Bases neurocientíficas del aprendizaje

Dra Rosa Casafont i Vilar. licenciada en Medicina y Cirugía por la Universitat Autònoma de Barcelona y màster en Neurociències i en Salut Laboral per la Universitat de Barcelona.

Introducción

El aprendizaje es el proceso mediante el cual adquirimos conocimiento. Adquirimos habilidades, hábitos, comportamientos, valores... Los seres vivos en general han utilizado la capacidad de aprender para poder adaptarse y sobrevivir en un mundo de constantes cambios, por tanto hablar de aprendizaje necesariamente conlleva hacerlo también de la memoria, dado que adquirir conocimiento no hubiera sido suficiente para nuestra permanencia como especie si no hubiera estado acompañada de la capacidad para recordar lo aprendido, consolidar y mantener de forma persistente la información en la memoria. La memoria por tanto, son los cambios que realizamos en nuestro cerebro cuando almacenamos la información que hemos aprendido y la retenemos ahí, para tenerla a disposición cuando necesitemos rememorarla. El aprendizaje y la memoria son adaptaciones de nuestros circuitos cerebrales a nuestro entorno cambiante. Podemos aprender de forma consciente, de forma inconsciente, por imitación, de forma lenta por repetición o de forma tremendamente rápida, cuando entra en juego un impacto emocional. Creamos aprendizaje asociativo entre sucesos y podemos también habituarnos a estímulos dejando de prestarles atención cuando nuestra mente desestima su relevancia.

Como humanos, una de las características importantes a tener en cuenta, es que nuestra memoria es muy especial. Tenemos una memoria de trabajo (MT), que nos permite ser conscientes de un “sentido continuo de vida”; tenemos capacidad para recordar la experiencia y capacidad para hacer uso de una memoria prospectiva de nuestro futuro. Otro aspecto a tener presente es que “Cuerpo y cerebro son uno solo”, funcionan como una unidad interdependiente y por tanto, favorecer la capacidad de aprendizaje y maduración de nuestro cerebro desde la primera infancia, requiere cuidar también el cuerpo y de la presencia o ausencia de condiciones diversas. Condiciones que influyen en la salud y determinan unos u otros cambios neurobiológicos, estructurales, funcionales y de capacidad para las funciones mentales y entre ellas el aprendizaje y la memoria.

Aprender es una capacidad que tenemos gracias a las características de nuestro cerebro y nuestra mente, que a su vez forman parte como evidencia el Dr Joaquim Fuster, del eje percepción/acción: Ciclo dinámico cibernético que une al organismo con su entorno en el curso de la conducta y el lenguaje. Percibimos el ambiente, procesamos esa información y actuamos en consecuencia, influyendo y modificando el ambiente que de nuevo percibiremos modificado… Nuestro cerebro y nuestra mente no existen aislados del entorno, no somos seres individuales, somos seres sociales. Tenemos una cognición social que determina también nuestro aprendizaje y memoria; nos permite percibir, procesar, evaluar estímulos para que podamos representar el entorno y actuar en consecuencia.

La mente es una entidad compleja configurada por múltiples procesos, como pensar, sentir, percibir e integrar percepciones; nos permite motivarnos, comportarnos, dormir y soñar; gracias a ella podemos prestar atención, ser conscientes, autoconscientes y tomar decisiones… Funciones de alto nivel, entre las que también se encuentra la capacidad de aprender y memorizar. Y todos estos procesos mentales, conscientes o inconscientes, aunque son diferentes tienen la característica de ser interdependientes. De ellos, podríamos destacar unos ejes fundamentales relacionados con nuestro proceso de aprendizaje: La atención, la memoria y la Cognición social, y dentro de esta distinguir la empatía emocional (capacidad de reaccionar emocionalmente ante las experiencias de otras personas) y la empatía cognitiva (capacidad de entender cognitivamente el punto de vista de otras personas). Avancemos un poco más para entender la complejidad que hace posible nuestra capacidad de aprender.

Nuestra mente se expresa a través del cerebro, un órgano que dispone de estructuras con capacidad plástica en áreas entre las que se encuentran, las implicadas en el aprendizaje y la memoria. Por tanto eso nos permite la capacidad de aprender, desaprender y volver a aprender y según el método que utilicemos, o como orientemos el proceso de aprendizaje, tendremos una u otra forma de consolidar el conocimiento. Nuestras emociones influyen en el proceso de aprender. La emoción de interés, la motivación están presentes en nosotros desde nuestra salida al mundo. Estas capacidades obedecen a condicionantes varios y uno de ellos es el medio en el que nos desarrollamos. Trataremos estos aspectos en este artículo y acabaremos con la orientación de algunas posibilidades de “oportunidad” para favorecer el aprendizaje, dadas las características de nuestro cerebro, nuestra mente, y las características de los niños, adolescentes y jóvenes que heredarán el mundo.

Somos seres transformables con cada experiencia

Gracias a la suma de conocimientos adquiridos en diferentes disciplinas y entre ellas las Neurociencias, en los momentos actuales podemos hablar con total convencimiento de la capacidad plástica de determinadas áreas cerebrales y su importancia en el aprendizaje y memoria.

Si las neuronas cambian poco los circuitos que establecen entre ellas tienen una gran capacidad de cambio con cada experiencia, pero aprender no es solo construir nuevas redes neuronales. Existe neuroplasticidad positiva y negativa y ambas son claves en el proceso de aprendizaje. Antes de explicar estos dos conceptos vamos a ver someramente de qué material estructural y neurobiológico disponemos a la hora de aprender:

Tenemos a disposición en el cerebro adulto unos 100.000 millones de neuronas organizadas en circuitos que a su vez crean sistemas, y que sustentan todas nuestras funciones: motoras, cognitivas, sensoriales, afectivas… Para poder ejercer estas funciones cuentan con una superficie total de membrana de unos 25.000 metros cuadrados, en la que se encuentran los espacios de comunicación que establecen (sinapsis) para transmitir la información. Comparten territorio con otras células (las células de la Glía). Un tipo, de estas células, están destinadas a crear la mielina de los axones neuronales para que así aumente su velocidad de comunicación y por tanto la velocidad con que se procesa la información, se aprende y memoriza; otro tipo de célula Glial facilita el buen funcionamiento de la población neuronal, limpiando el medio de desechos y colaborando en facilitar los nutrientes necesarios para las neuronas; y otro tipo, se responsabiliza de la inmunidad de nuestro cerebro.

En el cerebro humano, estas células y sistemas forman parte de estructuras y sectores que han sufrido un proceso evolutivo diferenciándose y especializándose funcionalmente. Gracias a ello podemos encontrar en nuestro cerebro la integración del cerebro instintivo (reptiliano), responsable de las funciones vitales básicas; el cerebro límbico emocional (mamífero), base emocional primaria, para que sobre ella se construya nuestro mundo afectivo implicado en todas las funciones mentales; y la neocorteza, que con su incorporación queda constituido el cerebro humano. En la corteza existen áreas donde se crean las sensaciones y la percepción del mundo; áreas donde se crean y ejecutan los programas motores; y áreas de asociación que integran la información ya procesada, crean el pensamiento abstracto y simbólico… Entre estas áreas de asociación destaca la Corteza

Prefrontal (CPF) detrás de la frente, nuestro simulador de vuelo, director de orquesta, sede del cerebro ejecutivo y de la toma de decisiones; implicado en la conciencia, emociones morales, juicios de moralidad… Algunas de estas áreas, las más primitivas (el cerebro reptil), no tienen capacidad plástica, deben ser permanentes para proteger nuestra supervivencia. En cambio nuestra corteza sí es plástica y estructuras que formaban parte ya del cerebro mamífero, como la amígdala y el hipocampo también. Aunque en grado diferente; la amígdala tiene cierta capacidad plástica y memoria emocional y el hipocampo es una estructura tremendamente plástica e íntimamente relacionada con la memoria, la neurogénesis y el aprendizaje.

Gracias a la capacidad plástica nuestras estructuras cambian tanto si queremos como si no, con cada experiencia y esto se traduce en la modificación de nuestras conductas; algunas se crean, otras se refuerzan y otras desaparecen. Ahora, ya estamos en disposición de definir qué se entiende por neuroplasticidad positiva (NPP) y neuroplasticidad negativa (NPN). La NPP se crea cuando neuronas nuevas se conectan y construyen una red o, redes ya existentes amplían el conjunto conectándose con otras redes neuronales; la NPN, que como hemos dicho también es fundamental en el proceso de aprendizaje, se da cuando las redes se debilitan al no ser estimuladas, o se extinguen por desuso. Como podemos deducir la NPN es una oportunidad para poder desaprender conductas, creencias, hábitos…que resultan desadaptativos.

Podríamos decir que existen en nosotros dos tipos de aprendizaje: Uno “emocional”, inconsciente, que no se desaprende; que es muy rápido y que depende básicamente de estructuras integradas en el cerebro más primitivo, el reptiliano. Y otro aprendizaje, “cognitivo – ejecutivo” que lleva aunada una conducta emocional más elaborada, que incluye el aprendizaje intelectual, que es consciente y podemos olvidar. Este lo adquirimos de forma más lenta, requiere refuerzo para su consolidación y sus estructuras rectoras son fundamentalmente el cerebro límbico y la corteza.

Como podemos deducir, aprendemos y memorizamos con todo el cerebro y gracias también a la participación de neurotransmisores que contribuyen a ello. La Dopamina es el neurotransmisor, que por excelencia interviene en la capacidad atencional y la motivación. El Glutamato, el excitador por excelencia, relacionado con el aprendizaje y el GABA el inhibidor. Neurotransmisores mayoritarios y fundamentales en el proceso de atención, motivación, aprendizaje y memoria.

Procesos mentales fundamentales relacionados con el aprendizaje

Hemos mencionado que uno de los ejes importantes es *la atención*. Tanto la atención consciente como la inconsciente son refuerzos de capacidad funcional. Si nuestra emoción inicialmente dirige la atención, podemos gracias a nuestra corteza prefrontal redirigirla de forma consciente si consideramos la conveniencia y, donde nuestra atención se centra, conlleva un refuerzo de esos circuitos atendidos.

La atención activa, consciente, es fluctuante, discontinua y selectiva. Independientemente de los estímulos que recibamos, existe un límite a disposición para prestar atención y aunque estemos motivados, empieza a decaer a partir de los 20 minutos tras su inicio. Estas características debemos conocerlas y saber que su implicación dependerá de las expectativas creadas, de las creencias, de los vínculos que establecemos con nuestros educadores o compañeros de aprendizaje y de nuestra historia personal y antecedentes. En condiciones normales se cree, que cuando estamos observando y escuchando prestando atención, solo el 30% de la información se percibe del mundo exterior, para incorporarla al material ya existente en nuestro cerebro y el 70% corresponde a nuestra realidad interna; pero si nos encontramos ante situaciones tensas donde intuimos amenaza, la información que percibiremos a través de los sistemas perceptivos (ese 30%) será únicamente información correspondiente a la amenaza. Solo si tenemos una estabilidad psicoafectiva, tendremos conductas efectivas que permitirán a nuestro cerebro ejecutivo, tomar la decisión de centrar la atención para pensar constructivamente, innovar, buscar alternativas de solución, planificar y resolver. El segundo eje importantísimo es nuestra *memoria*(adquisición, consolidación y persistencia) y sabemos que el impacto emocional la fija de forma determinante. Con carácter positivo cuando media la dopamina (DA) responsable de la motivación, el deseo, el interés, la curiosidad y con carácter negativo cuando media, el cortisol y la adrenalina (A), hormonas del estrés que se generan ante los obstáculos, y desafíos responsables de la excitación y la tensión. Sea uno u otro carácter (positivo o negativo) existirá un aprendizaje y fijación de la memoria, pero si el estrés llega a ser crónico el exceso de cortisol, de adrenalina y noradrenalina junto a la producción elevada de SP y glutamato va a condicionar, muerte neuronal, deterioro de la memoria, falta de atención a parte de una depresión del sistema inmunitario y otras alteraciones y consecuencias orgánicas en cuerpo y cerebro… Debemos distinguir en nuestra memoria, *la memoria de trabajo*(MT) que nos permite mantener en mente, la información previa para enlazarla con la siguiente y poder

actuar de forma secuencial por necesidades inmediatas. Nos permite percibir el "sentido continuo de vida", poder leer y comprender el contenido, impartir una clase o escucharla y entenderla… En ella intervienen la CPF y el hipocampo. También debemos distinguir la *memoria del recuerdo* tanto de hechos como de habilidades y hábitos que nos sirve de referencia y sobre ella se implementa la nueva información adquirida creándose una fusión y modificación del conocimiento. La información nueva o la que implementamos en la ya adquirida previamente, la fijamos y por tanto recordamos mejor posteriormente, si se nos presentó al inicio del aprendizaje, al final o como excepciones dentro del contenido o contexto. Saber esto nos ayuda para dirigir la fijación del recuerdo. La memoria de contexto puede ser por lo tanto un recurso didáctico para utilizar; un detalle emocional (un color, un olor, un objeto…) puede ayudarnos a fijar de forma asociada aquella experiencia. Y por último la *memoria prospectiva* que no es más que la capacidad de observar los objetivos marcados, crear el plan de acción y orientarnos hacia su consecución. Cuando proyectamos nuestra visión al futuro, también requerimos que la MT esté enfocada en ese momento, hacia ese "punto de mira" que anticipamos mentalmente.

El otro eje fundamental que planteamos relacionado con el aprendizaje, es nuestra *cognición social*, en la que se encuentran implícitas la *empatía emocional* y la *empatía cognitiva* como hemos mencionado anteriormente. En ambas existe la participación de las "neuronas espejo" (implicadas en el aprendizaje por imitación, en sentir en propio cuerpo lo que siente el otro, en saber interpretar lo que piensa el otro y en tener capacidad de empatizar somáticamente) y de las "neuronas de Von Economo" (implicadas en la conducta ética y social, cognición, emoción y atención). Nuestro cerebro social nos permite de forma innata aprender desde las primeras horas de nuestra salida al mundo, gracias a la atención compartida, la empatía y la imitación. Nuestra esencia es tan perfecta, que nos permite de forma inconsciente y desde las primeras etapas de vida, ser esponjas ávidas de conocimiento, tener activa la curiosidad para explorar el entorno y aprender aprovechando los modelos afectivamente reconocidos.

¿Qué influencias favorecen o deterioran nuestra capacidad de aprendizaje y memoria?

Ante todo tenemos que tener en cuenta que nuestro cerebro es un órgano de conocimiento emocional y cuanto más intensamente la emoción está implicada, más efectivo, rápido y persistente es el aprendizaje. Podemos "grabar a fuego"

incluso con una sola exposición anclando la experiencia cuando hay una intensa participación del cerebro emocional.

Nacemos con unas estructuras y cierta capacidad determinada genéticamente y sobre esta base, “creamos” durante nuestro proceso evolutivo. En esta creación realizamos una transformación estructural, neurobiológica, funcional y de capacidades, y esta transformación está influida por diferentes factores. Entre ellos, la calidad de nuestro entorno en los primeros años de vida. El hipocampo se desarrolla principalmente en esos momentos. En el primer año dobla su volumen y en el segundo sigue creciendo de forma importante para hacerse más lento después, aunque sigue modificándose en la adolescencia y en la edad adulta, también en función de nuestro estado anímico. Esta estructura es fundamental para la memoria episódica y semántica. Por este motivo el afecto, el apego, sobre todo en estos dos primeros años de vida es fundamental. A la memoria explícita también contribuye la CPF y cuanto más activa es esta zona en los niños, (confirmado por RMF) mejor toman las decisiones y mejor es su memoria de trabajo (MT). En niños de 4 a 11 años se ha confirmado que la conexión efectiva, entre su CPF y el lóbulo Parietal, se correlaciona con mejores puntuaciones en matemáticas, con independencia de su coeficiente CI. La memoria implícita, relacionada con los ganglios basales, el cerebelo y la corteza cerebral, está a veces más desarrollada a estas edades que la memoria explícita. En la adolescencia hay un adelgazamiento de la materia gris de la corteza (cuerpos neuronales) que avanza desde la parte posterior a la CPF. Se cree que cuanto más rápida es esta transformación, más inteligencia y más maduración adquirimos. Esta disminución de neuronas coincide con el aumento de mielinización de los axones de la CPF. Esto facilita su rápida y eficiente comunicación con el lóbulo temporal medial, comunicación fundamental para el aprendizaje y la memoria.

Otra importante influencia son los cambios epigenéticos (cambios fuera de la genética) que si bien no provocan cambios estructurales en nuestros genes, sí determinan cambios en su función. No hay cambios en el ADN pero sí cambios bioquímicos (metilación del DNA, acetilación, fosforilización o metilación de histonas y cambios en el RNA no codificante) que van a determinar que unos genes se expresen y otros se silencien. Algunos de estos cambios, se traducen en alteraciones de la capacidad plástica, disminución de la neurogénesis y alteraciones en la función de nuestras capacidades. Hay cambios epigenéticos, que son influenciados por el ambiente en el que nos desarrollamos, en función de la calidad del entorno y en concreto: de la alimentación, el ejercicio, la calidad de vida

(afectiva, calidad de sueño, de pensamiento)…Dada su trascendencia mencionaremos en este punto, condiciones que pueden ser oportunidad. Algunos de los factores negativos para nuestro aprendizaje son el estrés, la falta de afecto, el hábito de pensamiento negativo, la inactividad, la falta de sueño reparador…

De los factores positivos, una alimentación equilibrada rica en omega 3, folatos y polifenoles; un entorno de confianza con una influencia psicoafectiva favorable; hábitos de sueño (de calidad y cantidad adecuada) y hacer ejercicio desde la primera infancia van a favorecer nuestra salud, aprendizaje y memoria. Vamos a mencionar algunos de los cambios estructurales y funcionales que se han evidenciado ante la presencia de factores saludables:

Uno de los ejemplos sobre la influencia psicoafectiva fue publicado ya, en Nature Neuroscience en el año 2004. Existían evidencias de la tolerancia al estrés, durante la edad adulta, de las crías de ratón de madres cuidadoras, en relación a las crías de madres no cuidadoras y se reflejaba en cambios epigenéticos diferentes, en los receptores de cortisol del hipocampo, entre ambas especies. La estimulación táctil provocaba un incremento de Serotonina (5-HT), que a su vez creaba una cascada intracelular de moléculas en las neuronas del hipocampo y como consecuencia, la activación de un factor de transcripción (NGFI-A) capaz de unir enzimas epigenéticos, y cambiar el patrón de metilación de los receptores que inicialmente estaban metilados. El beneficio se mantenía hasta la edad adulta de los ratones. Esta conclusión es aplicable a otras especies, incluida la nuestra.

El ejercicio también provoca cambios en el giro dentado del hipocampo, dando como resultado una mejora de la memoria, el aprendizaje y un incremento de la LTP (potenciación a largo plazo). Sobre todo el ejercicio aeróbico, genera cambios moleculares, celulares, estructurales y funcionales.

Cambios moleculares consecuencia del ejercicio: El BDNF, factor neurotrófico que regula la supervivencia neuronal, su crecimiento y diferenciación. Asociado a la neurogénesis, interviene en fenómenos plásticos, en el aprendizaje y la memoria a corto plazo; La Adrenalina (A), asociada a la mejora de la memoria a largo plazo; La Dopamina (DA), que mejora la memoria a medio plazo; y las Endorfinas que aparte de sus efectos como opioides endógenos que son, incrementan de forma indirecta la producción de DA (neurotransmisor por excelencia de la motivación).

Cambios celulares, estructurales y funcionales, consecuencia del ejercicio: Mejora la neurogénesis (creación de nuevas neuronas), la angiogénesis (creación de nuevos

vasos) y la sinaptogénesis (creación de nuevas sinapsis), en zonas relacionadas con el aprendizaje, la memoria y la regulación del estrés, como el hipocampo. Se han observado también modificaciones en estructura y volumen de células glíales.

Estos cambios se correlacionan con la mejora en el rendimiento de tareas cognitivas relacionadas con la memoria y con evidencias registradas a través de técnicas de neuroimagen como la RMF y el PET, con incremento de volumen de los ganglios basales, del hipocampo, de la corteza cingulada anterior (CCA) y funcionalmente, reflejados a través de una mejora de la memoria visual, de las funciones ejecutivas y de la memoria de trabajo.

En cuanto al sueño, tenemos que decir que es fundamental en muchos aspectos, tanto el REM como el No REM. Es fundamental para el mantenimiento y reparación de la capacidad plástica; para la potenciación y estabilidad de las memorias y para el aprendizaje de nuevos conocimientos y adquisición de nuevas visiones, al integrar los nuevos aprendizajes con las redes existentes, se crean nuevas asociaciones y se extraen reglas ocultas en la información. Creamos nuevos conocimientos, que superan la suma de los ya existentes. El sueño transforma el conocimiento inconsciente (implícito) en consciente (explícito), mantenemos la información que es importante y desestructuramos o borramos la que no lo es. Por lo tanto también podemos desaprender cosas aprendidas durante el día.

Se ha demostrado además, que potencia el aprendizaje tanto si se duerme previamente al mismo, como si se duerme tras haber aprendido, porque prepara nuestros circuitos realizando “una puesta a punto”. Las Fases REM son las únicas que se han relacionado con la capacidad deductiva y la capacidad intuitiva y creativa.

Para terminar, haremos un pequeño inciso, pero importante en algunos recursos didácticos que favorecerán la consolidación del aprendizaje a largo plazo.

Recursos para aprender de forma efectiva y duradera

Según el investigador Cody Blair si sólo escuchamos retenemos un 5% de la información a las 24h. Si leemos, un 10%. Si utilizamos soporte audiovisual, la proporción aumenta hasta un 20%. Cuando damos explicaciones y argumentamos, favorecemos hasta un 50% la consolidación; si realizamos ejercicios prácticos, llegamos hasta un 75%, pero si nos implicamos en enseñar a otros lo aprendido, incorporamos hasta un 90-95% la asimilación del conocimiento.

Tener una participación activa, estar integrados en un grupo; que la materia a aprender tenga un valor emocional para quien aprende, que nos asombre lo que estamos aprendiendo y tengamos la posibilidad de ayudarnos con la repetición posterior, va a colaborar en la forma de aprender. Podemos hacer atractivo el aprendizaje, asociándole estímulos sensitivos o sensoriales agradables; procurando que el contexto donde se aprende nos resulte placentero. Asociar lo que se aprende, a objetivos personales establecidos de mutuo acuerdo con quien tiene que aprender; darle un sentido y que nos resulte atractivo y creativo. Ahora bien, lo fundamental, y esta es una responsabilidad casi exclusiva del educador, será establecer un vínculo afectivo saludable con quien aprende, que exista un respeto y unos valores que guíen y encuadren la relación. Establecido ese vínculo, nos permite aprender aunque el contenido no nos interese especialmente. Recordemos que nuestro cerebro es un órgano de conocimiento emocional. ¡Disfrutemos esa experiencia!

Bibliografía

Rosa Casafont.(2014) *Viaje a tu cerebro emocional*. Ediciones B

Ignacio Morgado Bernal (2014) *Aprender, recordar y olvidar. Claves de la memoria y la educación.* Ariel.

Joaquim Fuster (2014 *) Cerebro y libertad*. Ariel

Rosa Casafont (2012) *Viaje a tu cerebro. El arte de transformar tu mente.*. Ediciones B.

José María Bautista (2010) Todo ha cambiado con la generación Y. 40 paradigmas que mueven el mundo. Editorial: Frontera/Hegian

Anna Forés; Marta Ligioiz (2009) *Descubrir la neurodidáctica: Aprender desde, en y para la vida.* Editorial UOC

Joaquín Fuster (2008 *) The prefrontal cortex.* Elsevier (Academia Press)

Morgado Bernal I (2005).- *Psicobiología del aprendizaje y la memoria: Fundamentos y avances recientes*. Rev. de Neurología, 40(5): 289-97.

Para saber más:

http://www.investigacionyciencia.es/files/12919.pdf

https://escuelaconcerebro.wordpress.com/

http://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/numero/194/bases-biolgicas-del-aprendizaje-y-de-la-individualidad-4992

http://www.investigacionyciencia.es/revistas/mente-y-cerebro/numero/36/naturaleza-y-extensin-del-aprendizaje-implcito-935

http://www.investigacionyciencia.es/revistas/mente-y-cerebro/numero/51/el-aprendizaje-transforma-el-cerebro-8811