

CAPÍTULO 6

La visión neuropsicológica del aprendizaje

Liliana González Benítez
Diana Marcela Montoya Londoño

Introducción al estudio del aprendizaje y la memoria en el contexto del desarrollo infantil

Las ciencias cognitivas son consideradas como la suma de los desarrollos generados en diferentes disciplinas interesadas en el estudio del ser humano como sujeto cognoscente, entre las que se reconocen: la psicología, la neurología, la inteligencia artificial, la lingüística, la pedagogía y la filosofía, que han derivado en ideas unificadoras en torno a los conceptos de mente, inteligencia y aprendizaje (García y Fodor, 1990; Gardner, 1997; Medina, 2008; Thagard, 2010).

Es interés de las ciencias cognitivas el estudio del efecto de diferentes factores o variables en el desempeño de los procesos cognitivos, en cuanto se ha considerado que este conjunto de disciplinas que se agrupan bajo la categoría de las ciencias cognitivas, se definen como campos de conocimiento y áreas de problemas que se nutren en perspectiva interdisciplinar de todas las ramas del conocimiento citadas y que intentan determinar cómo el funcionamiento cerebral da lugar a la actividad mental.

Hay un cierto tipo de problemas que son de interés para los investigadores que han orientado su trabajo hacia el estudio de las ciencias cognitivas: aquellos acerca de la mente, el pensamiento, la representación mental y la solución de problemas (García y Fodor, 1990), la conciencia, las operaciones mentales, la metacognición, el empleo de estrategias y la autorregulación del aprendizaje (Thagard, 2010; Zimmerman, Bonner, & Kovach, 1996), así como el esfuerzo por explicar el conocimiento humano y el tipo de medios que emplean las personas para embarcarse en proyectos que les permitan alcanzar sus metas, representar, organizar y esbozar planes de acción y bosquejos provisionales, a la luz de la retroalimentación que les ofrecen los demás, con el objetivo de determinar si su ruta de acción ha llegado a buen término o si deben iniciar una nueva línea de trabajo (Gardner, 1997).

En el contexto de las ciencias cognitivas, la neuropsicología se encuentra entonces situada entre “la neurología y las ciencias biológicas por una parte, y la psicología y las ciencias comportamentales, por la otra” (Ardila y Ostrosky-Solis, 2012, 12). En el contexto del desarrollo infantil, es preciso señalar que desde la aplicación de la neuropsicología en los ámbitos cognitivo¹ y educativo², parece emerger la pregunta en torno a cómo se da el proceso de aprendizaje en los niños. Así, en la época actual uno de los problemas de mayor interés para el estudio de los científicos cognitivos lo constituye el abordaje del aprendizaje en el proceso de desarrollo en la infancia.

Ahora bien, el aprendizaje como proceso en el individuo ha sido entendido desde la psicología conductual y cognitiva como un cambio permanente en la conducta o en los esquemas mentales derivado de la experiencia (Domjan, 2014; Gluck, Mercado y Myers, 2009; Schunk, 1997). En este mismo sentido, para la neurociencia cognitiva, el aprendizaje ha sido comprendido como un subproducto de la capacidad cerebral, o como “una propiedad fundamental del cerebro que se manifiesta de diversas formas mediante múltiples sistemas diferenciados anatómica y funcionalmente” (Adrover-Roig, Muñoz-Marrón, Sánchez-Cubillo y Miranda-García, 2014, p. 11), que se constituye a partir de los diferentes mecanismos estructurales y funcionales de la memoria.

En este sentido, puede señalarse que la memoria se comprende como un sistema de recepción, almacenamiento y recolección de la información a través de la experiencia; es una de las funciones más activas del sistema nervioso y una de las facultades más importantes provistas para la supervivencia y progreso del individuo. Se considera que los mecanismos estructurales y funcionales del sistema nervioso por los que la experiencia constituye la memoria y modifica las conexiones y redes neuronales representan la base del aprendizaje.

¹ “La neuropsicología cognitiva (NPC) se basa en la explicación de síntomas que manifiestan los pacientes lesionados cerebrales, poniendo dichas explicaciones en términos de operaciones psicológicas alteradas, operaciones necesarias para el normal y eficaz proceso perceptivo, lingüístico, atencional, conceptual, mnésico, etc.” (Manning, 1990, p.154). Hace referencia a una neuropsicología de la normalidad.

² Se emplea el término neuropsicología educativa o Neuropsicopedagogía para referirse a las aplicaciones de la neuropsicología a la educación (García, González y Varela, 2009).

Así entendido, el proceso de aprendizaje constituye el fenómeno por el cual se adquiere nueva información o un nuevo conocimiento que se evidencia en diferentes formas de conducta, mientras que la memoria constituye el proceso cognitivo que permite el almacenamiento temporal y permanente de información, mediante el cual ésta es codificada, almacenada y recuperada (Adrover-Roig et al., 2014; Kolb y Whishaw, 2002).

En este contexto puede señalarse que la relación entre el aprendizaje y la memoria ha sido estudiada por la neurociencia cognitiva y la neuropsicología desde diferentes perspectivas teóricas, que representan algunos de los diferentes enfoques en el estudio de la memoria, así como formas de entender los modelos teóricos desde los cuales se comprende el desarrollo de la memoria en la infancia.

Dentro de las formas en las que se ha estudiado la memoria en su perspectiva de proceso cognitivo, se encuentran las clasificaciones realizadas con base en un criterio de tiempo y función (memoria declarativa vs memoria procedimental; memoria a corto, memoria de trabajo y memoria a largo plazo) (Adrover-Roig et al., 2014).

Desarrollo ontogenético y filogenético de la memoria como proceso cognitivo que subyace al aprendizaje

Bases neurobiológicas

En la actualidad hay suficiente evidencia científica que sustenta el cambio continuo del sistema nervioso, en la perspectiva del desarrollo filogenético, hasta llegar al desarrollo ontogenético del ser humano, en un trabajo complejo e integrado en torno al crecimiento, desarrollo y evolución del cerebro del ser humano a partir de la cito-arquitectura cortical (lóbulos y áreas), así como desde su fisiología (Llinás, 2003; Maturana y Varela, 2004; Muñoz-Delgado, Díaz y Moreno, 2015). Dichos cambios ocurren en función de la programación y memoria genética presente en todas las células del cuerpo, específicamente para el caso de las neuronas, esta programación del cerebro, al interactuar con la experiencia, hace posible la capacidad de recibir, registrar, almacenar y evocar información, proceso cognitivo que se considera la base del aprendizaje (Goodin, 2013).

En esta conducción y registro de la información se producen cambios metabólicos en las redes o circuitos neuronales a corto y a largo plazo, que se constituyen en modificaciones que ocurren a la base de cualquier proceso de aprendizaje.

Esta propiedad neuronal del cerebro humano es el fruto de una co-evolución, entendida como la respuesta del organismo a diversos estímulos del ambiente, favorecedores no solo del incremento paulatino del tamaño de la corteza cerebral, sino también de variaciones en la expresión genética en las células cerebrales, cambios que coinciden con el desarrollo de la conducta simbólica en el ser humano hace aproximadamente más de 50.000 años (Bufill y Carbonell, 2004).

La capacidad para representar y procesar, recepcionar, almacenar y evocar información ha sido enriquecida a lo largo del tiempo tanto por el aumento del tamaño cerebral producido durante este tiempo, considerado una gran conquista evolutiva de la especie, por la selección de determinadas habilidades cognitivas y comportamentales que desde cambios genéticos promovieran la comunicación y conectividad neuronal.

En este sentido, se le atribuye a mutaciones producidas hace más de 100.000 años la modificación de redes neuronales dada por el aprendizaje que deriva de la experiencia, proceso que desencadena en la formación de nuevas sinapsis. Esta comunicación sináptica, así como el establecimiento de redes neuronales, han hecho posible la formación de una cultura, social y simbólica, desde la cual ya el hombre no solo dependía de la memoria biológica, sino además de la potenciación de este proceso cognitivo a partir de las diferentes experiencias de aprendizaje (Bartra, 2014; Parra, 2014).

Dentro del proceso de tránsito del desarrollo filogenético de las especies al desarrollo ontogenético, se considera esencial el mecanismo de la plasticidad neuronal, la cual es definida como el conjunto de modificaciones que sufre un individuo a nivel de las redes neurales a largo plazo. También se denomina neuroplasticidad a todo proceso de cambio que se presenta en el sistema nervioso, en respuesta a la adaptación ante estímulos del ambiente (Garcés-Vieira y Suárez-Escudero, 2014; Navarro-González y Calero, 2011). Este fenómeno puede ser un proceso primario o plasticidad genéticamente determinada, directamente relacionada con el aprendizaje y la memoria (Garcés-Vieira y Suárez-Escudero, 2014).

Desde esta perspectiva del desarrollo, la plasticidad neuronal se basa en un principio electro-químico descubierto en la exploración del hipocampo y su participación en diversos procesos de memoria, estructura en la cual se demostró que fibras neuronales postsinápticas podían ser potenciadas (excitadas) por largo tiempo cuando las fibras presinápticas se estimulaban simultánea y repetidamente; esta respuesta presente en varias estructuras encefálicas (como en la corteza cerebral, el cerebelo y amígdala), se conoce con el nombre de potenciación a largo plazo (Cooke & Bliss, 2006).

A manera de ejemplo, puede indicarse bajo un modelo que la estimulación de las neuronas A liberan un neurotransmisor que al reaccionar en los receptores de la neurona B provocan una respuesta que posteriormente se registra; por ello la potenciación a largo plazo (LTP) es fundamental en la memoria y el aprendizaje, dado que produce modificaciones en las redes neurales.

La potenciación a largo plazo trata de un tipo de plasticidad que corresponde al concepto de asociación y que es propio de las más diversas áreas de la corteza cerebral implicadas en los diferentes tipos de memoria (memoria declarativa y en la memoria procedimental) (Hebb, 1985).

Ya en el hipocampo se descubren receptores encargados de conducir la respuesta a la estimulación y otros receptores, que funcionan como “detectores de coincidencia”, traducen una correspondencia entre dos neuronas a un mismo estímulo. La potenciación a largo plazo se evidencia en la eficacia y eficiencia en la conducción y procesamiento de los estímulos, en la acertada conexión entre las redes neurales.

Estos circuitos pueden construirse, modificarse, ajustarse, potenciarse o eliminarse durante el transcurso de la vida (Moreno-Fernández, Pedraza y Gallo, 2013). Si bien el número de neuronas es constante o tiende a disminuir con el tiempo, la estimulación y la actividad neuronal se encargan de una dinámica de redistribución del número de neuronas que participan en la tarea, con el fin de generar adaptaciones a los estímulos nuevos y que les permitan actuar eficazmente. Así entendido, el aprendizaje se evidencia en cambios relativamente permanentes en la actividad neuronal a nivel eléctrico, químico y/o estructural.

A partir de los cambios registrados por la neurona, en relación con el proceso de aprendizaje, se ha indicado que a nivel eléctrico se describen transformaciones relativamente perdurables en los potenciales postsinápticos excitatorios que hacen que la neurona descargue más fácilmente y con menor estimulación; a nivel químico es posible un cambio de la cantidad de los neurotransmisores liberados; y a nivel estructural se puede suponer una modificación en número de receptores postsinápticos o el aumento del número de conexiones neuronales (Fabra, 2012). Dicho de otra forma, la información quedaría “atrapada” en el cerebro gracias a la capacidad sináptica y se recuperaría mediante la activación de la red modificada resultante de la plasticidad.

Greenough & Black (1992, pp. 155-200) clasifican la plasticidad sináptica en tres categorías: 1) independiente de experiencia; 2) expectante de experiencia; y 3) dependiente de experiencia.

La plasticidad independiente de la experiencia está programada por determinados genes y se relaciona con modificaciones en la función o en el número de las sinapsis, sin que medien o intervengan factores de carácter ambiental o experiencial, como ocurre en las primeras fases del desarrollo prenatal.

La plasticidad expectante de la experiencia subyace a los denominados “periodos críticos o sensibles del desarrollo” en los que las estructuras cerebrales se encuentran “a la espera” de estímulos y experiencias para poder conectar y especializarse en determinados circuitos neurales, como la visión, la audición y el movimiento.

La plasticidad dependiente de la experiencia hace referencia a experiencias individuales y relacionadas con la formación de sinapsis nuevas, así como con el aumento de la eficacia de las sinapsis ya existentes.

Naturaleza del aprendizaje implícito

Aprendizaje hebbiano

Donald Hebb (1949) describe la hipótesis de cómo las neuronas fortalecen sus conexiones gracias al uso, lo que se conoce como el principio de Hebb. Así se considera que “neurons that fire together, wire together” (“las neuronas que disparan juntas, se conectan juntas”) (Hebb, 1949). En la postulación de su teoría señaló que las conexiones entre las neuronas, las cuales son en principio aleatorias, se organizan gracias a los *inputs* sensoriales y a la estimulación, y así se convierten en grupos de neuronas fuertemente interconectadas (Soriano, Guillazo, Redolar, Torras y Vale, 2007). Dicha actividad en red implica que células distantes del cerebro puedan trabajar juntas en función del aprendizaje.

El aprendizaje implícito comprende las formas de aprendizaje que no son conscientes, que no dependen de la función del hipocampo y que parecen derivarse de un tipo de aprendizaje por observación, conocido como aprendizaje por modelado, en el que la conducta del individuo actúa como estímulo para generar conductas similares en otros individuos que observan la actuación del modelo (Bartrés-Faz et al., 2011; Redolar et al., 2010; Soriano et al., 2007). Por su naturaleza, los aprendizajes implícitos son no declarativos, independientes de la conciencia y de la función del lóbulo temporal medial (Alcaraz y Gumá, 2001; Adrover-Roig et al., 2014).

El aprendizaje implícito suele adquirirse gradualmente y se logra a través del modelado y de la práctica; sus formas más conocidas desde las neurociencias cognitivas son: el aprendizaje no asociativo (habitación y sensibilidad), priming (facilitación), aprendizaje asociativo (modelos de condicionamiento clásico y operante), y aprendizaje procedimental (Bartrés-Faz et al., 2011; Redolar et al., 2010; Soriano et al., 2007).

Aprendizaje no asociativo. Habitación y sensibilidad

La habitación y la sensibilidad se consideran procesos esenciales de aprendizaje para la adaptación de los organismos al medio ambiente. Así entendida, la habitación se considera la forma más primaria de aprendizaje que ocurre en todos los organismos; este mecanismo es el proceso por el cual, ante un estímulo repetido, la respuesta del individuo es cada vez menos intensa. En consecuencia, la habitación se ha definido como la reducción en la ejecución de la conducta por la repetida presentación del estímulo o conjunto de estímulos, generalmente neutros, en un breve período de tiempo (Adrover-Roig et al., 2014; Alonso-García, 2012; Domjan, 2009).

Por el contrario, la sensibilización se define como el aumento de la respuesta de un individuo ante un estímulo (por nuevo o perjudicial). En tal sentido, es un proceso que induce que la respuesta a un estímulo, normalmente intenso, nocivo o que provoca miedo, sea más intensa de lo normal, por haberse presentado anteriormente un estímulo que ha causado un sobre salto inicial (Adrover-Roig et al., 2014; Alonso-García, 2012; Domjan, 2009).

Así entendido, el aprendizaje representa un proceso de cambio neuronal, como expresión de la modificación conductual derivada de la experiencia; mientras que la memoria implica la capacidad de adoptar el cambio de manera relativamente permanente a partir del uso del conocimiento adquirido. Uno de los ejemplos con los que más se ha estudiado la formación de aprendizajes simples como la habituación o la sensibilización, lo constituye el modelo de aprendizaje en la *Aplysia*.

La *Aplysia* es un caracol marino que tiene un sifón para expulsar agua de mar y desechos.

Cuando se toca el sifón, tanto éste como la branquia adyacente se retiran bajo un manto protector, respuesta que se denomina reflejo de retracción de la branquia de la *Aplysia*. La habituación consiste en la reducción gradual de la fuerza de reacción conductual ante un estímulo que se presenta de forma repetida. Así, por ejemplo, si se toca el sifón de la *Aplysia* una vez cada 30 segundos, el reflejo de retracción de la branquia cada vez se vuelve menos vigoroso (Carew, Pinsker, & Kandel, 1972, p. 451; Orrego-Cardozo y Tamayo, 2016, p. 476).

Aprendizaje y memoria perceptiva. Priming

De acuerdo con diferentes autores, el tipo de aprendizaje denominado priming facilita el procesamiento de un material específico, al cual el individuo ha tenido acceso previamente a nivel perceptivo, semántico o conceptual (Adrover-Roig et al., 2014; Vaidya, Monti, Gabrieli, Tinklenburg, & Yesevage, 1999).

El priming perceptivo es sensorial y se fundamenta en el análisis de la similitud en las formas de los estímulos, mientras que el priming semántico se asienta en el significado conceptual de las palabras. El priming ayuda a construir de manera inconsciente réplicas en el cerebro de los estímulos que se procesan, ya sea a nivel físico (priming perceptivo) o de significado (priming semántico) (Adrover-Roig et al., 2014; Irving & Cooper, 1992).

El priming facilita la detección o la identificación de estímulos iguales o similares a los anteriormente presentados, debido únicamente a dicha presentación previa. Se considera que el aprendizaje por priming genera cambios en la actividad de la neocorteza, siendo independiente del lóbulo temporal medial (Adrover-Roig et al., 2014).

Aprendizaje asociativo (clásico y operante)

El aprendizaje asociativo, como su nombre lo indica, requiere el establecimiento de una asociación entre dos estímulos (condicionamiento clásico) o entre la respuesta emitida ante un estímulo y las consecuencias de dicha respuesta (condicionamiento operante).

El condicionamiento clásico se entiende como una forma básica de aprendizaje en donde un sujeto aprende la asociación entre un estímulo incondicionado (EI) y un estímulo neutro (EN).

En el modelo de Pavlov (1973), el estímulo incondicionado (EI) elicitaba una respuesta del organismo (ejemplo: a comida produce salivación), mientras que una respuesta incondicionada se genera de manera automática ante la aparición del estímulo incondicionado (ejemplo: cantidad de saliva que segrega el perro cuando se le presenta la comida).

Por definición, el estímulo neutro (EN) no genera ninguna respuesta del sujeto. El estímulo condicionado (EC) ha adquirido algunas propiedades del estímulo incondicionado (EI), por lo tanto, desencadena una respuesta similar (ejemplo: el sonido de la campana al inicio del proceso de aprendizaje para el perro en los experimentos de Pavlov). Finalmente, la respuesta condicionada aparece ante el estímulo incondicionado (ejemplo: salivación de los perros de Pavlov ante el sonido de la campana).

La presentación conjunta y repetida de un estímulo incondicionado, seguido de un estímulo condicionado, es lo que produce una respuesta condicionada (Rozo & Rodríguez-Moreno, 2015).

Según Pavlov (1997):

Los centros encargados de los reflejos condicionales serían los hemisferios cerebrales, a los que les corresponde la actividad compleja de síntesis y análisis del mundo exterior. Las nuevas conexiones temporales son, en esencia, un proceso de excitación y de síntesis, pero se requiere además un ajuste rápido de los reflejos temporales en concordancia con el medio externo. El análisis y la inhibición permiten corregir los reflejos condicionados (Pavlov, 1997, p. 7; Rozo y Rodríguez Moreno, 2015, p. 125).

El condicionamiento clásico demostró que la presentación de un estímulo incondicionado al organismo generaba una respuesta incondicionada (biológica), mientras que, si se asociaba la presentación del estímulo condicionado, seguido del estímulo incondicionado, el organismo aprendería una respuesta condicionada en ausencia del estímulo incondicionado.

El condicionamiento operante es planteado por Skinner (1953); en su teoría, más que hacer énfasis en la asociación entre estímulos, se postula la importancia de la consecuencia en el aprendizaje. El condicionamiento operante es una forma básica de aprendizaje derivada de la consecuencia. Como resultado, la probabilidad de

que se mantenga o incremente una conducta está dada por la presentación de la consecuencia en la forma de un reforzador positivo; por el contrario, la probabilidad de extinción de una conducta, dependerá de la presentación de la consecuencia como un castigo.

De ahí que para la teoría del condicionamiento operante se aumenta la probabilidad de que se aprenda y aparezca una respuesta cuando va seguida de un reforzador o disminuirla si se va eliminando el reforzador (Adrover-Roig et al., 2014).

Aprendizaje y memorias procedimentales

El aprendizaje procedimental se relaciona con las destrezas, repertorios conductuales o procedimientos que implican un alto componente motor. Dentro de las áreas cerebrales implicadas en el aprendizaje y la memoria procedimentales, desempeñan un papel importante las conexiones corticoestriatocorticales y corticocerebelocorticales (Adrover-Roig et al., 2014).

Naturaleza del aprendizaje explícito

La memoria se entiende como la capacidad que tienen los seres vivos, entre ellos el hombre, para recepcionar, almacenar y evocar información. Así mismo, es un proceso cognitivo asumido como

la conservación de la información dada por una señal, después de que se ha suspendido la acción de dicha señal o como la impresión, el grabado, la retención, y la reproducción de las huellas de la experiencia anterior, que le permiten al hombre acumular información (Luria, 1979, p. 280).

Dentro de los fenómenos básicos de la memoria explícita se encuentran:

El registro de la información: es la estrategia cognoscitiva que se usa para la recepción de la información que llega al cerebro.

El proceso de codificación: se refiere a la organización y mantenimiento de la información en los diferentes sistemas de memoria, en relación con el tiempo y la modalidad sensorial. Formas de este tipo de memoria son: la sensorial, a corto plazo y largo plazo, así como las memorias visual, auditiva y kinestésico corporal, entre otras.

La evocación de la información: está constituida por las diferentes estrategias de recuperación de la información aprendida, que se encuentran en los sistemas de almacenamiento del cerebro, por medio de tareas de recuperación espontánea, por clave semántica y por reconocimiento verbal-auditivo.

En relación con las fases de memoria, se ha reconocido que la etapa de codificación inicia con la llegada de un estímulo preseleccionado al organismo, que permanece por milisegundos, mientras que la fase de almacenamiento comienza cuando se activa la memoria a corto plazo, la cual representa un almacenamiento frágil susceptible a la interferencia. El almacenamiento permanente de la información implica la memoria a largo plazo. Por último, puede señalarse que la etapa de recuperación de la información implica la búsqueda y evocación de material consolidado en la memoria a largo plazo (Ardila, 1985; Ardila y Rosselli, 2007).

Dentro de los tipos de memoria explícita en relación con el criterio de tiempo, se reconoce:

La memoria sensorial o ultracorta que tiene una duración de milisegundos. Este tipo de memoria implica la fase inicial de la atención, y el proceso de registro de la percepción. En ella se reconoce un tipo de memoria sensorial icónica y ecoica.

La memoria a corto plazo es un sistema de capacidad limitada, en el cual la información es mantenida por la atención continuada y el ensayo (Sierra-Fitzgerald y Ocampo-Gaviria, 2013). Se considera que en promedio este tipo de memoria dura de 20 a 30 segundos; luego es reemplazada por el nuevo material. Así mismo, se estima que el máximo de reactivos que se pueden almacenar son de (7 ± 2) rango considerado como el *spam* o el volumen de memoria.

La memoria de trabajo (MT) es un proceso cognitivo que está fundamentado en el almacenamiento y manipulación temporal de la información. La memoria de trabajo se solidifica gracias al desempeño del sistema ejecutivo central, componente de la MT relacionado con los mecanismos de atención y control ejecutivo. Su función está centrada en el manejo de dos sistemas esclavos conocidos como: bucle fonológico y agenda viso espacial. El bucle fonológico tiene como función el almacenamiento de información verbal, información conocida como huella de memoria y que permanece reverberante gracias al apoyo del repaso articulatorio. La agenda viso espacial, al igual que el bucle fonológico, es un sistema de almacenamiento de la información visual y espacial, sin embargo, el mecanismo mediante el cual la información permanece *on line* no ha sido muy bien estudiado. Baddeley (2007) presenta una modificación de este modelo agregando a los componentes básicos el bucle episódico, el cual tiene como función enlazar la información de los demás mecanismos y convertirla en un solo código, además permite el acceso del ejecutivo central a la memoria a largo plazo (MLP).

La MLP es la que permanece relativamente estable, en la que se almacena información relevante por un período de tiempo prolongado a partir del uso. Dentro de sus tipos se encuentran las memorias: declarativa y procedimental.

La memoria declarativa hace referencia al proceso de adquisición, almacenamiento y evocación de la información, esencialmente se reconocen dos tipos: semántica, que se adquiere por medio del lenguaje y su contenido puede ser verbalizado; y episódica o memoria autobiográfica, que implica el almacenamiento de episodios específicos con referencia a un hecho histórico (Boyano, 2012). Se considera que la memoria declarativa es un tipo de memoria consciente.

La memoria procedimental se relaciona con la memoria de rutinas e implica los aprendizajes adquiridos de forma automática y de cierta manera de forma no consciente, aunque sea un tipo de memoria a largo plazo.

En este contexto se ha señalado que la memoria declarativa incluye la memoria episódica (autobiográfica o experiencial) y la memoria semántica. En relación con la primera, puede indicarse que contempla datos y hechos concretos, o a la recuperación de eventos desde unos criterios espaciales, y temporales; mientras que la segunda considera los aprendizajes de naturaleza verbal en los que están implicados el uso de palabras, los símbolos verbales o relaciones semánticas (Ardila, 1985; Ardila y Rosselli, 2007).

Desarrollo de la memoria y el aprendizaje

Tabla 1.

Rangos de edad y características cognitivas de la memoria en niños y niñas durante la primera infancia

Memoria	
Edad	Indicadores del desarrollo de la memoria
3 ^a	<p>Usan estrategias mnemotécnicas no verbales.</p> <p>Asocian la frecuencia y duración de las miradas y la manipulación con la retención de la localización de los objetos.</p> <p>Emplean la mirada y el contacto con los objetos como estrategia de retención; en otras palabras, los niños pequeños pueden actuar estratégicamente cuando las conductas adecuadas son simples, dando como resultado una mejora en el recuerdo. Inicio del desarrollo de la capacidad de recuperación.</p>
4 ^a	<p>Usan medios concretos o gráficos como estrategia de recuperación de la información frente a tareas de asociación entre dibujos y juguetes. Aparece una conducta mnemotécnica orientada hacia un objetivo.</p> <p>Participan en tareas de entrenamiento mnemotécnicas, como la repetición, que les sirven como estrategia de codificación y les permiten recordar con mayor exactitud después de intervalos temporales.</p> <p>Los niños entienden que una instrucción para recordar es una llamada implícita para desarrollar las actividades de memorización adecuadas.</p> <p>Parecen tener un falso sentimiento de seguridad mnemotécnico. Si el niño de cuatro años cree que tiene una amplitud de memoria de ocho ítems, entonces, puede que no vea la necesidad de acudir a la mnemotecnia.</p> <p>Emplean con eficacia la memoria de reconocimiento. Los niños pequeños pueden reconocer largas listas de dibujos con un alto nivel de precisión; y una precisión razonablemente alta se mantiene durante más de una semana después de la observación inicial de los estímulos. Puede plantearse que la capacidad de reconocimiento del niño pequeño es similar a la de los niños mayores y a la de los adultos, cuando los estímulos son complejos y no familiares, al igual que cuando los estímulos son objetos simples y familiares.</p>

Continúa en la siguiente página

Continuación Tabla 1. Rangos de edad y características cognitivas de la memoria en niños y niñas durante la primera infancia

Memoria	
Edad	Indicadores del desarrollo de la memoria
5 ^a	<p>Manifiestan habilidad para recordar agrupando objetos y/o dibujos por categorías.</p> <p>Desconocimiento específico de las limitaciones de la memoria inmediata, antes que una insensibilidad global a las propias facultades.</p> <p>Se hacen más realistas en sus predicciones cuando se somete a prueba repetidamente su recuerdo.</p> <p>La exactitud de la posición, a diferencia de la exactitud en la predicción, es alta en niños de 5 y 6 años. Los niños de preescolar se dan cuenta cuando han contestado correcta e incorrectamente en una tarea de memoria de reconocimiento, especialmente en tareas de recuerdo libre y de aprendizaje de pares asociados. Utilizan las estrategias de manera más eficaz.</p>
6 ^a	<p>Usan indicios para recordar.</p> <p>La familiaridad de un ítem es un determinante importante de su memorabilidad</p> <p>Tienen un desempeño diferente ante la precisión, en el reconocimiento de objetos aislados y escenas que precisan objetos dispuestos de un modo específico. Es evidente la consecuencia que esto tiene para los estudios sobre la memoria de reconocimiento. Al parecer, cuando se emplean solo objetos aislados como estímulos, el niño o niña de preescolar puede examinar el estímulo durante la presentación original y durante la prueba, con suficiente eficacia para garantizar una retención razonablemente precisa. Cuando los dibujos a reconocer contienen más de un objeto, es probable que los métodos ineficaces de examinar estímulos del niño o niña pequeños hagan que no todos los detalles del dibujo sean codificados con precisión en la memoria.</p> <p>Los preescolares pueden reconocer más de 100 dibujos simples, pero su habilidad es menor cuando los estímulos son dibujos complejos que contienen varios objetos.</p>

Fuente: elaboración propia, 2017.

Nota: adaptada de Flavell, Friedrichs, & Hoyt, 1970, pp. 324- 340; Kail, 1984, pp. 4-5, 13-19, 28-38, 41- 47, 52-76.

En consecuencia de lo expuesto anteriormente, la experiencia es la principal fuente de modificación de la estructura y función cerebral, con derivaciones para los diferentes niveles de integración más o menos permanentes, especialmente cierto durante las primeras etapas de la vida prenatal, gestacional y postnatal, que el desarrollo de estructuras y redes neurales que soportan la memoria y el aprendizaje son parte de una programación genética. Se ha demostrado en animales de experimentación que las características de la plasticidad en las primeras fases de la vida no obedecen a factores extragénéticos, su quehacer es la organización áreas corticales que luego viabilizarán las capacidades para el aprendizaje complejo, como son la recepción y transmisión de información, el procesamiento y almacenamiento en las diferentes modalidades sensoriales (visuales, auditivas o somestésicas), además de la interacción con el entorno, a través del movimiento.

A finales de la vida prenatal y la infancia hay un fino ajuste de las nuevas sinápsis y en el cual las redes neuronales requieren de una guía de actividad producida usualmente por la interacción con el entorno (mediato e inmediato), de donde procede nueva información que va a hacer integrada y asociada según el plan genético neuronal y caracterizada por operaciones de alta complejidad que comprenden la recepción, la retención, el análisis, la síntesis, el almacenamiento y la evocación de información.

Actualmente no existe duda de que la actividad neuronal originada por la experiencia sea primordial para el desarrollo normal de las redes cerebrales, aunque no hay claridad en la forma como esto sucede; una posibilidad es que un mínimo de estimulación sea necesaria para estabilizar patrones o guías de actividad predeterminados y la interacción con el ambiente proporcionaría la información.

En esta temprana época de la vida, los estudios sugieren que la arborización dendrítica y el desarrollo de nuevas sinápsis continúan indefinidamente en algunos sistemas cerebrales responsables del almacenamiento de información y del aprendizaje y, según Palmer, Markakis, Willhoit, Safar, Cage (1999), de nuevo tejido neuronal que puede originarse incluso en la adultez, particularmente en áreas asociadas con la memoria y el aprendizaje (hipocampo).

Más tarde, en la niñez tardía y la adolescencia, la eficacia y eficiencia sináptica se relaciona con modificaciones de corto a largo plazo en la estructura (morfológicas) y función de las redes neurales, a consecuencia de múltiples experiencias. En las etapas de la vida, el desarrollo cortical está representado por la transición anatómica y funcional de una memoria filética o arcaica (memoria de la especie) a una memoria actualizada y de carácter individual (Fuster, 2003).

La memoria filética en el ser humano está implicada en la organización y función de áreas primarias de la corteza cerebral (motoras y sensitivas), que remiten información a las áreas secundarias y terciarias o asociativas (exclusivas de esta especie), donde se configuran memorias y aprendizajes perceptuales, y a otras áreas motoras donde se forman esquemas ajustados de actuación (Luria, 1974, 1979). Las memorias contienen los conocimientos de hechos, objetos y nociones a través de un proceso de trascendencia de lo sensorialmente concreto a lo conceptualmente abstracto. De igual forma, se trasciende desde una memoria motriz o procedimental a un control, monitoreo y evaluación de nuestras actuaciones o conductas.

Para generar un proceso de aprendizaje, las experiencias se deben integrar -por medio de nuevas y/o mejores conexiones- a una red neural pre-establecida, donde la información reciente se asocia a la antigua y la consolidación de la información se convierte en parte de la misma red. De allí depende que las experiencias individuales diversas, numerosas y oportunas complejicen las redes neurales y que persistan sujetas a expansión y potenciación (González Benítez, 2004, pp. 149-152).

A manera de síntesis, se afirma que los niños y niñas pequeños emplean estrategias mnemotécnicas simples de tipo no verbal; por ejemplo, los actos de tocar y mirar. Asimismo, parecen inconscientes de la amplitud limitada de la memoria inmediata; y se juzga que la distinción entre recuerdo-reconocimiento se establece de una forma básica a una edad temprana, aunque los niños y niñas pequeños pueden no entender completamente por qué el reconocimiento es más fácil, limitación probablemente explicada por el poco desarrollo de la metacognición a esta edad (Flores-Lázaro y Ostrosky, 2012).

Dado que los niños y niñas de corta edad valoran solo con una precisión moderada el estado de la información que hay en su memoria, y como consecuencia recuerdan mal, tienen interés en saber qué acción mnemotécnica realizan cuando se les facilita esta información. ¿Qué hacen los niños y niñas cuando se enfrentan al

hecho de que su recuerdo no ha sido precisamente perfecto? (Kail, 1984). Desde esta perspectiva la maduración del niño y el proceso de escolarización, hacia el desarrollo de un mayor nivel de conciencia que le permita el conocimiento y el uso de la meta memoria en función de mejorar su proceso de aprendizaje (Veenman, 2012).

Referencias

- Adrover-Roig, D., Muñoz-Marrón, E., Sánchez-Cubillo, I. y Miranda-García, R. (2014). Neurobiología de los sistemas de aprendizaje y memoria. En D. Redolar (Editor), *Neurociencia cognitiva* (p. 411). Panamericana Médica: España.
- Ardila, A. (1985). La memoria: aspectos conceptuales. En A. Ardila, P. Montañés y M. Rosselli (Eds.), *La memoria: principios neuropsicológicos* (pp. 107-111). Medellín: Prensa Creativa.
- Alcaraz, V. y Gumá, E (2001). *Texto de Neurociencias Cognitivas*. Manual Moderno: México D.F.
- Alonso García, J. (2012). *Psicología*. McGraw Hill Interamericana: México.
- Ardila, A. y Ostrosky-Solis, F. (2012). *Guía para el diagnóstico neuropsicológico*. Recuperado de <http://medina-psicologia.ugr.es/moodle/mod/forum/discuss.php?d=575>.
- Ardila, A. y Rosselli, M. (2007). *Neuropsicología clínica*. México: Manual Moderno.
- Baddeley, A. (2007). *Working Memory, thought and action*. England: Editorial. Cambridge.
- Bartra, R. (2014). *Antropología del cerebro. Conciencia, cultura y libre albedrío*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bartrés-Faz, D., Redolar, D., Lapena, I., Ezquerro, M., Gallardo, D., Lladó, A. y Solé, C. (2011). *Bases genéticas de la conducta*. Barcelona: Editorial UOC.
- Boyano, J. (2012). Bases neuropsicológicas de la memoria autobiográfica. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 7(3), 98-102.
- Buñill, E. y Carbonell, R. (2004). Conducta simbólica y neuroplasticidad. ¿Un ejemplo de coevolución gen – cultura? *Revista de neurología*, 39(1), 48-55.
- Carew, T., Pinsker, H., & Kandel, E. (1972). Long – Term habituation of defensive withdrawal reflex in *Aplysia*. *Science*, 175, 451-454.

- Cooke, S., & Bliss, T. (2006). Plasticity in the human central nervous system brain. *Brain*, 129(7), 1659-1673.
- Domjan, M. (2009). *Principios de aprendizaje y conducta*. España: Thomson.
- Domjan, M. (2014). *A review of the principles of learning and behavior (7th ed.)*. Stamford, Connecticut, EE.UU.: Cengage.
- Fabra, M. (2012). El potencial de acción. *MoleQla: Revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide*, 5, 166-170.
- Flavell, J., Friedrichs, A., & Hoyt, J. (1970). Developmental changes in memorization processes. *Cognitive Psychology*, 1, 324-340.
- Flores-Lázaro, J. y Ostrosky, F. (2012). *Desarrollo neuropsicológico de los lóbulos frontales y funciones ejecutivas*. México: Manual moderno.
- Fuster, J. (2003). *Cortex and Mind*. Oxford: Unifying Cognition.
- Garcés-Vieira, M. y Suárez-Escudero, J. (2014). Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológico. *Revista CES Médica*, 28(1), 119-132.
- García, J. y Fodor, H. (1990). Funcionalismo y ciencia cognitiva, lenguaje, pensamiento, modularidad y conexionismo. Entrevista a Henry Fodor. *Revista Estudios de Psicología*, 45, 5-31.
- García, M., González, L. y Varela, V. (2009). Propuesta de evaluación e intervención neuropsicopedagógica en población infantil. Cátedra Colombiana de Psicología Mercedes Rodrigo. Recuperado de http://www.ascofapsi.org.co/b_catedra.htm.
- Gardner, H. (1997). *La nueva ciencia de la mente. Historia de la revolución cognitiva*. España: Paidós.
- Gluck, M., Mercado, E. y Myers, C. (2009). *Aprendizaje y memoria. Del cerebro al comportamiento*. Prentice Hall: México.
- González Benítez, L. (2004). Neuropsicología y aprendizaje. *Revista Plumilla Educativa*, 3, 149-152.
- Goodin, A. (2013). La evolución del aprendizaje: más allá de las redes neuronales. *Revista Chilena de neuropsicología*, 8(1), 20-25.
- Greenough, W., & Black, J. (1992). Induction of brain structure by experience: Substrate for cognitive development. En M. R. Gunnar & C. A. Nelson (Eds.), *Minnesota symposia on child psychology 24: Developmental behavioral neuroscience* (pp. 155-200). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Hebb, D. (1985). *Debate: la organización de la conducta*. Madrid: Editorial Debate
- Hebb, D. (1949). *The Organization of Behavior*. New York: Wiley & Sons.
- Irving, B., & Cooper, E. (1992). Size invariance in visual object priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(1), 121–133.
- Kail, R. (1984). *El desarrollo de la memoria en los niños*. Madrid: Editorial Siglo XXI.
- Kolb, B. y Whishaw, Q. (2002). *Cerebro y conducta: una introducción*. Mc Graw Hill: Madrid.
- Llinás, R. (2003). *El cerebro y el mito del yo. El papel de las neuronas en el pensamiento y el comportamiento humanos*. Bogotá: Editorial Norma.
- Luria, A. (1974). *El cerebro en acción*. Barcelona: Fontanella.
- Luria, A. (1979). *El cerebro en acción*. España: Fontanella.
- Manning, L. (1990). Neuropsicología cognitiva. Consideraciones metodológicas. *Revista: Estudios de Psicología*, 43-44, 153-168.
- Maturana, H. y Varela, F. (2004). *El árbol del conocimiento: las bases biológicas del entendimiento humano*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Medina, N. (2008). La ciencia cognitiva y el estudio de la mente. *Revista de investigación en Psicología*, 11(1), 183-198.
- Moreno-Fernández, R., Pedraza, C. y Gallo, M. (2013). Neurogénesis hipocampal adulta y envejecimiento. *Revista escritos en Psicología*, 6(3), 14-24.
- Muñoz-Delgado, J., Díaz, J. y Moreno, C. (2015). *Genealogía de la mente humana. Evolución, cerebro y psicopatología*. México: Editorial Heder.
- Navarro-González, E. y Calero, M. (2011). Relación entre plasticidad y ejecución cognitiva: el potencial de aprendizaje en ancianos con deterioro cognitivo. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 1(2), 45-59.
- Orrego-Cardozo, M. y Tamayo, O. (2016). Bases moleculares de la memoria y su relación con el aprendizaje. *Revista Archivos de Medicina*, 16(2), 467- 484.

- Parra, J. (2014). Renovación sináptica y evolución: el eje de la plasticidad cerebral. *Revista Poiésis*, 28, 1-5.
- Pavlov, I. (1973). *Actividad nerviosa superior*. Barcelona: Fontanella.
- Pavlov, I. (1997). *Los reflejos condicionados. Lecciones sobre la función de los grandes hemisferios*. Madrid: Morata.
- Redolar, D., Moreno, A., Robles, N., Soriano, C., Torras, M. y Vale, A. (2010). *Fundamentos de Psicobiología*. Barcelona: Editorial: UOC.
- Rozo, J. y Rodríguez-Moreno, A. (2015). Santiago Ramón y Cajal e Ivan Petrovich Pavlov: ¿existe complementariedad entre sus teorías? *Rev Neurol*, 61(3), 125-36.
- Schunk, D. (1997). *Teorías del aprendizaje*. México: Prentice Hall.
- Skinner, B. (1953). *Science and human behavior*. New York: The Free Press.
- Soriano, C., Guillazo, G., Redolar, D., Torras, M. y Vale, A. (2007). *Principios de neurociencia*. Barcelona: Editorial UOC.
- Sierra-Fitzgerald, O. y Ocampo-Gaviria, T. (2013). El papel de la memoria operativa en las diferencias y trastornos del aprendizaje escolar. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 45(1), 63-79.
- Thagard, P. (2010). *La mente. Introducción a las ciencias cognitivas*. España: Kazt Editores.
- Vaidya, C., Monti, L., Gabrieli, J., Tinklenburg, J. & Yesevage, J. (1999). Dissociation between two forms of conceptual priming in Alzheimer's disease. *Neuropsychology*, 13(4), 516-524.
- Veenman, M. (2012). Metacognition in Science Education: Definitions, Constituents, and Their Intricate Relation with Cognition. In A. Zohar y Y. Dori (Eds.), *Metacognition in Science Education. Trends in Current Research* (pp. 21-36). New York: Springer.
- Zimmerman, B., Bonner, S., & Kovach, R. (1996). *Developing self-regulated learners. Beyond achievement to self-efficacy*. Washington, DC: APA.