



PSIQUE ACADÉMICA · LECTURA DE CIMENTACIÓN

De las sinapsis a las aulas: el cerebro que aprende no es un disco duro

Psicología Educativa II

Sesión S01 · Bases neurológicas del aprendizaje (parte 1 de 3)

MATERIAL DE ESTUDIO DESCARGABLE · FUENTE: OVA OFICIAL

01

Un órgano que se reinventa: la neuroplasticidad como fundamento del aprendizaje

Durante buena parte del siglo veinte, la neurología imaginó el cerebro adulto como una estructura fija: un aparato que, una vez ensamblado, ya no podía modificarse. Esa idea se sostuvo hasta que la evidencia empírica la hizo insostenible. En 1949 el psicólogo canadiense Donald Hebb propuso un principio que cambiaría el rumbo de la disciplina: las neuronas que se disparan juntas, se conectan juntas. Detrás de esa frase sencilla se escondía una revolución completa, porque implicaba que las conexiones cerebrales no eran un mapa heredado e inmutable, sino un territorio que se redibuja con el uso. A partir de ahí, investigadores como Michael Merzenich, Michael Gazzaniga y, más recientemente, Stanislas Dehaene, fueron armando pieza por pieza el rompecabezas de cómo aprende realmente el cerebro humano, y la conclusión compartida es contundente: el aprendizaje no es un acto pasivo de almacenamiento, sino un proceso activo de construcción y reconstrucción.

La neuroplasticidad, ese fenómeno por el cual el cerebro reorganiza continuamente sus conexiones en respuesta a la experiencia, no es un privilegio exclusivo de la infancia. Es cierto que en los primeros años de vida alcanza su expresión más exuberante, pero acompaña al ser humano durante toda su existencia. Un docente de sesenta años que aprende un idioma nuevo, una maestra que se inicia en programación después de décadas enseñando historia, un estudiante que descubre una estrategia de estudio distinta a la que usó toda su vida: todos ellos están remodelando su materia gris de maneras que hace apenas unas décadas se consideraban imposibles.

Esta plasticidad opera en distintos niveles. En el más elemental, las sinapsis —esas hendiduras diminutas donde una neurona se comunica con otra— se fortalecen o se debilitan según la frecuencia con que se activan. Cuando un estudiante repasa un concepto una y otra vez, el circuito implicado transmite señales con mayor rapidez y requiere menos neurotransmisores para dispararse. Es la base biológica de la frase «la práctica hace al maestro»: la repetición física modifica la estructura. Este proceso celular tiene nombre técnico, potenciación a largo plazo, y constituye el sustrato más elemental del aprendizaje. Pero la plasticidad también opera a escalas mayores: un estudio clásico documentó que los violinistas profesionales, tras años de exigir virtuosismo a su mano izquierda, desarrollan un área motora cortical dedicada a esa mano notablemente más extensa que la del resto de la población. El cerebro, literalmente, crece para responder a las demandas del entorno.

Lo que esto significa para la práctica educativa es profundo. Si el cerebro cambia con la experiencia, entonces cada aula, cada método de enseñanza, cada interacción con el estudiante deja una huella material en ese cerebro. La pregunta que debe hacerse un psicólogo educativo no es solamente «¿qué enseño?», sino también «¿qué tipo de experiencia

estoy generando en el cerebro de mis estudiantes?». Esa pregunta, aparentemente sencilla, es el punto de partida de toda intervención educativa fundamentada en neurociencia.

Las neuronas que se disparan juntas, se conectan juntas: la repetición no es un hábito, es arquitectura cerebral en construcción.

TÉRMINOS CLAVE

neuroplasticidad — Capacidad del cerebro de reorganizar su estructura y función a lo largo de toda la vida en respuesta a la experiencia.

potenciación a largo plazo — Fortalecimiento sináptico que ocurre cuando un circuito neuronal se activa de forma repetida, sustrato celular del aprendizaje.

02

Los mensajeros químicos del aprendizaje: neurotransmisores y la economía emocional del aula

Detrás de cada momento de atención sostenida, detrás de cada instante de motivación para estudiar, detrás de la satisfacción de resolver un problema difícil, hay un paisaje bioquímico en constante movimiento. Los neurotransmisores son las moléculas que permiten la comunicación entre neuronas, y varios de ellos cumplen funciones centrales en el aprendizaje que van mucho más allá de transmitir información: explican por qué ciertos ambientes educativos facilitan el aprendizaje mientras otros lo obstaculizan, y por qué la dimensión emocional de la educación no es un añadido decorativo sino un componente estructural del proceso cognitivo.

La dopamina es quizás el neurotransmisor más asociado con el aprendizaje: funciona como señal de recompensa. Cuando un estudiante resuelve correctamente un problema o comprende un concepto que le resultaba oscuro, su sistema dopaminérgico se activa enviando, en esencia, el mensaje «esto es importante, memorízalo». Existe un paralelo estructural con los sistemas de reforzamiento que describió la psicología conductista: ambos señalan que ciertos comportamientos merecen repetirse. Pero la dopamina hace algo que el conductismo clásico no explicaba del todo: no solo refuerza lo ya ocurrido, también motiva hacia el futuro mediante lo que los neurocientíficos llaman señal de predicción de recompensa. El estudiante no solo aprende de sus aciertos pasados, sino que anticipa la satisfacción del éxito, y esa anticipación misma lo impulsa a seguir estudiando.

La acetilcolina, por su parte, es el neurotransmisor de la atención selectiva. Cuando un estudiante está absorto en una explicación fascinante, cuando el mundo exterior parece desaparecer mientras lee algo que lo atrapa, la acetilcolina está modulando la actividad neuronal para filtrar lo irrelevante y amplificar lo importante. Comprender su función ayuda a entender por qué la distracción es enemiga del aprendizaje: cuando el ambiente está saturado

de estímulos competidores, o cuando la ansiedad interfiere con la capacidad de filtrar ruido, la acetilcolina no puede cumplir su trabajo y el aprendizaje se vuelve superficial o directamente no ocurre. Esto explica también por qué la ansiedad ante los exámenes puede sabotear el desempeño de estudiantes que dominan genuinamente el material: el cerebro está demasiado ocupado preocupándose como para aprender algo nuevo o recuperar lo ya aprendido.

El glutamato y el GABA representan el equilibrio excitador-inhibidor que sostiene el funcionamiento adecuado de los circuitos cerebrales: el glutamato excita a las neuronas y las vuelve más propensas a dispararse, mientras que el GABA las calma e impide que la excitabilidad se descontrole. En el aprendizaje, ambos deben mantenerse en balance. Un exceso de excitación, como el que provoca el estrés agudo, puede deteriorar la plasticidad sináptica e incluso dañar neuronas; un exceso de inhibición, por el contrario, vuelve al cerebro demasiado calmo, demasiado resistente al cambio. Esta neurobiología del estrés confirma algo que los educadores intuyen: el aula debe ser un espacio psicológicamente seguro, donde la presión no sobrepase ciertos límites si se quiere que el aprendizaje ocurra de verdad.

La emoción no es el enemigo de la razón sino su compañera inseparable: sin acetilcolina que filtre y sin dopamina que motive, no hay aprendizaje profundo.

TÉRMINOS CLAVE

dopamina — Neurotransmisor que señala recompensa y anticipa el éxito, reforzando los comportamientos que conducen a él.

acetilcolina — Neurotransmisor que sostiene la atención selectiva, filtrando estímulos irrelevantes y amplificando lo importante.

03

Los almacenes de la memoria: arquitecturas distintas para funciones distintas

Decir que «se tiene buena memoria» o que «se es malo recordando» es una simplificación que oculta una realidad mucho más compleja. La memoria no es una facultad única y uniforme, sino un conjunto de sistemas especializados que funcionan de maneras fundamentalmente distintas y que además interactúan entre sí de formas que la ciencia apenas comienza a comprender. Entender esta arquitectura múltiple es esencial para diseñar experiencias educativas que produzcan aprendizaje duradero y transferible, no solo memorización de corto plazo.

La memoria operativa, también llamada memoria de trabajo, es el espacio mental donde se manipula información de forma activa: ese lugar donde se retienen números mientras se hace una operación matemática, donde se mantienen las partes de un argumento mientras se

evalúa su validez. Su capacidad es notoriamente limitada; la conocida «regla del siete» que propuso Miller en los años cincuenta, aunque refinada por investigaciones posteriores, captura algo real. El estudiante que se pierde cuando el profesor introduce demasiados conceptos nuevos en una sola clase no está siendo perezoso ni poco inteligente: está enfrentando una limitación arquitectónica de su sistema cognitivo. Para quien enseña, esto tiene implicaciones directas: fragmentar la información, ofrecer pausas y usar apoyos visuales que reduzcan la carga cognitiva no es condescendencia, es una respuesta informada a cómo funciona realmente la mente.

La memoria a largo plazo, en cambio, tiene una capacidad prácticamente ilimitada y puede extenderse toda la vida. Pero aquí surge un fenómeno crucial: lo que se almacena no son copias exactas de la experiencia original, sino reconstrucciones activas que se modifican cada vez que se accede a ellas. Cuando un estudiante recuerda lo que estudió semanas atrás, no recupera un archivo intacto sino que recompone un escenario neuronal parcialmente modificado por las experiencias intermedias. Este proceso, llamado reconsolidación, tiene implicaciones pedagógicas profundas: repasar un material no es simplemente «refrescar» una memoria estática, sino reconstruirla, y cada reconstrucción es una oportunidad de fortalecer o debilitar el rastro. Por eso la práctica distribuida —esos descansos entre sesiones de estudio que a veces se sienten como tiempo perdido— produce memorias más robustas que el estudio intensivo de una sola sentada: crea múltiples eventos de reconstrucción en contextos ligeramente distintos.

Dentro de la memoria declarativa, aquella de la que se puede tener conciencia y expresar, existe una subdivisión relevante: la memoria semántica, que almacena hechos y conceptos, y la memoria episódica, que guarda experiencias personales junto con su contexto emocional. Una línea de investigación sugiere que el aprendizaje más profundo ocurre cuando ambos sistemas se activan simultáneamente: cuando el estudiante no solo adquiere información sino que la conecta con experiencias personales, con emociones, con un sentido de relevancia para su propia vida. Quien enseña contando anécdotas, relacionando la materia con la vida cotidiana del estudiante, crea un ambiente donde el aprendizaje se vuelve personalmente significativo, aprovechando esta arquitectura de la memoria de un modo que ninguna técnica de memorización superficial logra igualar.

Repasar no es refrescar un archivo intacto: es reconstruir, y cada reconstrucción decide si el recuerdo se fortalece o se pierde.

TÉRMINOS CLAVE

memoria operativa — Sistema de capacidad limitada donde se mantiene y manipula información de forma activa mientras se piensa o se resuelve un problema.

reconsolidación — Proceso por el cual un recuerdo se modifica cada vez que se accede a él, en lugar de recuperarse intacto.

Tres protagonistas y una red: córtex prefrontal, hipocampo y amígdala en diálogo

Tres estructuras cerebrales dominan el escenario del aprendizaje. El córtex prefrontal es la sede de las funciones ejecutivas que permiten planificar, inhibir respuestas impulsivas y sostener la atención; funciona como el director de orquesta del cerebro. Un dato crucial para quien trabaja con adolescentes: el córtex prefrontal madura hasta aproximadamente los veinticinco años. Esto no es un detalle menor, porque significa que exigirle a un adolescente planificación a largo plazo o autorregulación sostenida es, en parte, pedirle algo que neurológicamente todavía no está completo. Un niño de doce años señalado por «falta de concentración» puede estar funcionando exactamente como corresponde a su desarrollo prefrontal.

El hipocampo, con su característica forma de caballito de mar, es el actor principal en la formación y consolidación de las memorias declarativas. Funciona más como un indexador que como un archivo permanente: cuando un niño aprende que la capital de Colombia es Bogotá, esa información se codifica primero ahí, y con el tiempo se consolida en el córtex, dejando al hipocampo libre para indexar contenidos nuevos. Esto explica por qué los niños pequeños parecen «olvidar» rápido lo que aprendieron si no lo repiten: su hipocampo todavía está en desarrollo. Es particularmente sensible a la privación de sueño, lo cual explica por qué el descanso resulta decisivo para el aprendizaje.

La amígdala es el centro emocional del cerebro, y no se aprende en el vacío: si algo activa la amígdala —miedo, ansiedad, alegría, vergüenza— esa información se graba con más fuerza, un fenómeno conocido como ventaja atencional emocional. Pero hay un matiz clínico importante: cuando la amígdala se activa en exceso por estrés crónico o ansiedad ante los exámenes, segrega cortisol que puede dañar al hipocampo y dificultar la memoria. Muchos estudiantes que «se bloquean» en un examen no tienen un problema cognitivo, sino un problema de regulación emocional que interfiere neurológicamente con su capacidad de recordar. A esto se suma el cerebelo, implicado en el aprendizaje procedimental y en la automatización de habilidades, y el sistema reticular activador del tronco encefálico, que junto al córtex prefrontal modula el nivel de alerta y sostiene el foco atencional filtrando distracciones.

Lo notable es que estas regiones no operan de forma aislada: forman redes distribuidas que dialogan constantemente. Un estudiante que llega al aula con miedo al fracaso activa su amígdala, lo cual puede inhibir la actividad del hipocampo y dificultar la codificación de nueva información. El aprendizaje, entendido así, es una secuencia neurobiológica que va de la atención selectiva —que decide qué estímulos merecen procesamiento profundo— a la percepción, que los integra en representaciones coherentes, pasando por la memoria de trabajo que los mantiene activos, hasta la consolidación que transforma experiencias pasajeras en rastros de memoria duraderos.

Un niño con miedo al fracaso no tiene un problema de actitud: tiene una amígdala activada que apaga al hipocampo justo cuando más necesita codificar.

TÉRMINOS CLAVE

córtex prefrontal — Región cerebral responsable de la planificación, el control de impulsos y la atención sostenida; madura hasta cerca de los 25 años.

ventaja atencional emocional — Fenómeno por el cual la información asociada a una emoción intensa se codifica y recuerda con mayor fuerza.

05

Del laboratorio al aula: descanso, emoción y transferencia como decisiones pedagógicas

Toda esta complejidad neurobiológica sería mera curiosidad intelectual si no pudiera traducirse en prácticas educativas concretas. Las últimas décadas han visto un diálogo creciente entre neurocientíficos y educadores, un esfuerzo por cerrar la brecha que durante demasiado tiempo mantuvo separada la investigación cerebral del trabajo cotidiano en las aulas. No se trata de convertir a los docentes en neurólogos, sino de aprovechar principios bien establecidos para tomar decisiones más informadas sobre cómo se diseñan las experiencias de aprendizaje.

El descanso no es ausencia de aprendizaje: es parte integral del proceso de consolidación. Un estudiante que estudia tres horas seguidas no aprovecha tres veces más el tiempo que si estudiara en tres sesiones de una hora con descansos intermedios. Durante los períodos de descanso, y en particular durante el sueño, el cerebro reactiva los circuitos que se fortalecieron durante el estudio, consolida las modificaciones sinápticas y transfiere información desde la memoria operativa hacia sistemas de almacenamiento más permanentes. El sueño MOR es especialmente relevante para la consolidación de memoria declarativa y emocional, mientras que el sueño de ondas lentas favorece la consolidación de habilidades procedimentales. Esto significa que las clases que incorporan pausas activas, que no comprimen horas de contenido en una sesión maratónica, están pedagógicamente justificadas y no simplemente siendo indulgentes con los estudiantes.

La emoción no es el enemigo de la razón sino su compañera inseparable. El sistema límbico interactúa constantemente con el córtex prefrontal, y las decisiones sobre qué recordar y qué olvidar están influidas por el estado emocional del momento. Un estudiante que aprende en un ambiente temeroso o excesivamente ansioso tiene el cerebro preparado fisiológicamente para la supervivencia, no para el aprendizaje: el córtex prefrontal, necesario para el pensamiento complejo, se desconecta bajo estrés crónico. Por el contrario, un ambiente donde el error se tolera como parte del proceso, donde la curiosidad se celebra y las relaciones interpersonales

son positivas, activa los sistemas cerebrales que facilitan la plasticidad y la memoria. El clima de aula, entonces, no es solo una cuestión de convivencia agradable: es una variable que neurobiológicamente facilita u obstaculiza el aprendizaje.

Finalmente, la transferencia del aprendizaje —esa capacidad de aplicar lo aprendido en una situación a contextos nuevos y diferentes— es quizás el objetivo educativo más importante y a la vez más difícil de lograr. Neurocientíficamente requiere que el conocimiento no esté almacenado de forma aislada y rígida, sino conectado con múltiples redes neuronales e integrado con conocimientos previos diversos. Quien enseña alentando la conexión entre materias, resolviendo problemas de maneras variadas y exponiendo a los estudiantes a situaciones donde deben aplicar conceptos en contextos inesperados, está promoviendo exactamente el tipo de aprendizaje flexible que la neurociencia sugiere posible cuando el conocimiento se almacena de forma rica y contextualizada.

Un aula que respeta pausas y tolera el error no es blanda con sus estudiantes: está trabajando a favor de cómo el cerebro realmente consolida lo aprendido.

TÉRMINOS CLAVE

consolidación — Proceso, favorecido por el descanso y el sueño, mediante el cual una experiencia transitoria se transforma en un rastro de memoria duradero.

transferencia del aprendizaje — Capacidad de aplicar un conocimiento adquirido en un contexto a situaciones nuevas y distintas.

06

El campo en tensión: aplicaciones clínicas, neuromitos y los límites de la plasticidad

La incorporación de los hallazgos neurocientíficos a la psicología educativa ha reconfigurado el paisaje teórico de la disciplina en las últimas tres décadas. Hoy resulta impensable abordar problemas como la retención de información, la motivación intrínseca o las diferencias individuales en el rendimiento académico sin invocar algún constructo de origen neurológico: la plasticidad sináptica, los sistemas de recompensa dopaminérgicos, la memoria de trabajo. Los programas de formación de psicólogos en América Latina reflejan este giro, incorporando asignaturas de neurociencia o neuropsicología educativa donde antes solo había «psicología del aprendizaje» a secas.

Esta traducción hacia el espacio clínico es uno de los desarrollos más significativos y también más controversiales del campo. En consultorios de distintas ciudades de la región, psicólogos y neuropsicólogos emplean evaluaciones que complementan sus valoraciones tradicionales, y la detección temprana de dificultades de aprendizaje ha recibido un impulso considerable: hoy

es posible identificar predisposiciones a la dislexia, al TDAH o a la disgrafía antes de que se manifiesten plenamente en el rendimiento escolar. Pero esta clinicalización plantea preguntas éticas de fondo: ¿dónde trazar la línea entre identificar necesidades educativas especiales y patologizar diferencias normales de aprendizaje? En contextos donde los recursos escolares son limitados, usar la neurociencia para jerarquizar estudiantes según su «potencial cerebral» resulta particularmente preocupante.

Uno de los debates más intensos del campo gira en torno a la naturaleza y los límites de la plasticidad cerebral. La narrativa dominante en la divulgación científica —y crecientemente en la formación docente— sostiene que el cerebro es extraordinariamente plástico y capaz de reorganizarse hasta edades avanzadas, al punto de sugerir que casi cualquier dificultad de aprendizaje puede superarse con intervenciones suficientemente intensas y tempranas. Una corriente crítica advierte que esta lectura simplifica peligrosamente lo que la investigación empírica muestra: existen períodos críticos, condicionamientos genéticos y trayectorias que no se disuelven por la sola voluntad educativa. Además, factores como la pobreza, el estrés crónico o la malnutrición afectan directamente la estructura y función cerebral durante el desarrollo, generando inequidades que no se resuelven solo ofreciendo más estimulación. La evidencia sugiere entonces una posición matizada: la plasticidad es real pero no infinita, y está disponible de manera heterogénea según la región cerebral, el momento del desarrollo y las características individuales.

Esta tensión teórica exige que educadores y psicólogos eviten tanto el derrotismo determinista como el utopismo plasticista. La neurociencia del aprendizaje se ha vuelto además un territorio de convergencia con la filosofía de la mente, la inteligencia artificial y la antropología educativa, disciplinas que aportan preguntas sobre cómo emerge el significado a partir de patrones de activación neuronal, y que en el contexto latinoamericano se enriquecen con epistemologías ancestrales sobre el conocimiento presentes en comunidades indígenas y afrodescendientes, categorías que no siempre encuentran correlato en el vocabulario neurocientífico occidental. El profesional que se forma en este campo enfrenta el desafío de navegar entre modelos teóricos diversos, reconociendo tanto sus complementariedades como sus límites.

La plasticidad es real, pero no es infinita: la posición científicamente honesta rechaza tanto el derrotismo determinista como el utopismo que promete borrar cualquier dificultad con suficiente estimulación.

TÉRMINOS CLAVE

neuropsicología educativa — Campo que aplica el conocimiento sobre estructura y función cerebral a la evaluación e intervención de dificultades de aprendizaje.

período crítico — Ventana del desarrollo con máxima sensibilidad cerebral para adquirir ciertas habilidades, donde la experiencia deja efectos desproporcionados y duraderos.

Referencias

Contenido instruccional oficial (OVA) – Psicología Educativa II, Sesión 1: Bases neurológicas del aprendizaje (parte 1 de 3).

Hebb, D. (1949). Principio de aprendizaje sináptico citado en el OVA como fundamento de la neuroplasticidad.

Miller, G. (años 1950). Límite de capacidad de la memoria operativa ('regla del siete'), referido en el material instruccional.

Psique Académica – Escuela de Psicología. Lectura elaborada a partir del contenido instruccional oficial (OVA). Uso educativo.