profesor(a): son necesarias para mejorar el comportamiento de los estudiantes y disminuir el estrés excesivo. El vínculo que logremos establecer con nuestros estudiantes es clave al momento de aprender, ya que se transforma en un soporte del proceso de aprendizaje al generar en ellos y ellas un sentimiento de bienestar, confianza y motivación para saber y conectar con nuestra enseñanza (Casassus, 2007).

- Tómate el tiempo necesario para saludar a todos tus alumnos.
- Escúchalos activamente para generar conexión real con ellos.
- Elimina el sarcasmo, el ridículo y los insultos. Avergonzar a un alumno puede provocar una vivencia de estrés en el cuerpo y el cerebro, similar a una experiencia cercana a la muerte (Sapolsky, 1998).
- Garantiza que se disponga de suficiente tiempo y brinda recursos para la realización de cada tarea.
- Brinda rutas de aprendizaje de los contenidos para que los estudiantes reconozcan el proceso, lo que aprenderán y lo que se espera de ellos y ellas.
- Asegúrate de que los alumnos saben qué se espera que aprendan, cómo serán capaces de aprenderlo, cómo sabrán lo que ya han aprendido y cómo transferir sus nuevos conocimientos a la vida real.
- Bríndales oportunidades para que trabajen con recursos que impliquen movimiento o que sean manipulables.

b) Enseñar a regular las emociones: para enseñar a regular las emociones es importante reconocer su importancia para el aprendizaje, como explica el neurocientífico Sergio Mora (2017), “solo se aprende aquello que se ama”, es decir, aquello que genera en nosotros emociones que son difíciles de olvidar. Las emociones abren paso a los estímulos y al aprendizaje por lo que es importante enseñar a nuestros estudiantes a regularlas. Seguir los siguientes pasos ayuda al proceso:

- Regularse uno mismo.
- Sintonizar: conectarse con el estado mental del niño(a) o adolescente.

- Reflejar: cuando ya sabemos lo que pasa, decirlo verbalmente (sé que te sientes triste, me doy cuenta que estás muy enojado(a)).
- Permitir/facilitar la respuesta adaptativa: que se pueda expresar estableciendo límites, enseñando otras formas de hacerlo o explicándole que por más que se desborde la situación no cambiará.
- Calmar: contener y explicar que es mejor estar tranquilo para pensar mejor la situación.
- Reflexión guiada: ayudar a entender lo que pasó, aprender de lo sucedido.
- Reforzar: reforzar que se expresó, que logró calmarse, que entendió por qué surgió dicha emoción.

c) Altas expectativas: se asocian al conocido efecto Pigmalión (Guillén, 2017) que aplicado al entorno escolar, hace referencia a cómo las expectativas del profesor sobre él o la estudiante pueden condicionar su comportamiento hacia él y afectar en su evolución académica.

Después de realizar una serie de test de inteligencia a estudiantes de primaria, un grupo de investigadores, liderados por Robert Rosenthal (1994), indicaron a unos docentes que, debido a las altas capacidades de los alumnos elegidos, tendrían grandes mejoras académicas durante el curso. El análisis de los resultados académicos y las mediciones de los test realizados ocho meses después, demostró que el rendimiento de los alumnos mejoró considerablemente. Lo central es que los y las estudiantes habían puntuado dentro del promedio. Los efectos de este estudio fueron los siguientes:

- Se genera un clima emocional más cercano. La comunicación no verbal constituye un elemento necesario del lenguaje oral y permite al estudiante captar y reaccionar ante los mensajes transmitidos por el o la docente.
- Se enseña más contenido. Las expectativas creadas en la capacidad del estudiante hacen que el profesor se esfuerce más para explicar nuevos contenidos y sea más exigente con el alumno del que espera más.
- Se pregunta más. El docente confía más en las respuestas de estos estudiantes, por lo que se les pregunta más y con mayor grado de dificultad.
- Se elogia más. Cuanto más se cree en el estudiante, más se le elogia para que pueda obtener el mejor resultado.

d) Lenguaje emocional: el lenguaje emocional es un elemento que es necesario considerar de manera semántica y no solo a través de nuestras experiencias como seres humanos. Las emociones, al ser respuestas fisiológicas automáticas son difíciles de verbalizar, pero se notan en nuestro rostro, lenguaje corporal y gestos. Manejar los nombres de las emociones o contar con planes de educación socioemocional puede ser un gran aporte para apoyar el desarrollo integral de nuestros estudiantes, e incluso de nosotros como docentes.

Algunas estrategias que nos pueden apoyar son los diccionarios de emociones, trabajar juego de roles, dotar de emocionalidad a personajes de una obra literaria, el *storytelling*, incluir un termómetro emocional como actividad de metainicio, etc.

El método RULER, impulsado por la Universidad de Yale a través del Yale Center for Emotional Intelligence, se ha convertido en los últimos años en una buena estrategia para lograr incluir las emociones en el aula. Su nombre deriva del acrónimo inglés: recognizing, understanding, labeling, expressing and regulating, que en español sería reconocer, entender, etiquetar, expresar y regular nuestras emociones. Este programa tiene por objetivo lograr un buen clima escolar y un ambiente propicio para el aprendizaje.

¿Qué es la motivación?

La motivación es un impulso interno que dirige la acción hacia un objetivo o meta determinada. También puede entenderse como la tendencia favorable de una persona hacia una meta u objetivo, que puede ir desde suplir alguna necesidad básica del ser humano, obtener seguridad, supervivencia hasta llegar incluso a la búsqueda de la felicidad y autorrealización. La motivación está sujeta a la acción, además de impulsarla y guiarla. Sin motivación no hay acción y es que la etimología de la palabra es clara al respecto, proviene del latín *motivus* que se traduce como movimiento.

Puede que la motivación venga de nuestro propio interés por el tema o porque necesitamos ese conocimiento para algo, por lo mismo se pueden diferenciar dos tipos de motivación: la motivación intrínseca y la extrínseca. Ahora se piensa que, más que dos tipos diferentes de motivación, son dos opuestos dentro de un continuo, y que raramente se dan de forma “puramente intrínseca” o “puramente extrínseca”.

No hay duda que la motivación, eso que nos mueve a actuar, es un producto de la emoción y “los seres humanos tenemos una premisa motivacional fundamental, buscamos el placer y evitamos el dolor” (2017, p. 67) según lo que establece Jesús Guillén en su libro *Neuroeducación en el aula*.

La motivación es el proceso que inicia, guía y mantiene las conductas orientadas a lograr un objetivo o a satisfacer una necesidad. Es la fuerza que nos hace actuar y nos permite seguir adelante incluso en las situaciones difíciles. Estar motivado significa llevar a cabo las tareas diarias sin que supongan una carga pesada. Muchas de nuestras actividades diarias tienen que ver con nuestra motivación, por ejemplo ¿qué te motivó a leer este libro? Algunos de ustedes lo hicieron porque son docentes y quieren obtener más herramientas para su quehacer pedagógico, los que son padres quizás lo hicieron para apoyar a sus hijos o hijas, los y las más jóvenes lo hicieron para mejorar en sus estudios. Tanto la motivación intrínseca como la extrínseca, siempre están en juego en nuestras vidas, también existe la motivación negativa, la que implica que realizó alguna acción por la consecuencia desagradable que puede tener, por ejemplo, sentirse fracasado. Y la positiva, en donde se realiza la acción por lo placentera que esta es.

Cuando aprendemos, van movilizándose muchos procesos cognitivos. Como hemos visto, confluyen la sensopercepción, atención y debemos agregar la motivación y emociones.

Bases neurobiológicas de la motivación

La motivación está estrechamente ligada a la atención, emociones y memoria, temas que analizaremos en profundidad y separadamente más adelante. Los estudios neurocientíficos realizados hasta el momento, han permitido conocer que el sistema atencional se dirigirá hacia donde perciba amenaza para actuar defensivamente, o pondrá en marcha el sistema de recompensa hacia donde perciba beneficios futuros y placer. Por lo tanto, la motivación que presentemos está estrechamente relacionada con el estímulo que recibamos y con lo que nos mueve internamente.

A nivel cerebral la motivación se refleja a través de un proceso que comienza con la percepción de un estímulo, el cual es interpretado por el sistema activador reticular ascendente conocido como SARA, este actúa como un filtro analizando si el estímulo es de interés para

la supervivencia. Si la información pasa el filtro de SARA, esta llega al área tegmental ventral y al sistema amigdalino, donde nuevamente es evaluada en términos de dolor-placer de modo que, si el estímulo resulta peligroso para la supervivencia es rechazado y guardado en la memoria emocional para ser reconocido y actuar a futuro. Si el estímulo es percibido como una posible recompensa o fuente de placer, la información seguirá su camino hasta llegar al núcleo accumbens, en donde se producirá la liberación del neurotransmisor conocido como dopamina. El núcleo accumbens actúa como interfase entre el sistema límbico (asociado a las emociones) y el motor (ver Figura 8).

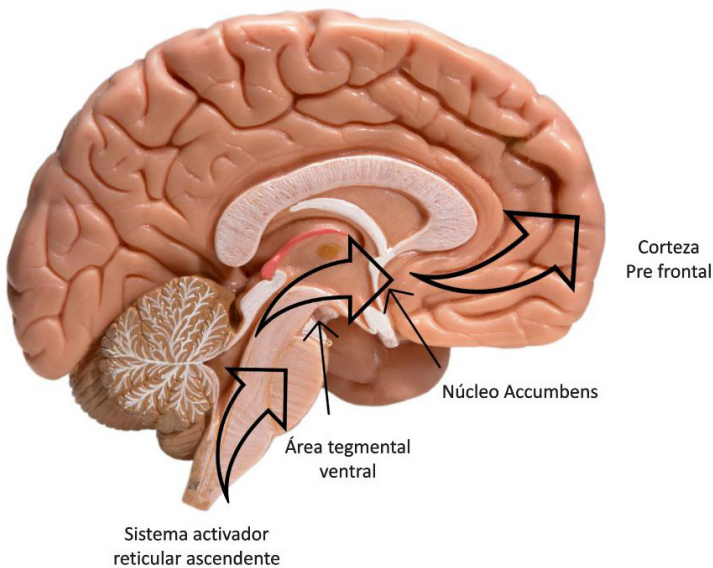


Figura 8. Circuito cerebral de la motivación.

La dopamina (neurotransmisor) es la responsable de crear esa tensión que se siente antes de un acontecimiento importante, de conseguir una recompensa o de lograr objetivo. Es la tensión que mueve a la acción y pone en movimiento nuestras áreas motoras, provocando con ello la liberación de adrenalina y noradrenalina, neurotransmisores que actúan como combustible y permiten al cerebro mantener nuestra atención ejecutiva una vez que la información ha llegado a los lóbulos frontales. Allí

será analizada racionalmente y nos permitirá mantener la acción hasta la consecución de la recompensa u objetivo buscado.

Finalmente, una vez obtenida la recompensa, sea esta porque se ha alcanzado un objetivo, satisfecho una necesidad o aprendido algo nuevo, tiene lugar la liberación de otro neurotransmisor llamado serotonina, cuya misión es producir un estado mental de calma, paciencia, serenidad, control de uno mismo, adaptabilidad y humor estable (ver Figura 6).

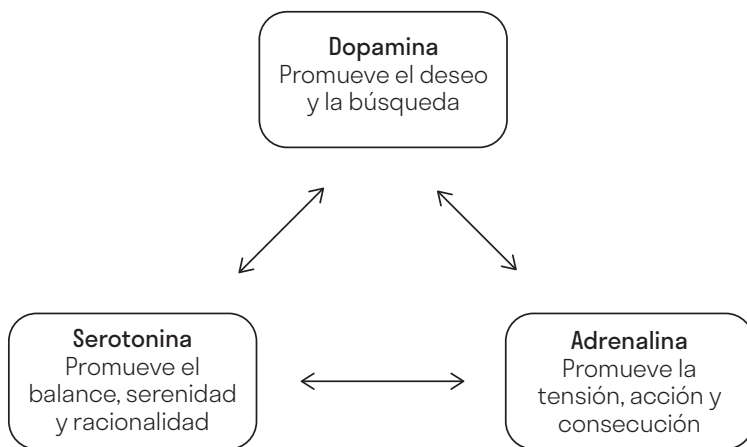


Figura 9. Circuito DAS o de la recompensa.

¿Cómo lograr motivación por el aprendizaje en nuestros estudiantes?

Los y las docentes nos realizamos constantemente esta pregunta. No es simple lograrlo, pero debemos entender que a todos nos motiva algo, la clave es buscar qué es lo que motiva a nuestros y nuestras estudiantes, y tratar de incluirlo en la enseñanza.

Generar interés en nuestros estudiantes: si el estudiante está interesado en el tema que presentamos, el tiempo de procesamiento de la información se extiende, ya que se encuentra lidiando con diferentes formas de procesamiento y generando nuevas conexiones con sus conocimientos

previos. Una técnica que permitiría reconocer dichos intereses es la de realizar un inventario de hobbies, gustos o intereses a principio del año escolar. El objetivo es tenerlos con anticipación para ir incorporándolos, en la medida de lo posible, a nuestras planificaciones y clases. Este inventario de intereses lo puedes realizar tipo encuesta e incorporar preguntas de respuesta breve que te permita conocer los intereses y hobbies de tus estudiantes. Lo ideal es aplicarlo a principios del año académico, tabular los datos y organizar tus planificaciones teniendo en cuenta la incorporación de esos intereses en tus clases.

Otras formas de generar interés son:

- Dejar claro de qué serán capaces los estudiantes luego de haber realizado una actividad. Es importante que ellos y ellas entiendan para qué les servirá en su vida o la utilidad de lo aprendido.
- Incluir en nuestro quehacer pedagógico actividades desafiantes para los estudiantes. No olvidar que desafiante no significa que sean imposibles de realizar.
- Incluir a los estudiantes en la confección de criterios de evaluación de sus propias actividades, esto les da poder de decisión, lo que aumenta su motivación y compromiso por la tarea encomendada.
- Demostrar lo cercano que está lo que se analiza en clases con su realidad. Para que exista verdadero aprendizaje, es importante que lo que enseñemos tenga sentido, es decir, se pueda considerar lógico o claro. Y por otra parte, que tenga significado, es decir, se base en los conocimientos previos, realidad y contexto de los y las estudiantes.
- Entregar alternativas de trabajos y evaluaciones diversas de acuerdo a las potencialidades de los estudiantes y sus intereses. Esto es clave para que los y las estudiantes desarrollen su creatividad y potencial.
- Reconocer la importancia de sus conocimientos previos. Iniciar siempre las clases con instancias en dónde los y las estudiantes hablen de esto (estrategia SQA, lluvia de ideas, encuestas flash, ticket de entrada).
- Evitar las amenazas y las recompensas, en el caso de las últimas, aquellas que sean predecibles y tengan valor de mercado.

Establecer responsabilidades: cuando los estudiantes saben que son responsables de un nuevo aprendizaje, el tiempo de procesamiento de la información aumenta y por ende, su motivación en la tarea se mantiene

debido al compromiso que siente. Tener expectativas altas de nuestros estudiantes y establecer un clima de respeto y colaboración en el aula es motivador para todos, incluso para el/la profesor(a) (ver “Estrategias neurodidácticas relativas a motivación”).

Entregar retroalimentación: estudios recientes han demostrado que cuando los estudiantes reciben una retroalimentación rápida, específica y constructiva de sus ideas o labores, son más abiertos a continuar trabajando, hacer correcciones y persistir hasta lograr el objetivo establecido (Hattie, 2012). La evaluación formativa, controles breves y revisiones socializadas, coevaluación y autoevaluación en el momento de la actividad, son mucho más motivantes que evaluaciones sumativas extensas, con una entrega de resultados tardía y sin retroalimentación clara.

Estrategias didácticas relativas a la motivación

a) Aprendizaje activo: se relaciona con todas aquellas estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas en el aula, en las que el/la docente involucra a sus estudiantes en forma activa, es decir, los alumnos tienen que hacer algo más que escuchar lo que dice el profesor o escribir en su cuaderno lo que el profesor escribe o dice. Este tipo de aprendizaje es beneficioso por varias razones:

- Al tener que aplicar los contenidos se genera una comprensión más profunda, además permite desarrollar el pensamiento crítico y habilidades para resolver problemas, en comparación a una clase tradicional.
- El estudiante se siente involucrado en el aprendizaje, lo que genera un aumento en su motivación y entusiasmo por el aprendizaje. Esto trae también beneficios en términos de motivación para el profesor.
- Debido a la interacción y el trabajo con otros, se permite desarrollar habilidades de comunicación e interpersonales.

Dentro del aprendizaje activo se consideran estrategias tales como:

- Aprendizaje cooperativo: se relaciona con cualquier método instruccional en el cual los estudiantes trabajen en pequeños grupos, en busca de un objetivo común. Lo importante es la interacción

entre los estudiantes siendo lo que distingue este tipo de aprendizaje. Cada estudiante es evaluado de forma independiente en relación a su desempeño durante la actividad. Busca lograr que los estudiantes trabajen en pos de un beneficio común, aportando en relación a sus potencialidades y disminuyendo la idea de competencia entre ellos.

- Aprendizaje basado en proyectos: los estudiantes llevan a cabo un proceso de investigación y creación que culmina con la respuesta a una pregunta, la resolución de un problema y la creación de un producto. Los proyectos han de planearse, diseñarse y llevarse a cabo con el fin de que el alumno pueda incorporar, de una manera factual, los contenidos y objetivos de aprendizaje establecidos por el currículum. La implementación del ABP permite que se puedan diseñar los temas e itinerarios de aprendizaje con mayor libertad, de forma que el producto final ya no es lo único importante, sino que también es relevante el proceso de aprendizaje, la profundización y el desarrollo de las competencias clave. También es útil para desarrollar el trabajo interdisciplinario en las escuelas.
- Aprendizaje basado en problemas: se relaciona con la investigación y reflexión que siguen los alumnos para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor. El docente explica una parte del contenido y, seguidamente, propone a los estudiantes una actividad de aplicación de dichos contenidos. Sin embargo, este aprendizaje se plantea como medio para que los estudiantes adquieran esos conocimientos y los apliquen para solucionar un problema real o ficticio, sin que el docente utilice la lección magistral u otro método para transmitir ese temario.
- Aprendizaje servicio: esta estrategia es percibida como una propuesta pedagógica que permite desarrollar conocimientos y competencias a través de una práctica de servicio solidario. Se trata de una propuesta educativa compleja e innovadora, que incluye muchos elementos conocidos, pero que aporta la novedad de vincular estrechamente el servicio y el aprendizaje en una sola actividad educativa articulada y coherente en pos del bien común.
- Aprendizaje invertido: metodología basada principalmente en el uso de las nuevas tecnologías como herramientas básicas de conocimiento fuera del aula. El objetivo es que los estudiantes al llegar a clases, pongan en conjunto las ideas o impresiones de lo investigado con anticipación, esto les da la oportunidad a los profesores para personalizar la instrucción según las necesidades de cada uno. La

idea es motivar a los alumnos a que sean responsables en cuanto al tiempo de dedicación a su formación fuera del aula, además de generar un diálogo educativo con los docentes, ya que manejarían la temática de la clase, antes de que esta se realice.

b) Aprendizaje entre pares: esta metodología busca incentivar la idea de que todos aprendemos de todos, siendo los estudiantes los que toman un rol activo en su aprendizaje a través de compartir conocimientos, ideas, juicios y experiencias con sus compañeros. Esta metodología tiene como beneficios:

- Desarrollar en los estudiantes habilidades relativas a la búsqueda de información, comprensión lectora, pensamiento crítico y colaboración.
- El estudiante es clave en su proceso de aprendizaje y pasa a ser la fuente del conocimiento y un aporte al diálogo educativo dentro del aula.
- Ayuda al desarrollo de habilidades comunicativas y la autonomía.

Algunas estrategias asociadas al aprendizaje entre pares son:

- Enseñanza recíproca para el aprendizaje: el modelo de enseñanza recíproca se centra en el protagonismo de los estudiantes. Se desarrolla en base a cuatro estrategias básicas: formular predicciones, plantearse preguntas sobre el texto, clarificar dudas y resumirlo. El docente funciona como modelo de lector y coordina la dinámica de las clases. En lugar de plantear preguntas individuales o al gran grupo, el docente plantea situaciones para que los alumnos construyan preguntas interesantes sobre el texto y puedan comunicar al resto. Cada alumno plantea una pregunta que debe ser contestada por sus compañeros, solicita aclaraciones sobre las dudas que se le plantean, resume la parte del texto, de qué se trata y pide que se hagan predicciones sobre el fragmento que sigue en la lectura.
- Tertulia literaria: esta actividad busca que los estudiantes compartan sus ideas con respecto a la lectura de algún libro o texto. Primero, la obra narrativa se divide en capítulos o párrafos (no muy extensos), los cuales deben ser leídos por los estudiantes en sus hogares. Posteriormente deberán identificar una idea clave, como un párrafo o frase que les haya llamado la atención, para luego explicarla ante su

curso en un círculo de discusión. El objetivo es que el libro o texto se lea en su totalidad con esta técnica y que ninguno de los estudiantes se quede sin dar su opinión acerca de la obra analizada.

- **Puzle:** esta técnica didáctica se realiza por medio de la división del curso en grupos de cuatro personas, preferentemente (se pueden hacer excepciones para que nadie quede fuera). Se utiliza para la lectura de diversas materias o formatos y consiste en que dos personas del grupo lean una información y la comenten entre sí, destacando ideas clave y sacando conclusiones. Las otras dos personas por su parte hacen lo mismo con otra información, pero relacionada al tema de estudio; cuando ambas parejas terminan, explican a su contraparte lo establecido como clave en el paso uno de la actividad. El docente dirige la sesión y entrega los tiempos de trabajo para luego hacer una revisión global de lo analizado a través de preguntas que impulsen la búsqueda de conclusiones y el desarrollo de la metacognición.

CAPÍTULO IV

Círculo didáctico del aprendizaje: memoria

“La memoria es el pegamento que une los retazos de nuestra vida mental” dice el neurocientífico Eric Kandel, ganador del Premio Nobel de Fisiología o Medicina en el año 2000. El aprendizaje, según él, es un proceso activo resultado de la experiencia que conlleva cambios en el cerebro. Cuanto más trabajamos un contenido, mejor permanece en la memoria, que es la capacidad de adquirir y almacenar información variada. Nuestra identidad personal viene determinada por lo que aprendemos y lo que recordamos, por ende la memoria constituye un recurso fundamental del ser humano, ya que permite compartir y transmitir nuestra cultura y historia.

La memoria es más que una simple construcción de información archivada. Más bien lo que recordamos es influenciado por actitudes, creencias y experiencias previas, por lo tanto, las memorias son eventos reconstruidos. Cada sistema de memoria depende de una organización cerebral distinta, recordar quiénes somos no es lo mismo que recordar dónde estamos. Para ordenar las evidencias sobre el estudio de la memoria, se han dividido según criterios cualitativos y categorías temporales. El aprendizaje de hechos y experiencias, por un lado, y el aprendizaje que involucra la realización de tareas, por otro, involucran distintos tipos de memoria: la declarativa y la no declarativa. Ambas se asocian a criterios cualitativos y se exponen a continuación:

a) La memoria declarativa o explícita: se relaciona con el aprendizaje de hechos y experiencias. El conocimiento adquirido es flexible, puede ser recordado mediante esfuerzo consciente y, puede ser explicitado verbalmente o cuando lo requiramos. Se relaciona con el almacenamiento de información de hechos generales, fechas, números, nombres (memoria semántica), y sucesos determinados de nuestra vida (memoria episódica).

b) La memoria no declarativa o implícita: incluye formas de memoria perceptual y motora. El conocimiento está vinculado a estímulos e involucra la realización de tareas sin esfuerzo consciente, no es fácilmente expresable en forma verbal. La memoria no declarativa o implícita fluye automáticamente en la realización de las cosas y recuerdos de hábitos o destrezas, como atarse los cordones o caminar (memoria procedimental). También se relaciona con habilidades motoras, asociaciones, a exposición previa (*priming*) y habilidades para la resolución de problemas.

Por ejemplo, somos capaces de aprender a andar en bicicleta, escribir en un computador o conducir un automóvil. Estos aprendizajes son guardados en la memoria de una manera clara y solo se evoca cada vez que queremos andar nuevamente en bicicleta o escribir en el computador, es decir, son memorias que no son expresadas de modo consciente. La evocación de este tipo de memoria se realiza a través de un acto de conducta o un acto motor. Según el doctor en neurociencia Francisco Mora (2017):

Son las memorias no declarativas o implícitas con las que guardamos infinitas cosas cotidianas de todos los días desde hacer una salsa de tomate, batir huevos en la cocina, hasta la rapidez con la que ejecutamos la lectura de un libro (p. 105).

Según criterios temporales la memoria puede dividirse en:

- a) **Memoria de corto plazo:** se define como el mecanismo de memoria que nos permite retener una cantidad limitada de información durante un periodo corto de tiempo (20 a 30 segundos). La memoria a corto plazo retiene temporalmente la información procesada, tanto si luego desaparece, como si después pasa a la memoria a largo plazo. El registro sensorial, o también conocida como memoria sensorial, también se incluye dentro de esta categoría de corto plazo por durar solo un segundo. Ejemplo: cuando alguien nos dice un número de teléfono, en el tiempo que transcurre desde que lo escuchamos hasta que lo conseguimos anotar, está actuando nuestra memoria a corto plazo.
- b) **Memoria de trabajo:** destaca el papel de la memoria como sistema de control del procesamiento de información. Se define como el sistema de memoria que mantiene y manipula la información

de forma temporal, interviniendo en procesos cognitivos más complejos como la comprensión del lenguaje, la lectura o el razonamiento. Es decir, la información está presente mientras la utilizamos en algún contexto. Por ejemplo, un docente de matemática le enseña a sus estudiantes una fórmula para resolver un problema, mientras realizan el ejercicio los estudiantes revisan y aplican la fórmula, hasta aprenderla. Al mes puede que ya no la recuerden.

- c) **Memoria de largo plazo:** mecanismo de nuestro cerebro que nos permite codificar y retener una cantidad prácticamente ilimitada de información durante un periodo largo de tiempo. Los recuerdos que almacenamos en la memoria a largo plazo pueden durar desde unos segundos hasta muchísimos años. Cuando estudiamos o recordamos la historia de nuestro país, o recordamos algún acontecimiento importante de nuestras vidas, estamos poniendo en marcha nuestra memoria a largo plazo.

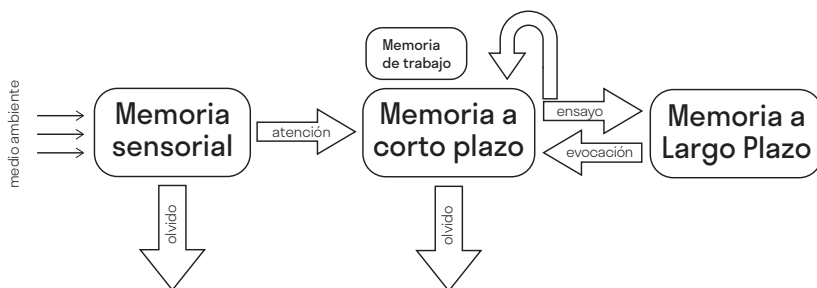


Figura 10. El sistema de la memoria (Atkinson y Shiffrin, 1968, p. 4).

Según el sistema de la memoria propuesto por Atkinson y Shiffrin en 1968, recibimos estímulos e información a través de los sentidos. La atención y las emociones juegan un papel clave para que dicha información pase a la memoria a corto plazo y de trabajo, si no es así, dicha información se pierde u olvida. Si la información logra avanzar a la memoria a largo plazo, lograremos evocarla ya que se habrá consolidado en nuestra memoria. Esto dependerá de cuán trascendental sea para nosotros, además de su carga emocional.

No puede existir aprendizaje sin memoria, porque son dos procesos directamente relacionados. El aprendizaje se da a través de un proceso activo, ya que es el resultado de la experiencia que conlleva cambios en nuestro cerebro asociados a la memoria, y es esta última la que nos permite almacenar la información aprendida, “el aprendizaje es por esencia el proceso por el cual todos nosotros adquirimos información sobre sucesos externos y la memoria es el mecanismo de retención por el cual almacenamos dicho recuerdo y lo recuperamos cuándo necesitamos” (Guillén, 2017, p. 96).

La memoria es también un mecanismo que nos ha permitido adaptarnos de manera eficiente al mundo que nos rodea y nos ha permitido sobrevivir como seres humanos, ya que se nos hace fácil asociar experiencias pasadas o cargadas de valor emocional con el presente.

Si la relación entre memoria y aprendizaje es directa, la atención es una pieza clave. Solo a través del foco de la atención amplificamos lo que realmente nos interesa, si esto es así, el pasar dicha información y recuerdos a la memoria de largo plazo, se dará de manera más efectiva. Diremos, por lo tanto, que hemos aprendido algo, ya que evocarlo se nos hace más fácil. En nuestra vida cotidiana hay muchas cosas que nos tenemos que “aprender de memoria”, por ejemplo: nuestra dirección, nuestro número de identificación, las reglas ortográficas, las tablas de multiplicar, contraseñas, correos electrónicos. Cada uno de nosotros sabe de memoria información específica de su área de trabajo o estudio, dicha información nos ayuda a automatizar muchos procesos, que hacen que usemos nuestra capacidad memorística y cerebral de manera mucho más eficaz.

Bases neurobiológicas de la memoria

La memoria se puede clasificar en implícita y explícita, atendiendo a cómo se almacena y recuerda la información. El estudio de pacientes a los que se extirparon determinadas áreas cerebrales, permitió iniciar la investigación moderna sobre la memoria. Brenda Milner, al analizar el caso de un paciente al que se le extirpó la superficie interna del lóbulo temporal para frenar sus ataques de epilepsia, identificó el papel que desempeñan el hipocampo y la zona medial del lóbulo temporal en la memoria explícita. Esto aportó las primeras pruebas acerca del almacenamiento de la memoria implícita (Kandel, 2007).

Siguiendo con el caso estudiado por Milner, se observó que la memoria de corto plazo o temporal del paciente estaba intacta pudiendo, por ejemplo, conversar con normalidad. La memoria a corto plazo nos permite almacenar una cantidad limitada de información durante un breve periodo de tiempo. Asimismo, la memoria de largo plazo o permanente, que nos permite almacenar mucha información durante un tiempo indefinido, también era excelente en el paciente (en el caso de acontecimientos anteriores a la intervención) pues era capaz de recordar sucesos de la infancia. Sin embargo, era incapaz de transferir la información almacenada en la memoria de corto plazo a la memoria de largo plazo, ya que olvidaba lo ocurrido pocos minutos antes. El paciente experimentó grandes mejoras en tareas que requerían el aprendizaje de destrezas motoras o perceptivas, como aprender a dibujar. Que pudiera aprender y recordar alguna cosa a largo plazo implicaba que tenía un tipo de memoria que no dependía del lóbulo temporal ni del hipocampo: la memoria implícita (Kandel, 2007). A distintos tipos de memoria, distintas regiones cerebrales, como vemos en la Figura 11 y 12:

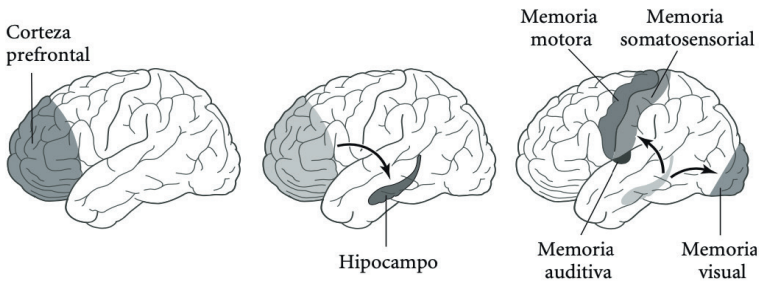


Figura 11. Zonas implicadas en la memoria explícita.

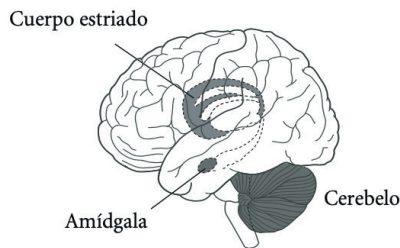


Figura 12. Zonas del cerebro en donde se almacena la memoria implícita.

En el año 1885 el filósofo alemán Hermann Ebbinghaus, comenzó a experimentar sobre la memoria y el olvido. Su estudio consistía en la repetición y memorización de sílabas hasta recordarlas perfectamente, posteriormente ponía a prueba su retención a través del tiempo. Es así que nació la denominada curva del olvido, que consiste en un gráfico que indica cómo ante la memorización de un determinado elemento o idea el nivel de retención de la información aprendida disminuye con el paso del tiempo. La calidad del recuerdo dependerá de la intensidad con la que se aprendió y el tiempo que transcurra desde que se aprendió hasta que se intenta recordar.

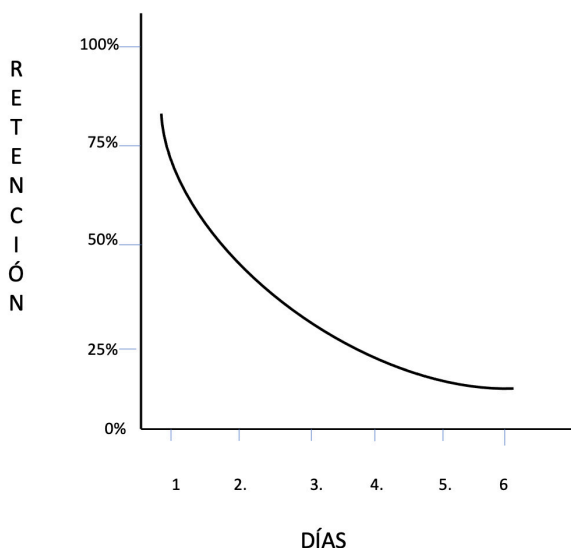


Figura 13. Curva del olvido de Ebbinghaus.

Como vemos en la imagen transcurridos unos minutos retenemos la mayor cantidad de información, pero ya pasado un día la información se comienza a olvidar. Lo interesante de este estudio, y otros que se han realizado, es que a pesar de que la información pareciera que se desvanece, si ejercitas volver a recordar, el proceso de recuperación es más rápido que cuando aprendiste por primera vez, lo que significa que la información queda en la memoria de manera inconsciente. Por ende, las prácticas de recuperación y esfuerzo para recordar sí funcionan.

Estrategias didácticas relativas a la memoria

a) **Repaso continuo espaciado:** la práctica de la recuperación, más conocida como repaso, significa aprender al recordar información elaborada desde la memoria. Es por medio de la repetición y la práctica que podemos ayudar a estimular y fortalecer las redes neurales que estamos construyendo mientras aprendemos, ya que dicha información pasa a la memoria a largo plazo gracias a esta estrategia.

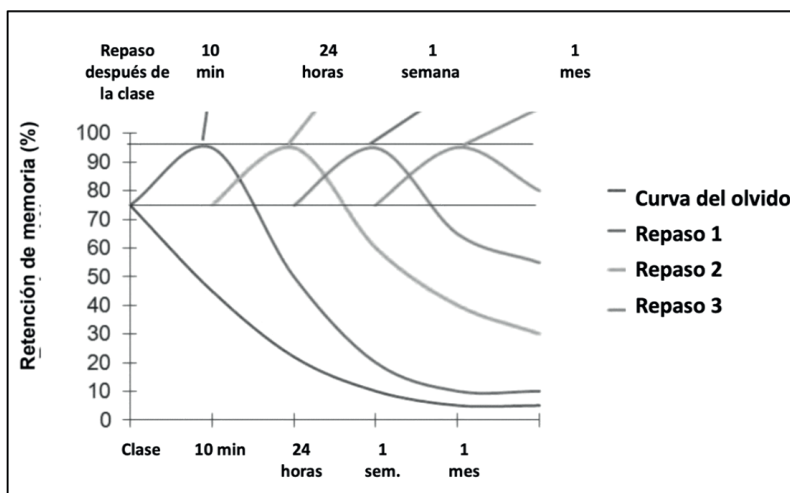


Figura 14. Esquema que muestra los efectos del repaso espaciado versus lo que ocurre con la curva del olvido. Esto se aplica a todas las técnicas que veremos en esta sección.

- Usar la práctica distribuida: esta práctica busca distribuir el aprendizaje a lo largo de periodos de tiempo relativamente largos en vez de enfrentarlos todo de una sola vez, así se puede vencer la curva del olvido. Es importante considerar el aprendizaje como un proceso, lo que implica el poder analizar unidades en forma simultánea, obviamente en casos donde esto sea posible. Por ejemplo, un estudiante podría empezar a estudiar los elementos químicos hoy y repasarlos de nuevo en un par de días. Posteriormente, volverlos a repasar en una semana y, después, en un mes, para así asegurar la asimilación del conocimiento. La construcción de fichas temáticas o de conceptos son útiles para desarrollar esta técnica en el aula.

- Fragmentación e intercalación de contenidos: a la memoria a largo plazo se puede acceder más fácilmente subdividiendo ciertos contenidos en fragmentos o etapas. La intercalación consiste en pasar de contenidos complejos a contenidos más simples y viceversa en el transcurso del aprendizaje. Esto permite evitar generar la ilusión de comprensión que sucede cuando uno estudia lo que es más fácil primero y se cree que estamos preparados para enfrentar una evaluación.
- Repaso clase a clase: esta técnica la usamos comúnmente los docentes, lo que debe hacerse con ella es convertirla en una rutina dentro de nuestra clase, por medio de la realización de interrogaciones a algunos estudiantes elegidos al azar o voluntarios, realizar una pregunta abierta y responderla con una lluvia de ideas, realizar controles breves de temáticas claves, realizar juegos que involucren el conocimiento adquirido en clases o unidades pasadas, etc.
- Historias y canciones: la narración de historias constituye una estupenda forma de ejercitar la memoria de trabajo del niño porque focaliza la atención durante periodos de tiempo prolongado y ayuda a recordar todo lo que va sucediendo —como la identidad de los distintos personajes o detalles concretos de la historia— e integrar la nueva información en lo ya sucedido. Y como una muestra más de la naturaleza social del ser humano, se ha comprobado que cuando se le narra una historia a los niños, mejoran su vocabulario y el recuerdo de detalles. A diferencia de cuando se les lee, por ende es muy importante la interacción entre el adulto que cuenta la historia y el niño (Gallets, 2005). Asimismo, cuando el niño cuenta una historia al compañero que previamente ha escuchado, intenta memorizar la letra de la canción o participa en un juego que consiste en realizar movimientos concretos asociados a imágenes. Así, también ejercita su memoria de trabajo.

b) Memorizar con técnicas: el aprender cosas de memoria, como lo explicábamos antes, es necesario en algunos temas que debemos analizar con nuestros estudiantes, las tablas de multiplicar, las reglas de acentuación, lugares y su ubicación en geografía, los elementos químicos, fórmulas, entre otras, son necesarias para poder aplicar el conocimiento a otras situaciones de aprendizaje.

- *Chunking*: es un método de presentación de información que divide los conceptos en pequeños fragmentos o trozos (*chunks*) de información para facilitar la comprensión. Esta técnica fue descrita por primera vez por el psicólogo estadounidense George A. Miller, quien describió una técnica de aprendizaje basada en la limitación que tiene la memoria a corto plazo del ser humano para retener información. Desde esta premisa, la técnica del *Chunking* consiste en agrupar información desestructurada en pequeñas unidades con sentido, es decir recodificar la información que tenemos agrupándola de forma que se pueda retener de forma más fácil y por más tiempo en la memoria. Investigaciones posteriores han determinado que somos capaces de retener en la memoria a corto plazo entre 3 y 5 paquetes de información (Sousa, 2011). Por ejemplo, no es lo mismo tratar de recordar un número telefónico completo, que separarlo en cifras.
- Asociaciones: la idea es muy sencilla, unir conceptos para que regresen a tu memoria juntos mediante la creación de imágenes alocadas. La clave es crear imágenes absurdas que destaquen y que se fijen en tu memoria: cambia los colores, dale movimiento, y crea escenas inverosímiles que te resulten especialmente divertidas. Una vez hagas esto, verás que las palabras y los conceptos vuelven a tu mente de forma muy fácil. No es lo mismo recordar una lista de compras, que imaginar a un diario como una alfombra y encima de ella una leche con alas, los que serían los plátanos. Otra forma de asociar ideas o conceptos nuevos es relacionarlo con otros que se encuentran en nuestra memoria de largo plazo, por ejemplo, el nombre de alguna persona que conocemos recién con alguien que conocemos hace años y que se llama de la misma forma.
- Reglas nemotécnicas: es un sistema simple utilizado para recordar una secuencia de datos, nombres, números y, en general, para recordar listas de datos relacionando palabras, imágenes, etc. Estos métodos nos permitirán memorizar más fácilmente el contenido deseado. Evitan que el contenido se retenga en la memoria a corto plazo, donde la información solo permanece unos segundos, facilitando el acceso la memoria a largo plazo en la que la información permanece mucho más tiempo. Algunas de ellas son:

- Método de la historia o el relato: se construye una historia con todas las palabras que debemos memorizar y, posteriormente recordar. En este caso no es importante el orden, pero sí que aparezcan todos los elementos a memorizar.
 - Método de las iniciales: cuando tenemos una lista de palabras que recordar, podemos construir una palabra ficticia con la inicial de cada una de ellas, de tal manera que esta nos recuerde como empieza cada palabra de la lista.
 - Técnica de la cadena: sirve para recordar listas de palabras en un orden concreto mediante una sencilla frase inventada.
 - Acrósticos o siglas: utilizar cada letra que compone una palabra ya existente, con el fin de memorizar con cada una de sus letras, palabras o ideas que debemos utilizar.
-
- Organizadores gráficos: son herramientas eficaces para apoyar el pensamiento y el aprendizaje de cuatro formas distintas.
 1. La información abstracta está representada en un formato concreto.
 2. Las relaciones entre hechos y conceptos se encuentran representadas.
 3. La información nueva se vincula con el conocimiento previo.
 4. Los pensamientos están organizados de cara a la escritura o a la resolución de problemas.

Estos organizadores representan una forma de representación no lingüística y son una de las maneras más populares que tienen los profesores, de hacer que sus alumnos representen los conocimientos que han logrado consolidar. Además, ayudan a retener en la memoria de largo plazo la información ya que las imágenes se recuerdan con mayor facilidad.

Ejemplos de estos son los mapas conceptuales, mapas mentales, tablas comparativas, redes de palabras, causa/efecto, líneas de tiempo, redes de secuencia, árbol de problemas, árbol de soluciones, gráficos, infografías, pictogramas, etc.

CAPÍTULO V

Círculo didáctico del aprendizaje: funciones ejecutivas

¿Qué son las funciones ejecutivas?

Las funciones ejecutivas se pueden definir como el conjunto de capacidades cognitivas necesarias para controlar y autorregular la propia conducta. Es decir, las funciones ejecutivas son lo que nos permite establecer, mantener, supervisar, corregir y alcanzar un plan de acción dirigido a una meta. Este conjunto de funciones es de gran importancia, pues lo usamos a diario. El término de funciones ejecutivas fue propuesto por Muriel Lezak en 1982.

Las funciones ejecutivas están implicadas prácticamente en cualquier trabajo. En cualquier actividad laboral que requiera organización, planificación, resolver problemas, tomar decisiones o manipular datos, se hará uso de las funciones ejecutivas. Por tanto, se emplean tanto para cocinar una hamburguesa, como para planificar una cirugía a corazón abierto. También tienen un papel trascendental en los estudios. Son las que nos permiten controlar la atención para estar concentrados durante una clase, o las que hacen posible que nos organicemos para estudiar para una prueba.

Las funciones ejecutivas centrales son:

a) Memoria de trabajo: es una memoria a corto plazo que nos permite mantener y manipular información que es necesaria para realizar tareas cognitivas complejas como razonar o aprender. Cuando un estudiante manifiesta déficits en su memoria de trabajo tiene dificultad para pensar en varias cosas a la vez u olvida el significado de lo que va escribiendo, por ejemplo. Por ello, resulta útil para estos niños subrayar, apuntar todo lo necesario, desarrollar ciertos automatismos al leer o escribir o clarificar los objetivos de aprendizaje (Marina y Pellicer, 2015).

b) Control inhibitorio: es la capacidad que nos permite inhibir o controlar de forma deliberada conductas, respuestas o pensamientos automáticos cuando la situación lo requiere. Los estudiantes a los que les cuesta inhibir los impulsos responden sin reflexionar, buscan recompensas inmediatas o tienen dificultades para proponerse objetivos a largo plazo. En la práctica, será más efectivo para los estudiantes comprometerse en una tarea o finalizarla si entiende las opciones que tiene antes de decidirse a actuar, si reconoce cómo le afecta esa acción o si puede visualizar la opción correcta para esa tarea (Moraine, 2014). En el control inhibitorio son claves la atención y el autocontrol.

Un buen control inhibitorio de los niños aparece cuando son capaces de mantener la atención en la tarea que está realizando sin distraerse (atención ejecutiva), tal como ocurre cuando practica un deporte grupal, participa en un proyecto de aula, realiza una construcción con legos o intenta mantenerse quieto en el juego del “congelado”, todos estos son ejemplos claros de la importancia del juego, de las artes y del movimiento a través de actividades tradicionales que facilitan el desarrollo de las funciones ejecutivas de los y las niñas.

c) Flexibilidad cognitiva: es la capacidad para cambiar de forma flexible entre distintas tareas, operaciones mentales u objetivos. Esta conlleva el manejo de variadas estrategias que nos permiten adaptarnos a situaciones inesperadas pensando sin rigidez y siendo eficientes. Como, por ejemplo, cuando el niño participa en una actividad en la que en unas situaciones ha de hablar y, en otras, ha de escuchar. O cuando tiene que elegir entre diferentes estrategias para resolver un problema y existe la necesidad de ser creativo. Es por ello que el desarrollo de la flexibilidad cognitiva se puede facilitar si utilizamos analogías y metáforas, planteamos problemas abiertos, permitimos diferentes opciones para la toma de decisiones o asumimos con naturalidad el error en el proceso de aprendizaje. Algunas tareas como jugar fútbol o caminar por un entorno natural conllevan un uso adecuado de la flexibilidad mental, porque se han de ir ajustando las decisiones a las circunstancias que se van dando.

En la práctica, estas funciones básicas pueden intervenir relacionadas. Así, por ejemplo, mediante el juego simbólico los niños deben mantener su rol y recordar el de los compañeros (memoria de trabajo), actuar según el personaje elegido (control inhibitorio) o ajustarse a los cambios de roles (flexibilidad cognitiva). Es importante no subestimar la capacidad de los niños y fomentar su autonomía, lo cual es posible si

los adultos somos capaces también de controlar nuestros impulsos y no intervenir de forma anticipada.

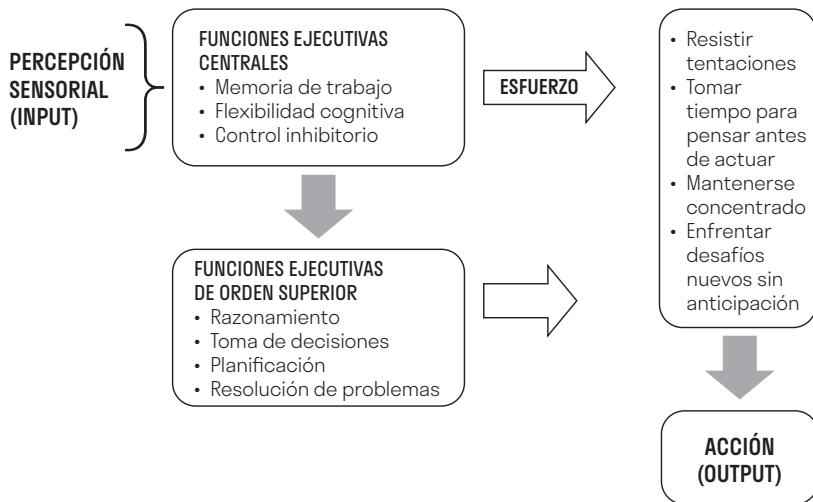


Figura 15. Las funciones ejecutivas requieren esfuerzo y se activan cuando acciones automáticas, instintivas o intuitivas, no son aconsejables, o son insuficientes o imposibles. Es más fácil actuar impulsivamente y ceder a tentaciones, por eso estas funciones son tan importantes.

Bases neurobiológicas de las funciones ejecutivas

Estudios realizados sobre las funciones cognitivas tras lesiones de determinadas partes del cerebro, así como neuroimágenes funcionales obtenidas durante la realización de determinadas tareas, coinciden en señalar a la corteza prefrontal como la región clave en donde reside la capacidad para que surjan y se desarrollen las funciones ejecutivas. La corteza prefrontal es la gran corteza de asociación del lóbulo frontal, que atiende a los aspectos ejecutivos del aprendizaje, en especial la organización temporal de acciones asociadas a la conducta, el lenguaje y el razonamiento (Fuster, 2014). Esta corteza ejecutiva se desarrolla al máximo en el cerebro humano donde ocupa casi una tercera parte de toda la neocorteza. Puesto que la corteza prefrontal es la que se desarrolla más tardíamente

y no alcanza su pleno crecimiento y mielinización hasta la adultez, es lógico que las funciones a las que atiende vayan desarrollándose progresivamente a lo largo del tiempo.

¿Cómo ayudar a nuestros estudiantes a desarrollar sus funciones ejecutivas?

Los niños no nacen con las funciones ejecutivas desarrolladas y en la adolescencia la corteza prefrontal está “en construcción”, por lo tanto, lo que sí podemos asegurar es que todas las personas neurotípicas nacemos con el potencial para desarrollarlas. Si los niños y adolescentes no comprenden lo que necesitan en sus relaciones con los adultos, pares o ambiente, o lo que es peor, si esas influencias son fuentes de estrés, el desarrollo de sus habilidades se ve seriamente retrasado o es muy distinto al desarrollo de otros niños que están rodeados de un contexto social y físico enriquecido y amigable. Los docentes podemos apoyar a los estudiantes en la potenciación de estas funciones, también es muy importante que esto se haga en los hogares y dentro de la sociedad en general.

Algunas estrategias que ayudan al desarrollo de las funciones ejecutivas, tanto en la escuela como en el hogar, son:

- Establecer rutinas dentro del aula.
- Modelar el buen comportamiento social.
- Crear y mantener relaciones de confianza y apoyo entre pares, y entre docentes y estudiantes.
- Generar actividades en donde los estudiantes involucren el juego creativo y las conexiones sociales con otros.
- Enseñar técnicas de cómo manejar el estrés.
- Impulsarlos y darles instancias de aprendizaje en donde desarrollen su autonomía.

Adele Diamond (2014), una de las pioneras en el campo de la neurociencia cognitiva del desarrollo, sugiere que las tareas que provocan la mayor mejora de las funciones ejecutivas son aquellas que las trabajan de forma indirecta, incidiendo en aquello que las perjudica —como el estrés, la tristeza, la soledad o una mala salud— provocando mayor felicidad, vitalidad física y un sentido de pertenencia al grupo. Si para un buen funcionamiento ejecutivo lo más importante es fomentar el

bienestar emocional, social o físico, el aprendizaje de niños, niñas y adolescentes tiene que estar vinculado al juego, el movimiento, las artes o la cooperación.

Estrategias didácticas relativas a las funciones ejecutivas

a) Aprendizaje multimodal: incluye todas aquellas estrategias que involucren la utilización de múltiples modalidades sensoriales y motoras para la creación de significado por parte de nuestros estudiantes. Lo ideal desde la evidencia neurocientífica es trabajar, en lo posible, con todos los sentidos y con el movimiento en nuestras clases, ya que así se activan más áreas del cerebro a la vez, y el aprendizaje pasa a la memoria a largo plazo de forma más eficiente (Sousa, 2011).

Algunas estrategias asociadas a este tipo de aprendizaje son:

- **Juegos de cartas o de mesa:** son excelentes para desafiar la atención y tomar decisiones rápidas en niños pequeños y adolescentes, cualquier juego que implique una estrategia proporciona una práctica importante para las funciones ejecutivas centrales, el ajedrez, por ejemplo, es un juego de estrategia en donde el reconocimiento de sus reglas, su aplicación correcta y la flexibilidad cognitiva al momento de decidir tu movimiento en el tablero, son claves para ganar. Los docentes pueden crear los juegos para los niños más pequeños si así lo requieren, incluso ellos mismos podrían realizar uno, para luego intercambiarlos con otros grupos del curso, sobre todo en el caso de estudiantes adolescentes.
- **Actividades físicas:** los deportes organizados son otra estrategia útil ya que ayudan a los estudiantes a mantener las reglas en mente y estrategias complicadas, monitorear sus acciones y la de los demás, tomar decisiones rápidas y responder en relación a su rol dentro del equipo. Existe evidencia de que altos niveles de actividad física que requiera coordinación, pueden mejorar aspectos de las funciones ejecutivas, por lo que incluir la danza, la música y el movimiento en nuestras clases son un gran aporte. Más adelante profundizaremos en este aspecto.

- Rompecabezas: los rompecabezas y puzles son desafíos completos para practicar la memoria de trabajo, los cubos Rubik por ejemplo, requieren además que los niños sean flexibles. Los crucigramas se basan en el uso de letras y palabras utilizando memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva; los sudokus hacen su parte, pero con números.

b) Habilidades metacognitivas: con el desarrollo de estas habilidades se busca conseguir que los estudiantes sean capaces de utilizar hábilmente su conocimiento, de forma que lo utilice en la resolución de tareas y para la mejora de su propio aprendizaje. Una de las formas más útiles para trabajar la metacognición en el aula es mediante el ejercicio y la práctica de objetivos metacognitivos y, sobre todo, aprovechado las situaciones naturales que nos brinda la clase y los procesos que se viven en ellas. Para lograr este último objetivo es importante tener en cuenta las habilidades metacognitivas que son principalmente:

Tabla 3. Habilidades metacognitivas (Allueva, 2002)

HABILIDAD METACOGNITIVA	DESCRIPCIÓN	INTERROGANTES
Planificación	La planificación previa parece ser un factor determinante a la hora de obtener resultados más satisfactorios en la realización de tareas.	¿Qué necesito para realizar la tarea? ¿Cuento con los conocimientos necesarios? ¿Cómo organizaré el tiempo?
Predicción	Poder predecir si seremos capaces de resolver un problema, si seremos capaces de superar una oposición, si tenemos los conocimientos necesarios, etc.	¿Qué obstáculos se me pueden presentar? ¿Con qué elementos cuento para sortear los problemas?
Regulación	Ser capaces de regular nuestros propios recursos cognitivos, utilizando las estrategias apropiadas y con la profusión necesaria.	¿Qué estrategias utilizaré? ¿Voy bien encaminada(o)? ¿Necesito apoyo externo?

HABILIDAD METACOGNITIVA	DESCRIPCIÓN	INTERROGANTES
Control	Se asocian a la comprensión, controlar cuando algo no se ha comprendido y que es lo que se debe hacer para comprenderlo. Es importante controlar el compromiso, actitudes y atención.	¿Estoy comprometido(a) o motivado(a) con la tarea? ¿Estoy dando mi máximo esfuerzo? ¿Estoy atento(a) a los cambios o necesidades que surgen en el proceso?
Verificación	Es la medida que se es capaz para evaluar los conocimientos adquiridos, las aptitudes y las limitaciones hacia una tarea cognitiva en concreto.	¿Necesito estudiar más o domino el tema? ¿Logré los objetivos propuestos? ¿Mi producto cumple con lo solicitado?

Para desarrollar en nuestros estudiantes habilidades metacognitivas destacan algunos recursos didácticos como, por ejemplo:

- **Ticket de salida:** el ticket de salida o boleto de salida es una estrategia de evaluación formativa que permite a los docentes recoger respuestas de sus estudiantes antes de que termine la clase. El objetivo es analizar dichas respuestas para hacer una revisión objetiva de la comprensión que hubo de la materia. Esto permite a los alumnos entender qué se espera de su trabajo a lo largo de la sesión, y a los profesores, hacer diagnósticos y tomar medidas para modificar estrategias y abordar los contenidos de la clase siguiente. Para que los tickets o boletos sean efectivos deben ser rápidos. Esto significa que no deberían tener más de tres preguntas pues el objetivo es recoger ideas concretas sobre aquello que los alumnos comprendieron o sobre lo que tienen dudas.
- **Diario de aprendizaje:** el diario ofrece al alumno la oportunidad de expresar sus opiniones sobre aspectos implicados en su proceso de aprendizaje como, por ejemplo, los contenidos del programa, los materiales didácticos, la organización del aula, el tratamiento del error, el método o el estilo de enseñanza. Su uso contribuye de forma especialmente significativa al desarrollo de la autonomía y de la capacidad de aprender a aprender del alumno y, si bien puede ser revisado periódicamente por el profesor, no es en ningún caso objeto de evaluación.

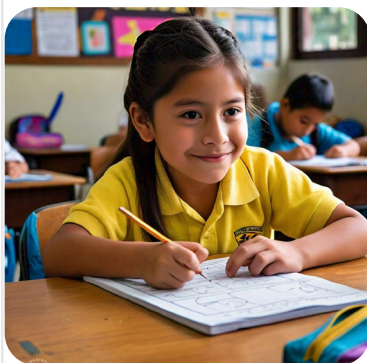
- Cuadros metacognitivos: son esquemas o tablas que permiten a los estudiantes evaluar su propio proceso de aprendizaje y los resultados obtenidos en pruebas, trabajos o exposiciones. En estos cuadros los estudiantes completan las fortalezas, debilidades y cómo pueden mejorar, con respecto a los procesos de aprendizaje vividos y al nivel de desempeño obtenido. Una de las ventajas de estos cuadros es que se pueden realizar durante el proceso y cuando este termina, con el objetivo de compararlos y hacerse más conscientes de su trabajo, compromiso y nivel de atención prestado.
- Preguntas metacognitivas: son interrogantes que tanto el docente como los estudiantes se pueden realizar antes, durante o después de una experiencia de aprendizaje. El profesor(a) puede ir realizando preguntas mientras imparte una clase y mientras sus estudiantes trabajan, con el objetivo de ir monitoreando los procesos cognitivos vivenciados en el desarrollo de la tarea.

c) **Estrategias según edad:** a continuación, se entregan estrategias para ayudar al desarrollo de las funciones ejecutivas de nuestros estudiantes según rangos de edad, estas estrategias fueron recopiladas, traducidas y adaptadas del trabajo realizado por el Centro de desarrollo infantil de la Universidad de Harvard titulado “Enhancing and practicing executive function skills with children from infancy to adolescence” (2014):

ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR FUNCIONES EJECUTIVAS NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS

La función ejecutiva y las habilidades de autorregulación de los niños se desarrollan a un ritmo acelerado durante este período.

Los niños más pequeños necesitan mucho apoyo para aprender las reglas y estructuras, mientras que los niños mayores pueden ser más independientes. En última instancia, el objetivo es alejar a los niños de la regulación de adultos, de modo que cuando el niño parezca listo, intente reducir el apoyo que le brindamos.



Juego simbólico

Durante el juego imaginario intencional, los niños desarrollan reglas para guiar sus acciones en el desempeño de roles. También tienen en mente ideas complejas y configuran sus acciones para seguir estas reglas, inhibiendo los impulsos o acciones que no se ajustan al “papel”. Los jugadores a menudo toman ideas de sus propias vidas, como ir al médico. Podrían actuar “enfermos”, ser examinados por el médico y recibir una inyección. El “médico” habla y actúa como un médico (tranquilo y tranquilizador), el “niño enfermo” habla y actúa como un niño enfermo (triste y asustado), y el niño en el papel de “padre” habla y actúa como un preocupado padre (preocupado y cariñoso). Mientras que los niños más pequeños tienden a jugar solos o en paralelo, los niños en este rango de edad están aprendiendo a jugar cooperativamente y, a menudo, regulan el comportamiento de los demás, un paso importante en el desarrollo de la autorregulación.

Formas de apoyar el juego simbólico

- Lee libros, haz excursiones y usa videos para asegurarte de que los niños sepan lo suficiente sobre el escenario y los roles para apoyar el juego de simulación.
- Proporciona un conjunto variado de accesorios y juguetes. Para incentivar este tipo de juego, los niños en edad preescolar más pequeños pueden necesitar accesorios más realistas para comenzar el juego (por ejemplo, kits médicos de juguete), mientras que los niños mayores pueden reutilizar otras cosas para convertirlos en accesorios de juego (por ejemplo, un tubo de toalla de papel que se usa como molde para un “brazo roto”). La reutilización de objetos familiares de una manera nueva también hace practicar la flexibilidad cognitiva.
- Permite que los niños hagan sus propios accesorios de juego. Los niños deben determinar lo que se necesita, tener esta información en mente y luego seguir sin distraerse. También ejercen atención selectiva, memoria de trabajo y planificación. Si los planes originales no funcionan, los niños deben ajustar sus ideas y volver a intentarlo, desafiando su flexibilidad cognitiva.
- Los planes de juego pueden ser una buena forma de organizarlo. Los niños deciden quiénes van a ser y qué van a hacer antes de comenzar a jugar, y luego dibujan su plan en un papel. La planificación significa que los niños piensan primero y luego actúan, practicando así el control inhibitorio. El juego de planificación en grupo también alienta a los niños a planificar juntos, tener estos planes en mente y aplicarlos durante la actividad. Fomenta la resolución de problemas sociales, así como el lenguaje oral.

Cuentacuentos

A los niños les encanta contar historias. Sus primeros cuentos tienden a ser una serie de eventos, cada uno relacionado con el anterior, pero sin una estructura clara. Con la práctica, los niños desarrollan historia más complejas y organizadas. A medida que crece la complejidad de la

narración, los niños practican la retención y manipulación de información en la memoria de trabajo.

Formas de apoyar la narración de los niños

- Anima a los niños a contar historias y escribirlas para leerlas con ellos. Los niños también pueden hacer fotos y crear sus propios libros. Revisar la historia, ya sea revisando imágenes o palabras, apoya una organización más intencional y una mayor elaboración de ideas.
- Contar historias de grupo. Un niño comienza la historia y cada persona del grupo le agrega algo. Los niños deben prestarse atención mutuamente, reflexionar sobre los posibles giros de la trama y adaptar sus ideas para que encajen en la trama, desafiando su atención, memoria de trabajo y autocontrol.
- Haga que los niños representen cuentos que han escrito. La historia proporciona una estructura que guía las acciones de los niños y les exige que asistan a la historia y la sigan, a la vez que inhiben su impulso para crear una nueva trama.
- Las familias bilingües pueden contar historias en su lengua materna. Las investigaciones indican que el bilingüismo puede beneficiar una variedad de habilidades de función ejecutiva en niños de todas las edades, por lo que es valioso fomentar la fluidez en un segundo idioma (Bialistok et al., 2004).

Desafíos del movimiento: canciones y juegos

Las demandas de las canciones y los juegos de movimiento son compatibles con la función ejecutiva porque los niños tienen que moverse a un ritmo específico y sincronizar las palabras con las acciones y la música. Todas estas tareas contribuyen al control inhibitorio y la memoria de trabajo. Es importante que estas canciones y juegos se vuelvan cada vez más complejos para interesar y desafiar a los niños a medida que desarrollan más habilidades de autorregulación.

- Brinda muchas oportunidades para que los niños se prueben físicamente a través del acceso a materiales como estructuras para escalar, barras de equilibrio, balancines, etc. Planteando desafíos para los niños, como carreras de obstáculos y juegos que fomentan movimientos complejos (saltar, balancear). Cuando los niños intentan actividades nuevas y difíciles necesitan enfocar la atención, monitorear y ajustar sus acciones, y persistir para alcanzar una meta.
- Fomenta el control de la atención a través de actividades más tranquilas que requieran que los niños reduzcan la estimulación y enfoquen la atención, como el uso de una barra de equilibrio o posturas de yoga que incluyan la respiración lenta y consciente.
- Toca algo de música y haz que los niños bailen muy rápido, luego lentamente. Congelar también es divertido, y se puede hacer más difícil pidiéndole a los niños que se congelen en determinadas posiciones (se pueden usar imágenes de figuras de palo para dirigir a los niños). Cuando la música se detiene, los niños deben inhibir la acción y cambiar su atención a la imagen para imitar la forma representada.

Juegos y otras actividades

- Las actividades de emparejamiento y clasificación siguen siendo divertidas, pero ahora se puede pedir a los niños que clasifiquen según diferentes reglas, promoviendo la flexibilidad cognitiva. Los niños primero pueden clasificar o combinar una regla (por ejemplo, por color), y luego cambiar a una nueva regla (por ejemplo, por forma). Una buena idea es un juego de bingo o lotería, en el que los niños tengan que marcar una tarjeta con el opuesto de lo que dice el líder (por ejemplo, para el “día”, ubicando una ficha en una imagen nocturna). Los niños tienen que inhibir la tendencia a marcar la imagen que coincide, al mismo tiempo que recuerdan la regla del juego.
- Cocinar también es muy divertido para los niños pequeños. Practican la inhibición cuando esperan instrucciones, trabajan la memoria mientras tienen en mente instrucciones complicadas y prestan atención cuando miden y cuentan.

ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR FUNCIONES EJECUTIVAS NIÑOS DE 5 A 7 AÑOS

Los juegos pueden ejercer la función ejecutiva y las habilidades de autorregulación de los niños, y permitirles practicar estas habilidades de diferentes maneras. A esta edad los niños comienzan a disfrutar de los juegos que tienen reglas, pero lo hacen con diferentes niveles de interés y habilidad. Dado que un aspecto importante del desarrollo de estas habilidades es tener un desafío constante, es importante elegir juegos que sean exigentes, pero no demasiado difíciles para cada niño.

A medida que los jugadores infantiles se familiaricen con estos juegos, intenta disminuir el rol de adulto lo antes posible. El desafío es mayor para los niños si recuerdan y hacen cumplir las reglas de manera independiente. Solo prepárate con algunas técnicas para negociar el conflicto. Lanzar una moneda o sacar un palo de helado son algunos de los métodos útiles.



Juegos de cartas y juegos de mesa

- Los juegos que requieren que los participantes recuerden la ubicación de tarjetas particulares son excelentes para ejercitar la memoria de trabajo (juego de pares).
- Los juegos que requieren respuestas rápidas y monitoreo también son excelentes para desafiar la atención y la inhibición (UNO, cartas con sílabas que forman palabras).

- Cualquier juego de mesa que implique alguna estrategia brinda oportunidades importantes para hacer y tener en mente un plan para varios movimientos futuros, considerar las diferentes reglas que gobiernan las diferentes piezas y ajustar la estrategia en respuesta a los movimientos de los oponentes. A través de la estrategia, la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad de un niño deben trabajar juntos para apoyar el juego efectivo y basado en el plan (damas, damas chinas, ludo, catan, etc.).

Actividades físicas / juegos

- Los juegos que requieren atención y respuestas rápidas ayudan a los niños a practicar la atención y la inhibición. Podrías incluir juegos como “el congelado”, sillas musicales, luz roja-luz verde, entre otros.
- Los juegos de pelota que se mueven rápidamente, como “las quemaditas”, “las naciones”, requieren un monitoreo constante, el cumplimiento de las reglas, la toma rápida de decisiones y el autocontrol.
- “Simón dice” es otro gran juego para la atención, la inhibición y la flexibilidad cognitiva, ya que el niño tiene que rastrear qué regla aplicar y cambiar de acción, según corresponda.
- Los niños ya tienen edad suficiente para disfrutar de actividades físicas estructuradas, como los deportes organizados. Se ha demostrado que los juegos que requieren coordinación y proporcionan ejercicio aeróbico, como el fútbol, apoyan mejores habilidades de atención. Las actividades físicas que combinan la atención plena y el movimiento, como el yoga y el taekwondo, también ayudan a los niños a desarrollar su capacidad para enfocar la atención y controlar las acciones.

Juegos de movimiento / canciones

- Juegos de imitación, en la que la persona que imita debe tener en cuenta las acciones del modelo, recurrir a la memoria de trabajo (“monito mayor”).
- Las canciones que se repiten y se agregan a las secciones anteriores (ya sea a través de palabras o movimientos) también cuestionan la memoria de trabajo (“sal de ahí chivita chivita”).
- Los ritmos de aplausos complicados también practican la memoria de trabajo, la inhibición y la flexibilidad cognitiva, y han sido populares entre generaciones de niños en muchas culturas.

Actividades que requieren estrategia y reflexión

- Los niños se vuelven cada vez más independientes a esta edad, y los libros de acertijos que incluyen laberintos, palabras simples, juegos de combinaciones, etc., ejercitan la atención y las habilidades de resolución de problemas (que requieren memoria operativa y flexibilidad cognitiva).
- Los juegos de lógica y razonamiento, en los que las reglas sobre lo que es posible deben aplicarse para resolver rompecabezas, comienzan a ser interesantes y ofrecen grandes desafíos de memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva.
- Los juegos de adivinanzas también son populares y requieren que los jugadores usen la memoria de trabajo y el pensamiento flexible para tener en cuenta las respuestas anteriores mientras desarrollan y descartan teorías potenciales.

ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR FUNCIONES EJECUTIVAS NIÑOS DE 7 A 12 AÑOS

Los juegos ofrecen desafíos y prácticas para la función ejecutiva y las habilidades de autorregulación entre los niños en edad escolar. Para los niños en este rango de edad, es importante aumentar constantemente la complejidad de los juegos y actividades, además de limitar el rol del adulto a tutor o apoyo en caso de necesitarlo.



Juegos de cartas y juegos de mesa

- Los juegos de cartas en los que los niños deben hacer un seguimiento de los naipes ejercitan la memoria de trabajo y promueven la flexibilidad mental al servicio de la planificación y la estrategia.
- Los juegos que requieren monitoreo y respuestas rápidas son excelentes para la atención desafiante y la toma rápida de decisiones en los niños de esta edad.
- Para los niños más pequeños, los juegos de cartas que requieren un emparejamiento por pinta o número continúan probando la flexibilidad cognitiva. Los juegos con conjuntos de opciones más complicados, como el póker, pueden desafiar a los niños mayores.
- Cualquier juego que implique una estrategia proporciona una práctica importante, teniendo en mente movimientos complicados, planeando muchos movimientos por delante y luego ajustando los planes, tanto en respuesta a los resultados imaginados como en los movimientos de los oponentes. Con la práctica, los niños pueden desarrollar habilidades reales en juegos clásicos de estrategia como

el ajedrez, mientras desafían la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva.

- Los niños de esta edad también disfrutan de juegos más complejos que involucran juegos de fantasía, que requieren tener en la memoria de trabajo información complicada sobre lugares visitados en mundos imaginarios, reglas sobre cómo se pueden usar los personajes y los materiales, y estrategias para alcanzar objetivos autodeterminados. Minecraft es un popular juego de computadora de este tipo, mientras que Mitos y Leyendas es uno de los favoritos de las cartas.

Actividades físicas

- Los deportes organizados se vuelven muy populares para muchos niños durante este período. Desarrollar habilidades en estos juegos practica la habilidad de los niños de tener en cuenta reglas y estrategias complicadas, monitorear sus propias acciones y las de los demás, tomar decisiones rápidas y responder con flexibilidad al juego. También hay evidencia de que los altos niveles de actividad física, particularmente la actividad que requiere coordinación, como el fútbol, pueden mejorar todos los aspectos de la función ejecutiva.
- Varios juegos de saltar la cuerda también se vuelven populares entre los niños de esta edad. Los niños pueden llegar a ser muy hábiles en saltar la cuerda. Desarrollar habilidades en estos juegos requiere práctica enfocada, así como el control de la atención y la memoria de trabajo para recordar las palabras del canto mientras se atienden los movimientos.

Música, canto y baile

- Aprender a tocar un instrumento musical ayuda a desarrollar la atención selectiva y autocontrol. Además de la habilidad física requerida, esta actividad desafía la memoria de trabajo para mantener la música en mente. También hay alguna evidencia que la práctica de la coordinación a dos manos aporta a una mejor función ejecutiva.

- Aunque los niños aprendan o no un instrumento, o solo participen en su clase de música, siguen requiriendo aprender patrones rítmicos, particularmente cuando la improvisación está involucrada (por ejemplo, aplausos o tambores). Esto puede desafiar su coordinación, memoria de trabajo, atención, flexibilidad cognitiva, e inhibición.
- Cantar en partes y rondas, como se hace en grupos de canto de niños, es también un reto divertido, ya que requiere una coordinación similar, memoria de trabajo, seguimiento y atención selectiva. A medida que crecen las habilidades musicales de los niños, los adultos pueden presentarles con un aumento constante de desafíos.
- Bailar también ofrece muchas oportunidades para desarrollar la atención, el autocontrol y la memoria de trabajo, ya que los bailarines deben retener la coreografía en su mente y coordinar sus movimientos con la música.

Rompecabezas

Requieren retener información en la memoria de trabajo para ser realizados, lo que puede significar un gran desafío.

- Los crucigramas están disponibles para todas las habilidades según niveles de dificultad, estos ayudan a desarrollar la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva.
- El sudoku proporciona un desafío similar, pero trabaja con números y ecuaciones en lugar de letras y palabras.
- Los rompecabezas espaciales clásicos como el cubo Rubik, exigen que los niños sean mentalmente flexibles y consideren la información espacial al diseñar posibles soluciones.

ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR FUNCIONES EJECUTIVAS ADOLESCENTES DE 12 A 17 AÑOS

Durante la adolescencia, las funciones ejecutivas aún no están en los niveles de adultos, pero las exigencias de estas habilidades a menudo sí lo son. Los adolescentes necesitan comunicarse efectivamente en múltiples contextos, administrar sus propias tareas escolares y extracurriculares, y completar con éxito proyectos más abstractos y complicados. Aquí hay algunas sugerencias para ayudar a los adolescentes a practicar una mejor autorregulación a lo largo de los desafíos que enfrentan.



Establecimiento de objetivos, planificación y monitoreo

La autorregulación es necesaria en cualquier actividad dirigida a una meta, la identificación de objetivos, la planificación, el seguimiento del progreso y el ajuste del comportamiento son habilidades importantes para la práctica.

- Para enfocar el proceso de planificación, alienta a los adolescentes a identificar algo específico que quieran lograr, lo más importante es que las metas sean significativas para el adolescente y no establecidas por otros. Para algunos adolescentes, la planificación del proceso para entrar a la universidad puede ser motivante, pero para otros, la planificación de un evento social puede ser más importante. Es bueno que comiencen con algo bastante simple y alcanzable, como obtener una licencia de conducir o ahorrar dinero para comprar una computadora, antes de pasar a objetivos a más largo plazo, como comprar un automóvil o entrar a una carrera universitaria.

- Ayuda a los adolescentes a desarrollar planes acción divididos en pasos para alcanzar estos objetivos. Deben identificar objetivos a corto y largo plazo y pensar qué se debe hacer para lograrlos. Por ejemplo: si los adolescentes quieren que su equipo de fútbol gane el campeonato, ¿qué habilidades necesitan aprender?, ¿cómo podrían practicarlos? Identifique algunos problemas que puedan surgir y anime al adolescente a planificar por adelantado.
- Asumir grandes problemas sociales, como la falta de vivienda, la violencia doméstica o el acoso escolar puede ser atractivo y abrumador para los adolescentes. Visitar páginas web sobre voluntariado pueden ayudar a identificar acciones concretas.
- Recuerda a los adolescentes que deben monitorear periódicamente su comportamiento y considerar si están haciendo lo que planearon y si estos planes están logrando los objetivos que identificaron. ¿Esto es parte del plan? Si no, ¿por qué lo estoy haciendo? ¿Ha cambiado algo? El monitoreo de esta manera puede identificar acciones contraproducentes habituales e impulsivas y mantener la atención enfocada y el control consciente.

Herramientas para autocontrol

- El diálogo interno es una forma poderosa de traer pensamientos y acciones a la conciencia. Los ejemplos incluyen hacer que los adolescentes hablen a sí mismos, a través de los pasos de una actividad difícil o, hacer una pausa periódica para una narración de lo que está sucediendo. Cuando surgen ocasiones que provocan fuertes emociones negativas o sentimientos de fracaso, el diálogo personal puede ayudar a los adolescentes a identificar patrones de pensamiento y comportamiento potencialmente problemáticos.
- Fomentar el diálogo interno que se centra en el crecimiento. Ayude a los adolescentes a reconocer que una experiencia, particularmente un fracaso, puede ofrecer lecciones y no necesita ser interpretado como un juicio final sobre las habilidades de uno. Por ejemplo, cuando un equipo deportivo pierde un juego, ayuda a un miembro del equipo desanimado a considerar qué salió mal y qué podría hacer

para mejorar la próxima vez, en lugar de simplemente decidir que el equipo carece de habilidades.

- Ayuda a los adolescentes a tener en cuenta las interrupciones (especialmente de las comunicaciones electrónicas, como el correo electrónico y los teléfonos celulares). La multitarea puede sentirse bien, pero hay pruebas sólidas de que afecta la atención e impide el rendimiento, ya que no te puedes enfocar en dos tareas cognitivas a la vez. Si dos (o más) tareas compiten por la atención, discuta las formas de priorizar y secuenciar.
- Escribir un diario personal puede fomentar la autorreflexión al proporcionar a los adolescentes un medio para explorar pensamientos, sentimientos, acciones, creencias y decisiones. Hay muchas formas de abordar el diario, pero todas fomentan la autoconciencia, la reflexión y la planificación.

Ocupaciones

Hay muchas actividades que los adolescentes pueden disfrutar que se basan en una variedad de habilidades de autorregulación. La clave es un enfoque en la mejora continua y el desafío creciente. A continuación, algunos ejemplos:

- Deportes: la atención enfocada y el desarrollo de habilidades inherentes a los deportes competitivos se basan en la capacidad de monitorear las acciones propias y de los demás, tomar decisiones rápidas y responder con flexibilidad al juego. La actividad aeróbica continua y desafiante también puede mejorar la función ejecutiva.
- Yoga y meditación: las actividades que apoyan un estado de atención plena, o una conciencia sin prejuicios de las experiencias de momento a momento, pueden ayudar a los adolescentes a desarrollar una atención sostenida, reducir el estrés y promover una toma de decisiones y un comportamiento menos reactivos y más reflexivos.
- Música: la memoria de trabajo, la atención selectiva, la flexibilidad cognitiva y la inhibición son desafiadas al desarrollar habilidades

para tocar un instrumento musical, cantar o bailar, particularmente cuando se trata de piezas complicadas que involucran múltiples partes, ritmos sofisticados e improvisación.

- Teatro: una actuación está cuidadosamente coreografiada y requiere que todos los participantes, en el escenario y detrás del escenario, recuerden sus trabajos, atiendan sus horarios y manejen su comportamiento. Para los actores, el aprendizaje de las líneas y acciones de un rol se basa en gran medida en la atención y la memoria de trabajo.
- Juegos de estrategia y rompecabezas lógicos: juegos clásicos como el ajedrez, así como programas de entrenamiento basados en computadora, ejercicios relacionados con la memoria de trabajo, la planificación y la atención. Los juegos de computadora también pueden ser valiosos, siempre y cuando se establezcan y observen límites de tiempo. Los juegos que requieren un monitoreo constante del entorno y tiempos de reacción rápidos desafían la atención selectiva, el monitoreo y la inhibición. El hecho de moverse a través de complicados mundos imaginarios, como los que se encuentran en muchos juegos de computadora, también desafía la memoria de trabajo.

Habilidades de estudio

En la escuela, se espera que los adolescentes sean cada vez más independientes y organizados en su trabajo. Estas expectativas pueden suponer una gran carga para todos los aspectos de la función ejecutiva. Las habilidades básicas de organización pueden ser muy útiles en este sentido. La siguiente lista puede servir como una guía para que los adolescentes la usen:

- Divida un proyecto en partes manejables.
- Identifique los planes razonables (con líneas de tiempo) para completar cada pieza. Asegúrese de que todos los pasos se hayan identificado explícitamente y de que se reconozca y celebre la finalización de cada paso.

- Autocontrol mientras se trabaja. Configure un temporizador para que se apague periódicamente como un recordatorio para verificar si uno está prestando atención y comprensión. Cuando no entiendes, ¿cuál podría ser el problema? ¿Hay palabras que no sabes? ¿Sabes cuáles son las direcciones? ¿Hay alguien a quien puedas pedir ayuda? ¿Te ayudaría volver a mirar tus notas? Si has dejado de prestar atención, ¿qué te distrajo? ¿Qué podrías hacer para reenfocar? Identifique los tiempos clave para autocontrol (por ejemplo, antes de entregar una tarea, al salir de la casa, etc.).
- Esté atento a los momentos críticos para la atención enfocada. Identifica maneras de reducir las distracciones (por ejemplo, apagar los componentes electrónicos, encontrar una habitación tranquila).
- Impulsa a tus estudiantes a mantener un calendario de los plazos de proyectos y los pasos que debe seguir a lo largo del camino.
- Después de completar una tarea, impulsa a tus estudiantes a que reflexionen sobre qué funcionó y qué no funcionó bien. Es muy oportuno que desarrolle una lista de cosas que hayan apoyado la atención enfocada y sostenida, así como una buena organización, memoria y finalización del proyecto.
- Ayuda a que tus estudiantes piensen en lo que se aprendieron de las tareas que no se completaron bien. ¿Se debió esto a la falta de información, a la necesidad de mejorar ciertas habilidades, a la mala gestión del tiempo, etc.? ¿Qué harías diferente la próxima vez?

CAPÍTULO VI

Condiciones óptimas para el aprendizaje

En este capítulo analizaremos diversas condiciones que permiten un aprendizaje óptimo en relación a nuestro desarrollo como seres humanos. Para optimizar las capacidades de tu cerebro y las de tus estudiantes depende mucho de las decisiones que tomes y las acciones que realices. A continuación desarrollaré cada una de las condiciones para lograr un aprendizaje profundo. El objetivo de que las analicemos es que las incorpores en tu quehacer pedagógico de manera consciente para lograr optimizar el aprendizaje de tus estudiantes.

Sentido y significado

Me gustaría que recuerdes cuando eras estudiante en tu etapa escolar, ¿cuántas veces te preguntaste por qué tengo que aprender esto? Y esto se debe a que, si el propósito del cerebro es sobrevivir en el mundo, cuando no ves cuál es la vinculación entre el contenido que debes aprender y tu vida, siempre surgirá esta pregunta.

La probabilidad de que la información quede almacenada en el cerebro varía según el grado de sentido y significado que posea esta para el individuo. Imágenes cerebrales y otros estudios han demostrado que cuando el nuevo aprendizaje es fácilmente comprensible, es decir, tiene sentido; y además puede ser conectado a experiencias o conocimientos previos, es decir, es significativo, se genera una mayor actividad cerebral seguida de una mejora en la retención de la información (Sousa, 2017).

Quizás te ha pasado mientras participas en algún juego de conocimientos generales como trivias, que sabes respuestas a preguntas pero no recuerdas dónde lo aprendiste, esto se debe a que en algún momento lo escuchaste en tu vida, fue lógico o tenía sentido, y ahora solo lo recuperaste de tu memoria. Pero ¿era una información significativa para ti?,

te aseguro que no, porque tuviste que jugar para poder recordarla, y ni siquiera recuerdas cómo lo sabes o dónde lo aprendiste. Con esto quiero explicarte que lo que tiene sentido, no necesariamente es significativo para nosotros.

Si lo que aprendes y enseñas tiene sentido, significa que es una información comprensible, lógica y te parece clara, a diario recibimos mucha información y estímulos del exterior y puede que todo sea entendible, pero al día siguiente quizás no recuerdes toda la información, esto se debe a la curva del olvido, aquella que vimos en el capítulo sobre la memoria, pero también a que mucha de la información que recibimos no es significativa para nosotros.

Para que lo que intentas enseñar no solo tenga sentido sino que también sea significativo, es importante que te preguntes ¿qué relación tiene con la vida de mis estudiantes?, ¿qué saben sobre el tema?, ¿qué me gustaría aprender? Si la información o materia que te interesa enseñar no es algo que los motive, sería prudente tratar de responder estas preguntas para lograr generar un vínculo con dicha información. Como hemos analizado en el libro, la motivación por el aprendizaje es clave para la atención y retención de la información.

Algunas estrategias que podrían apoyar que tus estudiantes reconozcan el sentido y significado de lo que quieres enseñar:

- a) **Salidas a terreno:** se transforman en experiencias de aprendizaje que hacen que lo que parece tan teórico a veces, se transforme en una información con mayor sentido o comprensible y además significativa, no solo por el hecho de estar en otro lugar y palpar el contenido, sino también por lo que se genera en las salidas entre los aprendices, es más dinámico y se recuerda más la información, por la carga emocional que esta tiene.
- b) **Creación de objetos manipulativos:** construyen modelos, realizan experimentos o trabajan en laboratorios, están empleando sus manos para conectar con el mundo. No es de extrañar que primero contemos con los dedos, necesitamos lo concreto para que se refuerce lo aprendido, y los aprendices mayores no son la excepción, solo se debe cambiar la complejidad de la tarea; si lo elaboras, lo manipulas, lo analizas de manera tangible; lo fijas en tu memoria porque es significativo, tú le diste vida.

- c) **Proyectos basados en el mundo real:** resolver problemas de la vida real fomentan un aprendizaje activo y disminuyen la pasividad de los aprendices, cuando resuelves algún problema teniendo en cuenta contenidos que estás conociendo, los perciben como algo importante para sus vidas.
- d) **Recuperar conocimientos previos:** el cerebro almacena nueva información mediante la identificación de los patrones que hay en ella. Mientras recibe material nuevo, el cerebro busca un bagaje en sus redes neuronales ya establecidas en donde pueda encajar el nuevo conocimiento. Cualquier cosa que le sea familiar, como una información sensorial, una relación, un patrón, etc., servirá como una conexión con aquella información ya almacenada en el cerebro. Es por esto que es fundamental que reconozcan y reconozcas tus conocimientos previos, ya que estos son los cimientos para la construcción de nuevo conocimiento.

Curiosidad y novedad

Parte de nuestra existencia como especie humana se debe al persistente interés de nuestro cerebro por la novedad, asociada principalmente a los cambios que se producen en nuestro ambiente, el cerebro está constantemente “escaneando” nuestro entorno en busca de estímulos. Cuando emerge un estímulo inesperado una “descarga de adrenalina clausura toda actividad innecesaria y centra la atención del cerebro de modo que pueda estar preparado para la acción” (Sousa, 2014, p. 35). Al contrario, un ambiente que contenga principalmente estímulos predecibles o repetidos, hace que nuestra atención disminuya y se vuelque a la búsqueda de estímulos más llamativos.

A menudo escuchamos que los estudiantes aprenden de un modo totalmente distinto a como lo hacían antes, incluso nosotros que ya somos adultos, aprendíamos de otra manera. El cerebro de los niños y jóvenes actuales se está desarrollando en un entorno en constante cambio, este:

Ha reaccionado ante la tecnología cambiando su funcionamiento y su organización para acomodarse al enorme conjunto de estímulos que se dan en su entorno. Aclimatándose a estos cambios, el cerebro reacciona,

hoy más que nunca, ante lo único y lo diferente; aquello que hemos calificado de novedad (Sousa, 2014, p. 30).

Los estudiantes están rodeados de medios de comunicación y de información proveniente de las más múltiples fuentes. De hecho, un estudio realizado en el año 2010, arrojó que los estudiantes de entre 8 y 18 años invierten como mínimo siete horas de su día en el uso de medios digitales (Sousa, 2014). El entorno multimedia divide su atención, lo que hace que su focalización disminuya, es cosa de observar un noticiero en donde la pantalla está dividida en cuadros con diversos reporteros, aparecen textos con noticias de último minuto, en una esquina el tiempo, la hora, etc. Aun así, los niños se han acostumbrado a estos mensajes ricos en información y tan velozmente cambiantes, pero sus cerebros solo pueden concentrarse en una cosa a la vez. Por supuesto que podemos caminar y mascar chicle a la vez, pero lo que el cerebro no puede hacer es llevar adelante dos procesos cognitivos de forma simultánea, ya que “nuestra predisposición genética a la supervivencia dirige al cerebro para que se centre en un solo asunto a la vez y así determinar si es una amenaza” (Sousa, 2014, p. 33), lo que si puede hacer es saltar de una tarea a otra de manera secuencial.

Lo novedoso genera curiosidad, y para muchos neurocientíficos como Sousa o Mora, es clave para lograr la atención que tanto esperamos, pero parece tan escasa en nuestras aulas. Francisco Mora (2013) en su libro *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama* comenta:

Haz curioso e interesante lo que enseñas y verás que, hasta el más lento de tus alumnos, y en cualquier materia, aprende y memoriza bien. La curiosidad es como un ‘chispazo perceptor’. La curiosidad es esa característica innata del mamífero que le lleva a explorar... (p. 77).

La curiosidad, por lo tanto, es el mecanismo cerebral capaz de detectar lo diferente de la monotonía diaria del entorno, y con ello se presta atención a lo que sobresale; y si lo que sobresale es significativo para el estudiante, se aprende y se memoriza. Los circuitos cerebrales, que se activan ante aquellos estímulos que despiertan curiosidad, son aquellos que anticipan recompensas, por lo que residen en el sistema límbico e incluyen estructuras como la corteza prefrontal, el núcleo accumbens, la amígdala, el hipocampo, el hipotálamo, entre otras. Es interesante que

imágenes cerebrales asociadas a zonas que se encienden cuando un individuo aprende, son muy similares a cuando a un individuo le parece algo curioso o novedoso.

Algunas estrategias que ayudan a encender la curiosidad y que utilizadas con matices diferentes han sido empleadas por muchos docentes, desde la escuela hasta la universidad son (Mora, 2013):

1. Comenzar la clase con algo provocador, sea una frase, un dibujo, un pensamiento o algo que resulte chocante (guardando las proporciones).
2. Presentar un problema cotidiano que lleve a despertar al alumno al principio de la clase, luego hacerle preguntas al respecto.
3. Crear una atmósfera para el diálogo por parte de los estudiantes, para que estos se sientan a gusto y no cuestionados.
4. Dar el tiempo suficiente para que algún estudiante entregue y desarrolle un argumento, y se vea con ello motivado a encontrar la solución ante los demás, del problema que plantea.
5. En una clase, no preguntar sobre un problema, sino incentivar al alumno a plantear el problema de acuerdo a ideas que le sean entregadas por medio de imágenes, titulares de noticias, testimonios, etc.
6. Introducir durante el desarrollo de la clase elementos que impliquen incongruencias, contradicciones, novedad, sorpresa, complejidad, desconcierto e incertidumbre. Lo suficiente para que no genere ansiedad.

El emplear lo novedoso no significa que el profesor deba ser un humorista o que el aula se destaque por el desorden. Simplemente señala el empleo de un planteamiento didáctico variado que implique en mayor medida la actividad de los estudiantes. A continuación, se entregan algunas estrategias para incorporar el factor novedad en nuestras clases (Sousa, 2014):

- a) Sentido del humor: se derivan muchos beneficios de la utilización del humor en el aula, por ejemplo: provee más oxígeno al cerebro, y las neuronas necesitan de este y la glucosa como combustible. Cuando reímos este oxígeno pasa al torrente sanguíneo y aumenta la irrigación sanguínea al cerebro. También se libera endorfina, que estimula los lóbulos frontales, lo que aumenta la atención y su duración. Es excelente para bajar los niveles de estrés de nuestros estudiantes.

Iniciar la clase con algún chiste, una historia graciosa que nos haya ocurrido, que algún estudiante cuente un chiste apropiado o una historia graciosa; utilizar situaciones de la clase para que todos riamos, sin caer en el sarcasmo o en la burla hacia algún estudiante, son algunas técnicas útiles.

- b) **Movimiento:** cuando permanecemos sentados durante más de 20 minutos, nuestro flujo sanguíneo se estanca en el asiento y en nuestros pies. Levantándonos y moviéndonos, hacemos que esa sangre vuelva a circular. Los estudiantes están demasiado tiempo sentados, sobre todo en enseñanza media, por lo que realizar dinámicas y quiebres cognitivos haría que los estudiantes vuelvan a activarse y retomen la atención, por ejemplo: “Simón dice”, buscar cosas con colores específicos dentro de la sala, hacer movimientos o ejercicios de pie desde su puesto si son muchos estudiantes, etc.
- c) **Didáctica multisensorial:** los estudiantes de hoy están acostumbrados a un entorno multisensorial. Es más probable que le presten atención a algo si va acompañado de imágenes interesantes y coloridas, si incluye videos, si pueden interactuar con tecnología apropiada, si implica movimiento y si pueden hablar acerca de su aprendizaje.
- d) **Juegos y gamificación:** podrías hacer que los estudiantes inventen un juego que consista en adivinar algo o una actividad similar en la que se evalúen los unos a los otros tras la adquisición de un determinado contenido. Esta es una estrategia común en educación parvularia y básica, pero más relegada en enseñanza media. Además de ser divertida, tiene el valor añadido de hacer que los alumnos repasen y comprendan los conceptos para crear las preguntas y las respuestas del juego. Softwares, herramientas digitales y juegos de video avalados por especialistas pueden ayudar a incorporar lo lúdico en el aula.

Alimentación equilibrada

Las células cerebrales consumen oxígeno y glucosa como combustible. Cuanto más exigente sea la tarea cerebral, más combustible se consume. Además, es importante contar con una cantidad adecuada de dichas sustancias en el cerebro para que funcione de forma óptima. Una

cantidad baja de oxígeno y glucosa en la sangre puede producir letargo y somnolencia. Comer una porción moderada de alimentos que contengan glucosa, como frutas o verduras, pueden mejorar el rendimiento y la precisión en el trabajo, la memoria, la atención y la función motora, así como mejorar la memoria a largo plazo (Sousa, 2014).

El agua, que también es esencial para asegurar esa actividad cerebral saludable, es necesaria para el desplazamiento de las señales neuronales a través del cerebro. Además, el agua mantiene a los pulmones suficientemente húmedos como para permitir una transferencia eficiente de oxígeno hacia el flujo sanguíneo. Muchos aprendices no desayunan o no beben la suficiente agua necesaria para mantenerse en una larga jornada de clases o laboral, como las que tenemos en Latinoamérica. Tu cerebro es 73% agua, sin embargo, a medida que pierdes H_2O durante el transcurso del día es importante que sea reemplazada, incluso la disminución de un 1% la hidratación puede afectar tu capacidad de concentración y almacenamiento de información nueva en tu memoria. Una disminución del 2% más puede implicar dificultad de la resolución de problemas y la toma de decisiones, por lo tanto, debes mantener tus niveles de líquido al máximo, tomando agua regularmente pero sin exagerar (Sousa, 2017).

Las necesidades energéticas de nuestro cerebro son muy altas, algunos científicos hablan que el 20% del consumo energético de nuestro cuerpo lo utiliza nuestro cerebro, pero no todas las calorías tienen la misma incidencia sobre nuestras capacidades cognitivas y estados anímicos. Como vimos al inicio de la lección, nuestro cerebro es el resultado de lo que comemos, aunque también es importante recalcar cuándo lo comemos:

Se ha comprobado que una buena alimentación y un estilo de vida sano afectan positivamente a nuestro cerebro a través de toda una serie de procesos moleculares y celulares asociados al metabolismo energético y a la plasticidad sináptica, que son fundamentales para la transmisión y el procesamiento de la información en el cerebro (Gómez-Pinilla y Tyagi, 2013, citados en Guillén, p. 144).

En el organizador gráfico podemos notar la incidencia de la alimentación y el ejercicio sobre el funcionamiento neuronal de nuestro cerebro y cómo son de gran ayuda para el buen mantenimiento y reparación de nuestras neuronas.

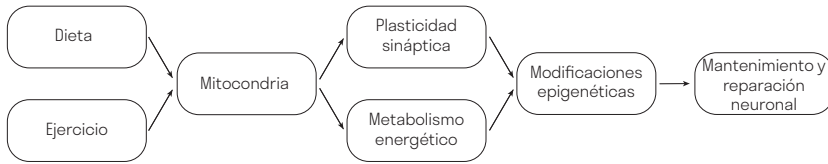


Figura 16. Una dieta equilibrada y el ejercicio tienen una gran incidencia sobre el funcionamiento de nuestro cerebro, principalmente en relación al metabolismo energético y la plasticidad sináptica. Fuente: Gómez-Pinilla (2013, citados en Guillén, 2019, p. 144).

¿Has escuchado alguna vez que el desayuno es la principal comida del día? Algunos expertos en nutrición y también científicos concuerdan con esta aseveración. Sobre todo si necesitas aprender, el comenzar la mañana con una alimentación rica en proteínas, vitaminas, minerales y carbohidratos ayuda a tu rendimiento cognitivo y a no caer en una fatiga física o mental. Si bien no hay un consenso sobre el desayuno ideal, sí sabemos que las necesidades energéticas de nuestro cerebro durante el día requieren de mayor cantidad de hidratos de carbono en la primera comida y también que el buen funcionamiento del hipocampo y de las regiones que intervienen en las funciones ejecutivas, que corresponden a organizar, planificar y tomar decisiones, requiere una cierta cantidad matinal de proteínas. El cerebro utiliza el aminoácido tirosina que se encuentra en alimentos ricos en proteínas como lácteos, huevos, carne o pescado para sintetizar neurotransmisores como la noradrenalina y la dopamina importantes para los procesos de atención y aprendizaje (Jensen, 2008). Que nuestros estudiantes y la comunidad educativa en general conozcan esta información es relevante para lograr un aprendizaje más eficaz en nuestros niños, niñas y adolescentes.

Ejercicio físico

El ejercicio físico hace que nuestro cerebro se oxigene y aumente el flujo sanguíneo hacia él, al igual que hacía todo nuestro cuerpo. La energía y el oxígeno:

Llegan a tu cerebro a través de 640 km de vasos sanguíneos, la sangre fluye a través de ellos a un ritmo de 3/4 a litro de sangre por minuto, bombeando sin descanso desde tu corazón. El ejercicio físico activa el flujo sanguíneo y aumenta la cantidad de oxígeno que recibes mejorando el desempeño cerebral, estudios recientes han demostrado que el ejercicio incluso mejora tu memoria (Gifford, 2021, p. 35).

Que haya más cantidad de sangre en el cerebro es particularmente efectivo para el hipocampo, área profundamente implicada en la formación de recuerdos a largo plazo. El ejercicio también desencadena la liberación de una de las sustancias químicas más potentes del cerebro denominado “factor neurotrófico derivado del cerebro” (BDNF). Esta proteína garantiza la salud de las jóvenes neuronas y anima al crecimiento de otras nuevas, siendo el área más sensible a esta actividad el hipocampo, y como lo vimos anteriormente, también lo realiza con una alimentación equilibrada.

Los investigadores Pollatschek y Hagen declaran “los niños (y jóvenes) que participan en educación física diariamente muestran una mejora motriz, un mejor rendimiento académico y una actitud más favorable hacia la escuela, respecto de sus compañeros que no hacen ejercicio físico todos los días” (citados en Sousa, 2014, p. 271). El ejercicio aeróbico puede tener beneficios mentales duraderos, al ejercitarnos nuestro cuerpo genera una rápida respuesta de adrenalina y noradrenalina. En palabras más simples, trabajando nuestro cuerpo logramos que nuestro cerebro responda con mayor rapidez a los desafíos que se le presentan, además de aumentar nuestra concentración y mejorar nuestra memoria. Por otro lado, tiene efectos importantes en la disminución del estrés, es por eso que se recomienda hacer todos los días actividad física, por lo menos 30 minutos. En países como Canadá y Estados Unidos existen iniciativas gubernamentales que establecen la necesidad de que los estudiantes realicen 30 minutos de alguna actividad física, con resultados que incluso han elevado el rendimiento en pruebas estandarizadas. Estas

evidencias en niños y jóvenes no difieren de los adultos, los que reciben los mismos beneficios cerebrales al momento de ejercitarse.

Hay otra evidencia sobre la potencia del ejercicio físico: sabemos que gran parte del cerebro está implicado en el movimiento y en el ejercicio físico, pero no es solo trabajo muscular. Se ha comprobado que el cerebelo cumple un rol clave en el movimiento y la coordinación, bases para la actividad física, siendo también clave para lograr desarrollar funciones ejecutivas, a través de las redes neuronales que existen entre esta estructura y la corteza frontal. No es raro entonces que los estudios arrojen efectos positivos de la actividad física en la capacidad de resolución de problemas, creatividad y desarrollo del lenguaje en niños, jóvenes y adultos.

La neurociencia ha revelado además que “el ejercicio regular puede modificar el entorno químico y neuronal que favorece el aprendizaje es decir los beneficios o también cognitivos algo que puede darse a cualquier edad y por supuesto tiene enormes repercusiones en cómo aprendemos” (Guillén, 2019, p. 121). Existe una integración entre las capacidades cognitivas con las operaciones motrices algo muy necesario para la supervivencia del ser humano a lo largo de la historia, no es casualidad entonces que el hipocampo sea una de las regiones más influenciadas por el ejercicio físico, hasta el punto de que llega a aumentar un 2% de su volumen en personas de la tercera edad con un entrenamiento aeróbico o cardiovascular de intensidad moderada en solo un año (Erickson, 2011). Podríamos decir que el movimiento es una necesidad grabada en nuestros genes, ya que lo hemos utilizado por siglos para nuestra supervivencia y aprendizaje.

En los últimos años se han producido grandes avances en la comprensión de los mecanismos moleculares y celulares responsables de la incidencia positiva del ejercicio físico sobre el cerebro. A nivel sistémico puede mejorar la atención, nuestra memoria y nuestro aprendizaje; a nivel molecular apoya a las neurotrofinas y los factores de crecimiento; y a nivel celular apoya mucho la plasticidad sináptica y la angiogénesis o formación de vasos sanguíneos nuevos (Hötting y Röder, 2013).

Al aumentar la molécula BDNF (factor neurotrópico que promueve el desarrollo de células inmaduras y la supervivencia de las adultas) gracias a la actividad física, podemos encontrar múltiples beneficios, entre los cuales podemos destacar que (Guillén, 2019):

- Mejora la plasticidad sináptica, ya que nos permite fortalecer las conexiones neurales, y en definitiva, aprender.
- El ejercicio físico aumenta la vascularización cerebral lo permite crear nuevos vasos sanguíneos, este proceso se denomina angiogénesis. El aumento de sangre en las neuronas posibilita la llegada de toda una serie de nutrientes que mejoran su funcionamiento.
- El ejercicio físico ayuda a incrementar los niveles de neurotransmisores básicos para una buena salud mental que inciden, por ejemplo, en la atención con la noradrenalina, el estado de ánimo y la serotonina o la motivación relacionada con la dopamina, todos ellos son factores imprescindibles para que se dé un aprendizaje eficiente y constituyen una receta estupenda para combatir el estrés.

Todo lo que hemos comentado hasta el momento no tiene nada que ver con las actividades que promueve la denominada “gimnasia cerebral” en la que los niños dibujan, gatean, bostezan o beben agua de forma particular, supuestamente estas actividades facilitan el aprendizaje, equilibrando la activación de los dos hemisferios, sin embargo, no existe ninguna evidencia empírica o estudio científico que demuestre que esto es válido, estamos ante otro de los neuromitos más presentes en la actualidad (Guillén, 2019).

Arte

El arte conecta mente, cuerpo y cerebro de una manera única, ya que moviliza habilidades creativas, de expresión, motoras, cognitivas y mentales de manera integral. Por muchos años las asignaturas artísticas de las escuelas han tenido un papel secundario, pero en la actualidad muchos estudios científicos han comprobado la importancia que tienen para el aprendizaje. El arte, en cualquiera de sus manifestaciones, constituye una necesidad para nuestro cerebro plástico, que ha permitido nuestra supervivencia y la posibilidad de que transmitamos la cultura en toda su extensión de generación en generación. Desde que somos pequeños y de manera natural, bailamos, cantamos o dibujamos, realizar estas actividades nos sirven para ir conociendo el mundo que nos rodea y aprender las virtudes del ser humano y el autocontrol que son imprescindibles para un desarrollo cerebral, tanto en el ámbito sensorial, como motor emocional y cognitivo. Las artes ayudan a adquirir una serie de competencias

socioemocionales y rutinas mentales que están en plena consonancia con nuestro desarrollo humano, además de que pueden fomentar el pensamiento crítico y creativo.

Las artes son clave para nuestro desarrollo y aprendizaje. En años recientes, algunos neurocientíficos han desarrollado teorías en torno a cómo las artes desarrollan la cognición. Han relacionado las artes visuales con el lóbulo temporal y occipital; la literatura y poesía con las áreas de Broca y Wernicke; la danza y el movimiento con la corteza motora; y la música con la corteza auditiva, localizada en los lóbulos temporales. Los investigadores, utilizando técnicas de electroencefalografías con niños, descubrieron que el desarrollo de actividades artísticas requiere de concentración y atención, lo que mejora considerablemente la cognición, además de estar íntimamente relacionadas con el sistema límbico y las emociones de los niños y jóvenes. Son expresiones que movilizan varias áreas del cerebro a la vez y que además, se vinculan con un mejor procesamiento visual, una mejor resolución de problemas y mayor riqueza de lenguaje y creatividad (Sousa, 2014). Los investigadores también saben que ciertos movimientos estimulan el oído interno, esto ayuda con el equilibrio físico, la coordinación motriz y la estabilización de imágenes en la retina. El arte no solo es bueno para el cerebro, sino que también motiva a los aprendices y los ayuda a sentirse bien.

Desde lo cognitivo existen evidencias empíricas, en estudios realizados a estudiantes menores, de que las clases de música pueden mejorar el rendimiento académico, conciencia fonológica y la decodificación verbal; también que las artes visuales inciden positivamente en su razonamiento geométrico y que las dramatizaciones en el aula fortalecen sus habilidades verbales (Winner, 2014). Estos resultados positivos también los podemos extrapolar a las personas adultas que están en procesos de aprendizaje, ya que no son ajenas a estos beneficios a nivel cerebral.

Integrar el arte en el aprendizaje de alguna materia “puede jugar un papel importante en la retención de información a largo plazo y generar hábitos del pensamiento más robustos que se pueden transferir a otras tareas” (Hardiman, 2012, p. 104).

Un apartado especial se merece la música. Muchos estudios demuestran que la música afecta las emociones, el sistema respiratorio, los latidos del corazón, las imágenes mentales y la postura de los oyentes. ¿Sabías que la música es la actividad que más partes del cerebro activa?, si observas la imagen puedes darte cuenta de que se “encienden” diversas partes, tales como la corteza prefrontal, cerebelo, corteza motora, corteza

parietal izquierda, áreas de Broca y Wernicke, entre muchas otras, sobre todo, si compones canciones y las interpretas acompañado de algún instrumento.

Algunas investigaciones han mostrado cambios en las estructuras cerebrales incluso con poco tiempo de entrenamiento en el área musical, además de un mejoramiento en las habilidades auditivas y motoras, sobre todo, si tocas algún instrumento (Hyde, 2009, citado en Hardiman, 2012).

La música logra llenar de energía a las personas, inducir relajación, estimular experiencias previas, servir de inspiración, facilitar la diversión, etc. Emplear la música para aprender tiene muchas ventajas tales como:

- Favorece un aprendizaje más rápido y profundo, por ejemplo, ¿has tratado de aprender algo por medio de una canción?, ¿recuerdas alguna de las que aprendiste cuando eras pequeño? La misma técnica te serviría para aprender cosas ahora o para enseñar.
- Proporciona un estado de relajación tras el estrés o el desánimo, si recordamos el capítulo de las emociones vimos que eran clave para la cognición, ya que ayudan a enfocarse de manera positiva, sobre todo si son agradables, escuchar música relajante asociada a sonidos de la naturaleza o música instrumental puede ayudarte a generar un clima de aprendizaje agradable antes de comenzar a estudiar, o después de una jornada donde tuviste que prestar mucha atención a algún tema. Durante una jornada de estudio la música debe ser del mismo tipo que el mencionado anteriormente, pero si la situación de aprendizaje es más relativa al “aprender haciendo”, por ejemplo, elaborar algo usando habilidades motrices o dibujar algo, puedes escuchar música con alguna letra o de tu gusto.
- Motiva el desarrollo de las actividades que en ocasiones se realizan más por el sentido de compromiso que por placer o por tener un verdadero interés. La música genera un ambiente más agradable para el aprendizaje, ya que disminuye la monotonía de una experiencia de clase tradicional. Una música que nos guste activa el circuito DAS o de recompensa, lo que hace que relacionemos el aprender a una actividad placentera, y por lo tanto, la queramos seguir realizando.

Sueño

Es necesario poder dormir bien para descansar. Si has dormido bien, tu cerebro estará preparado para aprender, el sueño permite descansar física y mentalmente, disminuir el consumo de energía y la actividad cardiovascular. Se sintetizan y almacenan neurotransmisores y hormonas que necesitaremos durante el día, se eliminan radicales libres, se reparan tejidos, etc.

Algunos científicos han presentado teorías relativas a la importancia del sueño para el aprendizaje. El sueño de ondas lentas fortalece y almacena memorias declarativas, dependientes del hipocampo. El sueño REM consolida memorias no declarativas y emocionales, por otro lado, la privación de sueño provoca trastornos emocionales, depresión, fallas atencionales, pérdida de la memoria, fatiga y confusión mental (Feld y Diekelmann, 2015).

¿Por qué es necesario dormir bien?, el sueño es vital por varias razones, en primer lugar, le da tiempo a tu cuerpo y a tu cerebro para un descanso y reparación, tu corazón late más lento y las señales nerviosas que van a los músculos se interrumpen de modo que no se mueven, esto evita que te lastimes intentando actuar físicamente en tus sueños. Mientras duermes pierdes tu tono muscular por eso cuando una persona está dormida parece pesar mucho más si es que la intentas sostener o levantar.

Otra de las razones de por qué el sueño es vital: durante la noche nuestro cuerpo produce líquido cefalorraquídeo, este pasa por tu cerebro ayudando a limpiar productos de desecho que se han acumulado y podrían dañarlo en el futuro. Los recuerdos y las habilidades recién aprendidas se codifican y se trasladan a lugares más permanentes en tu memoria a largo plazo, proceso denominado consolidación durante el curso; también estos recuerdos pueden vincularse entre ellos y con otros que ya posees, lo que hará que sea más fácil recuperarlos en el futuro. Además, el sueño es importante porque las conexiones entre las diferentes colecciones de neuronas se construyen y fortalecen durante el sueño, esto a veces puede llevarte a despertar con una solución a un problema que te tenía preocupado el día anterior.

Décadas atrás muchos pensaban que mientras dormíamos nuestro cerebro se “apagaba”, pero no podían estar más equivocados, gracias a los avances en las ciencias cognitivas, sabemos que mientras dormimos nuestro cerebro está muy activo. En la necesidad que tenemos de dormir incide mucho nuestro cerebro, ya que un buen descanso es clave para

aprender y memorizar. Mientras dormimos nuestro cerebro hace un repaso de lo vivido, almacenando la información que ocupó más nuestra atención:

El sueño constituye un acto imprescindible para la buena salud cerebral dado que actúa como una especie de regenerador neuronal (...) al dormir se acelera la síntesis proteica con el consiguiente fortalecimiento de las conexiones neuronales, y en determinadas regiones cerebrales se repite la actividad realizada durante la vigilia, lo que nos permite consolidar las memorias y con ello el aprendizaje (Guillén, 2019, p. 134).

En este capítulo quise detallar aquellas condiciones óptimas para lograr un aprendizaje eficaz, muchas las puedes impulsar como docente en el aula o a través de un trabajo interdisciplinario. Otras también dependen de las familias y comunidades educativas, por eso es importante divulgar la información que acabas de leer.

Resumen de estrategias círculo didáctico del aprendizaje. ¿Cuáles aplicaré en mi aula?

ATENCIÓN Y SENSOPERCEPCIÓN	
Aprendizaje multisensorial	Aprendizaje multisensorial.
Aprendizaje focalizado y difuso	“Cantidad no es calidad”.
	Técnica pomodoro.
	Quiebres activos.
Narrativa	El poder de las buenas historias.
Novedad	La variedad, una necesidad cerebral.
HERVAT	Modelo neuroeducativo.
Evitar la procrastinación	Automaticidad.
	Controles de atención.
	Establecer objetivos con proximidad temporal.
EMOCIONES	
Establecer un clima emocional para el aprendizaje	Técnicas antiestrés.
	Actitudes del profesor.
	Termómetro emocional.
Considerar las emociones	Regulación de las emociones.
Altas expectativas	Efecto pigmalión.
Lenguaje emocional	Método RULER.
MOTIVACIÓN	
Aprendizaje activo	Inventario de intereses.
	Aprendizaje cooperativo.
	Aprendizaje basado en proyectos.
	Aprendizaje basado en problemas.
	Aprendizaje servicio.
	Aprendizaje invertido.
Aprendizaje entre pares	Enseñanza recíproca para el aprendizaje.
	Tertulia Literaria.
	Puzle.

MEMORIA	
Repaso continuo espaciado	Práctica distribuida.
	Fragmentación e intercalación de contenidos.
	Repaso clase a clase.
	Historias y canciones.
Memorizar con técnicas	<i>Chunking</i> (fragmentar).
	Asociaciones.
	Reglas nemotécnicas.
	Organizadores gráficos.
FUNCIONES EJECUTIVAS	
Aprendizaje multimodal	Juegos de cartas o de mesa.
	Actividades físicas.
	Rompecabezas.
Habilidades metacognitivas	Habilidades metacognitivas.
Funciones ejecutivas según rango de edad (anotar la o las seleccionadas)	

Conclusiones

Los aportes de las ciencias cognitivas en la educación son innumerables y en este libro quise resumirlos con base en los principales procesos cognitivos implicados en el aprendizaje, considerando diversas estrategias educativas transferibles al aula, entre las cuales quise destacar aquellas que he creado y otras que aplico a diario en mi práctica pedagógica. Las ciencias del aprendizaje siguen generando conocimiento sobre el aprendizaje, pero aún queda mucho por conocer sobre el funcionamiento del cerebro. La información que manejamos es acotada, pero en el aula, el conocerla y aplicarla puede generar grandes cambios.

El círculo didáctico del aprendizaje presentado en el libro busca organizar de una manera clara y concisa aquellos procesos cognitivos más importantes implicados en el aprendizaje. Considerar la sensopercepción y atención como las ventanas del aprendizaje nos hace pensar, por una parte, en la relevancia que tienen los sentidos al momento de aprender, y recuerda, no son solo cinco, son muchos más por lo que el movimiento debe incorporarse en nuestras clases, mientras más sentidos incorporas en tus experiencias de aprendizaje más profundo será este. Por otra parte, los procesos atencionales de nuestros estudiantes, cada vez más breves, requieren del despliegue de estrategias que consideren esta realidad, por lo mismo, será muy útil en tu aula la aplicación de bloques de aprendizaje, la novedad y una buena narrativa, entre muchas otras.

Como explica Francisco Mora (2017) “no hay aprendizaje sin emoción” (p. 69), solo podemos comprender, recordar y después aplicar aquello que nos moviliza desde nuestro anterior, aquello que nos hace querer seguir descubriendo, por eso las emociones y la cognición van de la mano, ya que se asocian a aquello que nos motiva a continuar aprendiendo y actuar. Un clima emocional positivo en el aula, donde el error es parte del aprendizaje, donde el vínculo docente-estudiante es estrecho, donde las altas expectativas son la base, son el ambiente óptimo

para lograr que nuestros estudiantes desplieguen sus saberes, fortalezas y potencial frente a las tareas que les encomendamos, o las que ellos también solicitan realizar.

Las emociones y motivación también juegan un papel clave en lo que podemos llegar a recordar, es decir, aquella información que pasa a ser parte de nuestra memoria a largo plazo, siempre recordaremos aquellas experiencias de aprendizaje en dónde incluimos la elaboración de un producto final como una obra de teatro, maqueta, película, podcast, o alguna salida educativa, por eso en este libro se les invita a más que planificar una clase, planifiquemos experiencias de aprendizaje en las cuales nuestros estudiantes estén en el centro y sean los artífices de sus procesos de adquisición de conocimientos, destrezas y actitudes que les sean útiles para la vida.

El círculo didáctico del aprendizaje finaliza con las funciones ejecutivas por ser las últimas en desarrollarse definitivamente, debido a que la corteza prefrontal es la última región del cerebro en madurar a los 25 años en la mayoría de nosotros (Frith, 2007; Sousa, 2014). Si bien en el libro queda clara la importancia de respetar las etapas del neurodesarrollo, esto no implica que no podamos apoyar con diversas estrategias el desarrollo de las funciones ejecutivas de nuestros estudiantes según sus edades.

Es importante ver a las ciencias cognitivas y sus hallazgos como un aporte a nuestro trabajo docente. Entendiendo cómo aprenden nuestros estudiantes, su neurodesarrollo y los procesos cognitivos implicados en su proceso de aprendizaje, podemos lograr diseñar y llevar a cabo experiencias de aprendizaje que impacten su vida. Como lo explican Friedrich y Preiss (2003), “quien sabe cómo y bajo qué condiciones se modifica el cerebro al aprender, es quien puede enseñar mejor” (p. 41). Estar al tanto de las investigaciones, llevadas a cabo por las ciencias cognitivas, nos irá abriendo nuevos entendimientos, por ende, queda mucho por aprender. He tenido la oportunidad de compartir con gran éxito todo lo analizado en este libro con muchos profesores a lo largo de Chile gracias al curso de perfeccionamiento docente “Neurodidáctica aplicada al aula” diseñado el año 2019 e impartido hasta la fecha.

Te invito a divulgar con otros y otras docentes o personas interesadas, lo que has analizado en este libro, solo así podremos apoyar una mejora sustancial en los procesos de aprendizaje de nuestros estudiantes, ya que tendremos una aproximación de cómo ellos y ellas aprenden.

Glosario

Neurogénesis: es una muestra de que el cerebro se sigue formando una vez se ha dejado atrás la niñez. El nacimiento de células nuevas por neurogénesis, que se ha comprobado ocurre en el hipocampo y alrededor de los ventrículos laterales llenos de líquido cefaloraquídeo, implica que en cualquier momento de la vida pueden ir apareciendo neuronas nuevas que pasados unos días irán migrando a otras partes del encéfalo.

Neuronas espejo: son un tipo de neuronas que se activan cuando se ejecuta una acción y cuando se observa ejecutar esa acción o se tiene una representación mental de la misma. Por ello, se les asignó como apellido “espejo” porque de algún modo, reflejan lo que se ve (Rizzolatti, 1996). Están muy relacionadas con los comportamientos empáticos, sociales e imitativos, siendo consideradas por algunos científicos como uno de los descubrimientos más importantes de las neurociencias en los últimos años.

Períodos sensibles: o también llamados ventanas de oportunidad, corresponden a momentos óptimos para que los individuos aprendan habilidades específicas, como por ejemplo el lenguaje hablado. Son parte del desarrollo natural, pero se necesita la experiencia para que el cambio (aprendizaje) sea efectivo. Este concepto se asocia al aprendizaje expectante de la experiencia tal como el lenguaje oral. No es lo mismo que el aprendizaje dependiente de la experiencia, tal como el lenguaje escrito, que puede tener lugar en cualquier momento de la vida del individuo.

Poda sináptica: es el proceso mediante el cual se eliminan las sinapsis adicionales, lo que sirve para incrementar la eficiencia de la red neuronal. Todo el proceso continúa hasta la maduración sexual, momento en el cual casi el 50% de las sinapsis presentes a los 2 años de edad han sido

eliminadas. Se fortalece la mielinización de las sinapsis que si se usan, lo que hará que dichas conexiones sean más veloces y eficaces.

Potenciación de larga duración: en inglés *long term potentiation* (LTP), se define como un aumento duradero en la comunicación sináptica entre dos neuronas como consecuencia de una estimulación eléctrica de alta frecuencia. Este ajuste en la eficacia sináptica es el proceso fisiológico que sustenta el aprendizaje y la memoria. Sin embargo, aunque este fenómeno se ha investigado durante más de 30 años en modelos animales, son pocos los estudios que han evaluado la existencia de este mismo fenómeno en la corteza humana, pero se está investigando al respecto.

Plasticidad sináptica: permite a las neuronas regenerarse tanto anatómica como funcionalmente y formar nuevas conexiones sinápticas. La plasticidad neuronal representa la facultad del cerebro para recuperarse y reestructurarse. Este potencial adaptativo del sistema nervioso permite al cerebro reponerse a trastornos o lesiones, y puede reducir los efectos de alteraciones estructurales producidas por patologías como la esclerosis múltiple, Parkinson, deterioro cognitivo, enfermedad de Alzheimer, dislexia, TDAH, insomnio adultos, insomnio infantil, entre otras.

Bibliografía

- Allueva, P. (2002). *Desarrollo de habilidades metacognitivas: programa de intervención*. Consejería de Educación y Ciencia.
- Atkinson, R. C. y Shiffrin, R. M. (1969). Storage and retrieval processes in long-term memory. *Psychological Review*, 76(2), 179-193.
- Blakemore, S. y Frith, U. (2007). *¿Cómo aprende el cerebro? Las claves para la educación*. Ed. Ariel.
- Campos, L. (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *Revista digital La Educación*, 149. Organización de los Estados Americanos.
- Center on the Developing Child at Harvard University. (2014). *Enhancing and Practicing Executive Function Skills with Children from Infancy to Adolescence*.
- Damasio, A. (2018). *El error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano*. Booket Ciencia.
- Dehaene, S. (2019). *¿Cómo aprendemos?* Siglo XXI Editores.
- Diamond, A. (2014). Want to Optimize Executive Functions and Academic Outcomes? *Minnesota Symposium Child Psychology*, 37, 205-232.
- Ebbinghaus, H. (1885). *Sobre la Memoria*. Universidad de Berlín.
- Erk, S., Kiefer, M., Grothe, J., Wunderlich, A., Spitzer, M. y Walter, H. (2003). Emotional context modulates subsequent memory effect. *Feb*, 18(2), 439-447.
- Feld, G. y Diekelmann, S. (2015) Sleep smart-optimizing sleep for declarative learning and memory. *Front Physiology*, 12(6), 622.

- Fuster, J. (2018). *Neurociencia: los cimientos cerebrales de nuestra libertad*. Booket Paidós.
- Friedrich, G. y Preiss, G. (2003). Neurodidáctica. *Revista Mente y cerebro*, 39-45.
- Gallets, M. (2005). *Storytelling and story reading: a comparison of effects on children's memory and story comprehension*. East Tennessee State University ProQuest Dissertations Publishing.
- Giedd, N., Blumenthal, J., Jeffries, N., Castellanos, F., Liu, H., Zijbendos, A., Paus, T., Evans, J. y Rapoport, J. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2(10), 861-863.
- Gifford, C. (2021). *Tú y tu asombroso cerebro*. Editorial Contrapunto.
- Gómez-Pinilla, F. y Tyagi, E. (2013). Diet and cognition: interplay between cell metabolism and neuronal plasticity. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*, 16(6), 726-33. 10.1097/MCO.0b013e328365aae3
- Guillén C. J. (2017). *Neuroeducación en el aula. De la teoría a la práctica*. España.
- Gutiérrez-Garralda, J. y Fernández-Ruiz, J. (2011). Sustrato neuronal de la memoria de trabajo espacial. *Revista Neurobiología*, 2(3), 030511.
- Hardiman, M. (2012). *The Brain-Targeted Teaching Model*. Corwin.
- Hattie, J. (2012). *Visible Learning for teachers. Maximizing impact on learning*. Routledge.
- Hötting, K. y Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neurosci Biobehav Rev*, 37, 2243-2257.
- Hyde, K., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A., y Schlaug, G. (2009). The effects of musical training on structural brain development., *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 182-186.
- Jensen, E. (2004). *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Narcea.
- Kandel, E. (2007). *En busca de la memoria: el nacimiento de una ciencia de la mente*. Editorial Katz.

- Letelier, G. (2021). *Neurodidáctica aplicada al aula: una aporte a la innovación*. Enseñaprende.
- Marina, J. y Pellicer, C. (2015). *La inteligencia que aprende*. Santillana Educación.
- McCrink, K., y Wynn, K. (2004). Large-number addition and subtraction by 9-month-old infants. *Psychological Science*, 15(11), 776-781.
- Mora, F. (2017). *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza Editorial.
- Moraine, P. (2014). *Las funciones ejecutivas del estudiante. Mejorar la atención, la memoria, la organización y otras funciones para facilitar el aprendizaje*. Narcea.
- Ortiz, T. (2018). *Neurociencia en la escuela. HERVAT: Investigación neuroeducativa para la mejora del aprendizaje*. Editorial SM.
- Perham, N. y Currie, H. (2014). Does listening to preferred music improve reading comprehension performance? *Applied Cognitive Psychology*, 28(2), 279-284.
- Pert, C. (1997). *Las moléculas de la emoción: por qué sientes como sientes*. Scribner.
- Posner, M. y Petersen, S. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
- Purves, D. (2015). *Neurociencia* (5ª Ed.). Editorial Médica Panamericana S.A.
- Redolar, D. (2013). *Neurociencia cognitiva*. Editorial Médica Panamericana S.A.
- Sapolsky, R. (1998). *Why zebras don't get ulcers: An updated guide to stress, stress-related disease, and coping*. Freeman.
- Sousa, D. (2011). *How the brain learns*. Corwin.
- Sousa, D. (2014). *Neurociencia Educativa: mente, cerebro y educación*. Narcea.

Director
Galo Ghigliotto

Equipo editorial
Luz María Astudillo
Daniella Gutiérrez
Katherine Hoch
Consuelo Olguín

Equipo diseño
Andrea Estefanía
Andrea Meza
Ana Ramírez

Equipo administrativo
Martín Angulo
Daisy Farías
Claudia Gamboa

Equipo comercial
Darío Núñez
Javier Solís



EDITORIAL
USACH

*

Esta
primera
edición de
*¿Cómo aprenden mis
estudiantes? Estrategias
didácticas basadas en los aportes
de las ciencias cognitivas* se terminó de
imprimir en abril de 2025 en los talleres de
Grupo Marketing digital con un tiraje de
100 ejemplares.
Para los textos de portada se utilizó
la tipografía DM sans; para
el interior se utilizó la
tipografía Minion
Pro.

