

CAPÍTULO 5

Una aproximación a la dinámica del sistema nervioso central para el aprendizaje

Carlos Andrés Toro

La neuropsicopedagogía se viene perfeccionando en los últimos años como una nueva disciplina que pretende dar respuestas al proceso de aprender en el ser humano, desde los campos de la neurología, psicología y pedagogía, al tiempo que edifica las bases de una nueva concepción de aprendizaje.

Entender el aprendizaje desde la neurología y la psicología es adentrarse en la comprensión del Sistema Nervioso (SN) y cómo cada estructura y sistema son de suma importancia para la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades que determinarán el proceso de aprendizaje desde la pedagogía, es decir, cómo cada componente del cerebro se relaciona cuando el sujeto aprende algo nuevo o recuerda algo aprendido, cómo esas etapas sensibles serán favorecedoras de procesos de aprendizajes y cómo la plasticidad cerebral no es un asunto exclusivo de la infancia.

Para comprender el término aprendizaje, instaurémonos en la filogenia, la cual aborda el origen y desarrollo evolutivo de la especie desde el homínido Homo Habilis, quien era capaz de crear y utilizar herramientas, hasta llegar al homínido Homo Sapiens, quien era capaz de pensar, ser sabio y utilizar el lenguaje; en la interacción de ese primate con el medio, se da la posibilidad de modificar (evolucionar) su especie (Sterelny, 2012, p. 173). Por su parte, la ontogenia describe la evolución de un individuo desde el periodo embrionario, desarrollando durante este ciclo las estructuras necesarias para la constitución de un nuevo sistema nervioso; es así como se origina, a partir de la transformación de un óvulo fecundado, la creación de las capas germinativas (ectodermo,

mesodermo y endodermo) que darán inicio a un conjunto de células, tejidos, órganos y sistemas en el ser humano. Estos sistemas, en especial el sistema nervioso, permitirán al ser humano interactuar con el ambiente; por este hecho existe relación entre la filogenia y la ontogenia, esa interacción otorgará al individuo el proceso de aprendizaje. El desarrollo del ser humano no guarda relación con el sobrevivir y adaptarse al medio, sino con la capacidad para aprender y adaptarse en determinados entornos (Molerio Pérez, Otero Ramos y Nieves Achón, 2007). Ahora bien, la formación del sistema nervioso comienza en el periodo embrionario; después de la fecundación del óvulo, éste debe pasar por ciertos cambios (cigoto, mórula, blastocisto, implantación, gástrula) para generar el disco trilaminar o disco germinativo (ectodermo, mesodermo y endodermo), donde la capa ectodérmica constituirá el sistema nervioso (central y periférico) y otras estructuras necesarias para el ser humano (Cowan, 1979).

A partir de lo expuesto, se puede pensar en cómo aprende el cerebro. En primera instancia intervine el estímulo del exterior por medio de los sentidos, a su vez, el cerebro se prepara para el aprendizaje a través de la formación de conexiones sinápticas entre neuronas, donde se transmiten mensajes electroquímicos (neurotransmisores) que viajan por toda una red de células cerebrales (red neuronal) permitiendo un cambio significativo en dicha red, la formación de nuevas sinapsis. Asimismo, comienzan a modificarse las conexiones existentes, es decir, se fortalecen o se debilitan (Ansermet y Magistretti, 2006). Es así que el proceso de aprendizaje se puede dar en tres etapas: la primera está relacionada con la información proveniente de los sentidos, donde se distribuye a diferentes áreas específicas del cerebro, según su naturaleza. La segunda, es cuando esa información se procesa y se involucra con la emoción en diferentes áreas subcorticales del cerebro, en especial, el sistema límbico, quien es el responsable de la emocionalidad del sujeto. Y la tercera etapa ocurre cuando esa información es depurada y la relevante es enviada al hipocampo, donde se almacena para luego ser evocada en el proceso de memoria (Caicedo López, 2012); la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo, cada una con sus propias características neurales (Caicedo López, 2012, p. 89).

Continuando con las estructuras cerebrales, Sans Fitó (2010) argumenta que el cerebro está conformado por los siguientes lóbulos:

Occipitales: reciben y procesan la información visual. Las regiones colindantes con el lóbulo temporal pueden procesar las palabras escritas o la cara de un conocido a una gran velocidad. Las regiones que colindan con el lóbulo parietal procesan la información visoespacial compleja.

Parietales: reciben y procesan la información somatosensorial. Tienen un papel fundamental en el reconocimiento de los objetos por el tacto, orientación en el espacio, aprendizaje motor y reproducción de figuras.

Temporales: reciben y procesan información auditiva. Contiene el hipocampo, relacionado con la memoria, y la amígdala, implicada en el control de las emociones y conductas instintivas.

Frontales. Implicados en:

- Funciones motrices: las lesiones en estas áreas cerebrales se traducen en discapacidades motrices como la hemiplejía.
- Funciones ejecutivas: capacidad de planificación, de toma de decisiones, autocontrol de la conducta, aprendizaje de los errores, previsión de las consecuencias de los actos, etc. Son las funciones cerebrales más sofisticadas y de más alto nivel (Sans Fitó, 2010, p. 67).

Respecto a dónde se produce el aprendizaje, la respuesta es: en muchos sitios. Los lóbulos frontales se activan cuando necesitamos prestar atención y pensar en información y acontecimientos novedosos. A su vez, todos los lóbulos de la corteza se activan en mayor o menor medida para interpretar la nueva información a partir de un conocimiento previo (Byrnes, 2001, como se citó en Ormrod, 2005). El hipocampo parece ser un elemento básico en el proceso de aprendizaje, coordinando la información que recibe de manera simultánea desde diferentes partes del cerebro (Bauer, 2002; Squire y Álvarez, 1998, como se citó en Ormrod, 2005). Y su vecina del sistema límbico, la amígdala, probablemente resulte muy útil en los recuerdos preverbales y emocionales que construyen los niños en sus primeros años de vida (LeDoux, 1998, citado en Ormrod, 2005). En la tabla 1 se resumen las principales funciones de las áreas más importantes del cerebro, comprendiendo que éstas no trabajan independientes, sino que se transfieren información con rapidez entre ellas (Byrnes, 2001; Jensen, 2005; Wolfe, 2001, como se citó en Schunk, 2012).

Tabla 1

Funciones principales de las áreas del cerebro

Área	Funciones principales
Corteza cerebral	Procesa información sensorial; regula varias funciones del aprendizaje y la memoria.
Formación reticular	Controla funciones corporales (como la respiración y la presión sanguínea), activación, sueño-vigilia.
Cerebelo	Regula el equilibrio corporal, la postura, el control muscular, el movimiento, la adquisición de habilidades motoras.
Tálamo	Envía la información de los sentidos (con excepción del olfato) a la corteza.
Hipotálamo	Controla funciones corporales homeostáticas (temperatura, sueño, sed, hambre); incrementa la frecuencia cardíaca y respiratoria durante situaciones de estrés.
Amígdala	Controla las emociones y la agresividad; evalúa el nivel de peligrosidad de la información sensorial.
Hipocampo	Mantiene la memoria del pasado inmediato y la memoria de trabajo; establece la información en la memoria a largo plazo.
Cuerpo caloso	Conecta los hemisferios derecho e izquierdo.
Lóbulo occipital	Procesa la información visual.
Lóbulo parietal	Procesa la información táctil; determina la posición del cuerpo; integra la información visual.
Lóbulo temporal	Procesa la información auditiva.
Lóbulo frontal	Procesa información para la memoria, la planeación, la toma de decisiones, el establecimiento de metas, la creatividad; regula los movimientos musculares (corteza motora primaria).
Área de Broca	Controla la producción del lenguaje.
Área de Wernicke	Comprende el lenguaje; regula el uso de la sintaxis apropiada al hablar.

Fuente: elaboración propia, 2017.

Nota: tomado de Schunk, D. H. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa*. México: Pearson Educación. p. 38.

El aprendizaje es el resultado de la continua interacción del Sistema Nervioso Central (SNC) y el entorno. En cuanto a esa interacción, se debe abordar el tema de plasticidad cerebral, entendiéndola como la capacidad del cerebro de cambiar en respuesta a las demandas externas. Este fenómeno instauro la creación y fortalecimiento de determinadas redes neuronales, mientras que otras se destruyen. Poco después del nacimiento se produce un gran aumento de sinapsis o conexiones entre las neuronas y con el devenir de los años esas conexiones tienden a fortalecerse, mientras que otras se debilitan, a tal punto de morir, este último proceso se conoce como apoptosis (Sans Fitó, 2010, p. 63).

Existen ciertos periodos de la vida en los cuales un determinado aprendizaje se produce de forma más efectiva. Se denominan períodos sensibles y mientras que para algunos aprendizajes son periodos cortos y precoces, para otros la capacidad de aprendizaje se da a lo largo de toda la vida. Entre los primeros se encuentran los que dependen de estímulos sensoriales (visuales, auditivos, táctiles, entre otros) y, por ejemplo, la adquisición de vocabulario estaría entre los segundos. Fuera de los periodos sensibles un determinado aprendizaje puede realizarse, pero precisa más tiempo; una muestra es la facilidad para aprender un idioma durante los primeros años de vida en comparación con la dificultad que suele existir en la edad adulta (Sans Fitó, 2010, p. 64).

En cuanto a la naturaleza del aprendizaje, Morgado Bernal (2005) afirma:

El aprendizaje es un proceso por el que los organismos modifican su conducta para adaptarse a las condiciones cambiantes e impredecibles del medio que los rodea. Junto a las fuerzas selectivas de la evolución, el aprendizaje constituye el modo principal de adaptación de los seres vivos. Cuanto más cambiante es el entorno más plástica debe ser la conducta. Esta plasticidad es reflejo a su vez de la que caracteriza a las neuronas y al sistema nervioso de los organismos. Cuanta más plasticidad tiene su sistema nervioso más posibilidades de aprendizaje tiene. Por tanto, el aprendizaje puede considerarse como un cambio en el sistema nervioso que resulta de la experiencia y que origina cambios duraderos en la conducta de los organismos (p. 221).

La neurociencia define el aprendizaje como el proceso por el cual nosotros y otros animales adquirimos conocimientos sobre el mundo, y la memoria como la retención o el almacenamiento de dicho conocimiento. Así, cuando se habla de aprendizaje se debe aceptar que el concepto de memoria está implícito, ya que es imposible que se produzca el aprendizaje sin la memoria.

En relación con lo anterior, Kandel, Schwartz y Jessel (1997) establecen dos categorías básicas de aprendizaje: no asociativo y asociativo.

El aprendizaje no asociativo resulta de la exposición a un estímulo único: ejemplos de este tipo de aprendizaje son la habituación, que es la disminución de la respuesta a un estímulo cuando éste es repetido, y la sensibilización, que consiste en el aumento de la respuesta debido a una estimulación previa. **El aprendizaje asociativo** resulta de la relación entre dos o más estímulos, entre un estímulo y una respuesta, o entre

un estímulo y su consecuencia. Está representado comúnmente por el condicionamiento clásico y el condicionamiento instrumental. En el condicionamiento clásico, también llamado pavloviano (Rescorla, 1988), un estímulo inicialmente neutro (estímulo condicionado) llega a predecir un evento que puede ser apetitivo o aversivo (estímulo no condicionado), generándose un cambio de conducta (respuesta condicionada). En el condicionamiento instrumental, también llamado operante, se establece una asociación entre la conducta y sus consecuencias. Por ejemplo, en ratas, aprender a oprimir una palanca para obtener la recompensa de una bolita de comida (p. 703).

La memoria es un proceso que permite registrar, codificar, consolidar y almacenar la información de modo que, cuando se necesite, se pueda acceder a ella y evocarla. Es pues esencial para el aprendizaje. Las observaciones clínicas y experimentales indican que la memoria no es un proceso unitario. En efecto, se han descrito diferentes fases en el almacenamiento de la información que se caracterizan por sus cursos temporales de formación y desaparición y, además, por su labilidad frente a influencias internas o externas (Mora, Douglas & Fabichak, 2006).

Ahora bien, lo que aprendemos es almacenado en nuestro cerebro y constituye lo que denominamos memoria. Ésta es siempre inferida del comportamiento. Por definición, no hay aprendizaje sin memoria ni memoria sin aprendizaje, aunque éste último sea de naturaleza elemental. Aprendizaje y memoria son dos procesos estrechamente ligados y en cierto modo coincidentes (Morgado Bernal, 2005, p. 221). La memoria no es la única función que participa en el aprendizaje; sin embargo, es la función cerebral que permite el registro, la retención y la evocación de datos que estuvieron presentes en el pasado, siendo una función fundamental en la educación. De ella, Morgado Bernal (2005) advierte:

La memoria a largo plazo es un sistema cerebral para almacenar una gran cantidad de información durante un tiempo indefinido. A diferencia de la memoria a corto plazo, es una memoria estable y duradera, muy poco vulnerable a las interferencias. Gracias a esta memoria recordamos permanentemente quiénes somos, el lugar en que vivimos, la lengua que hablamos, los conocimientos necesarios para ejercer nuestra profesión y muchos de los acontecimientos de nuestra vida pasada. Aprender es siempre un intento de almacenar información en nuestro sistema de memoria a largo plazo (p. 222).

Es así que el ejercicio de las conexiones neuronales de la memoria a corto plazo se configura poco a poco en conexiones que permiten la memoria a largo plazo almacenar información para luego ser evocada y poder completar el binomio aprendizaje-memoria. Sin embargo, desde el aspecto filogenético, estos tipos de memoria no logran explicar –por ejemplo– cómo nace el hombre con ciertas disposiciones y/o atributos ya aprendidos. Según Morgado Bernal (2005), la respuesta está en el concepto de memoria implícita:

Son los recuerdos básicamente inconscientes en que se basan nuestros hábitos perceptivos y motores. La memoria implícita se forma a partir de tipos de aprendizaje filogenéticamente antiguos, estrechamente ligados a las condiciones particulares de adaptación y supervivencia de cada especie. Memoria implícita es

ese tipo de memoria que hace que dejemos de sobrecogernos cuando oímos ruidos intensos con los que ya estamos familiarizados (habitación), salivar ante la presencia de una comida apetitosa (condicionamiento clásico), comportarnos rutinariamente de forma socialmente aceptada (condicionamiento instrumental), reconocer inmediatamente a nuestros familiares y amigos (aprendizaje perceptivo) o montar en bicicleta (aprendizaje motor). Es, por tanto, el tipo de aprendizaje y memoria sobre cómo se hacen las cosas que solemos hacer (p. 223).

Existe en este binomio una relación íntima, como lo afirma Aguado-Aguilar (2001):

Aprendizaje y memoria son dos procesos psicológicos íntimamente relacionados y puede decirse que constituyen, en realidad, dos momentos en la serie de procesos a través de los cuales los organismos manejan y elaboran la información proporcionada por los sentidos. El aprendizaje es un proceso de cambio en el estado de conocimiento del sujeto y, por consecuencia, en sus capacidades conductuales: como tal, es siempre un proceso de 'adquisición' mediante el cual se incorporan nuevos conocimientos y/o nuevas conductas y formas de reaccionar al ambiente. Puesto que el aprendizaje implica siempre alguna forma de adquisición de información y, por lo tanto, una modificación del estado de la memoria del sujeto, puede decirse que aprendizaje y memoria son fenómenos interdependientes. La capacidad del cerebro para aprender implica la capacidad del cerebro para recordar y ambas pueden resumirse en la capacidad del cerebro para adquirir información (p. 374).

Asimismo, Aguado-Aguilar (2001) aborda el concepto del aprendizaje:

Es importante no caer en el error de considerar el aprendizaje como un proceso y la memoria como un 'estado', es decir, el aprendizaje como adquisición y la memoria como registro o depósito de lo adquirido. La memoria es en sí misma un proceso dinámico. Por una parte, la información almacenada a largo plazo en el cerebro está sometida a procesos de reorganización dependientes de numerosos factores, como la adquisición de nuevas informaciones relacionadas, la imposición de nuevas interpretaciones sobre informaciones pasadas, el decaimiento de los recuerdos con el paso del tiempo, etc. Por otra, bajo el término 'memoria' pueden encuadrarse procesos dinámicos de uso y mantenimiento transitorio de información, como cuando realizamos cálculos mentales mientras mantenemos el recuerdo de una cifra anterior o interpretamos una frase en función del contexto de una conversación reciente –la llamada memoria operativa– (p. 374).

El estudio experimental del aprendizaje y la memoria puede abordarse desde tres niveles distintos:

El nivel conductual se ocupa de descubrir relaciones entre variables ambientales y cambios observables en la conducta, ya que a través del comportamiento del sujeto se puede establecer y observar un cambio en él. El aprendizaje es el proceso por el cual los organismos modifican su conducta para adaptarse a las condiciones cambiantes del medio que los rodea. Es el modo principal de adaptación de los seres vivos.

El nivel cognitivo considera el cerebro como un sistema de procesamiento de información y trata, por lo tanto, de indagar en las actividades de procesamiento que tienen lugar durante el curso del aprendizaje y del modo en que la información queda representada en la memoria. Al ser actividades internas, las activi-

dades de procesamiento de información no son directamente observables como 'conductas' y han de ser inferidas a partir de la observación de la conducta manifiesta. El nivel cognitivo es un nivel 'representacional', ya que los 'objetos' mentales resultantes del procesamiento de la información proporcionada por los sentidos pueden considerarse como representaciones de estímulos y situaciones externas, que quedan almacenadas en la memoria.

El nivel neuronal tiene como objetivo final el descubrimiento de los procesos físico-químicos que suceden en el cerebro y que permiten a éste desarrollar las funciones de aprendizaje y la memoria. Este nivel estudia cómo se concretan físicamente en el cerebro las representaciones mentales que constituyen la memoria (Aguado-Aguilar, 2001, p. 374).

De acuerdo con este último nivel, se retoma el concepto de plasticidad cerebral, que se refiere a la capacidad de las neuronas para modificar sus propiedades funcionales en respuesta a ciertas pautas de estimulación ambiental. Es la característica fundamental del cerebro que le permite cambiar y adaptarse continuamente al aprendizaje y la experiencia. La forma más obvia de plasticidad consiste en la modificación de la fuerza de las conexiones entre distintas células debida a su activación repetida y conjunta. De esta forma, redes de elementos neuronales interconectados pueden modificar sus propiedades en respuesta a los cambios producidos en el medio ambiente y, por lo tanto, aprender. El estudio de la plasticidad cerebral en relación con el aprendizaje y la memoria es el estudio del modo en que el cerebro codifica físicamente nuevas informaciones (Aguado-Aguilar, 2001, p. 374).

La plasticidad cerebral es la facultad que tiene el cerebro para adaptarse a nuevas situaciones y circunstancias cambiantes, para obtener y procesar información nueva, incluso en la etapa de la vejez, cuando esta capacidad comienza a disminuir. La plasticidad sustenta la idea de la educabilidad para toda la vida, es decir, es la posibilidad de aprender durante todo el ciclo de la vida del ser humano.

En consecuencia, es transcendental instaurar los puentes entre neurociencia y educación proponiendo una disciplina como intermediaria y facilitadora de sus conexiones. La neuropsicopedagogía se abre camino en el nuevo devenir del proceso de enseñanza-aprendizaje, esclareciendo que el aprendizaje debe ser construido de la mano no solamente de la pedagogía, sino también de los aportes de la psicología y las neurociencias. Por su parte, Geake & Cooper (2003) propusieron que algunos hallazgos experimentales realizados en el contexto de la neurociencia cognitiva podrían tener implicaciones directas tanto para el desarrollo cognitivo, como para el aprendizaje, incluso en ámbitos de educación formal. Siendo de suma importancia lo expuesto en el párrafo anterior, la plasticidad cerebral tiene implicaciones sustanciales en el aprendizaje e igualmente en los procesos sinápticos, ya que procesos de aprendizajes reforzados sistemáticamente permiten conexiones neuronales más duraderas. El aprendizaje se hace más eficiente sí la sinapsis de una determinada red neuronal se estimula

repetidamente con la misma experiencia de aprendizaje. La repetición apropiada, oportuna y significativa es necesaria para un aprendizaje efectivo. Aprender significa básicamente adquirir nuevas representaciones neuronales estableciendo relaciones funcionales en el cerebro.

Uno de los aportes que quizá pueda contribuir a la educación y, por lo tanto, al proceso de aprendizaje desde las neurociencias es el de Marina (2012, p. 8), quien establece que una nueva ciencia de la educación debe cumplir cuatro objetivos:

- Ayudar a comprender el proceso educativo;
- ayudar a resolver los trastornos de aprendizaje de origen neurológico;
- ayudar a mejorar los procesos de aprendizaje y a ampliar las posibilidades de la inteligencia humana, sugiriendo nuevos métodos y validando los que la pedagogía elabora;
- ayudar a establecer sistemas eficaces de interacción entre cerebro y nuevas tecnologías.

Asimismo, Levine (2003) establece un conjunto de sistemas o funciones neuroevolutivas necesarias para el aprendizaje y que son consecuentes con la visión que de éste plantea la neuropsicopedagogía. Tales funciones son herramientas para aprender y para aplicar lo aprendido y su déficit puede generar trastornos del aprendizaje. Estos sistemas son: **sistema de control de la atención:** la atención es la función que administra el cerebro, regula, supervisa y controla el aprendizaje y la conducta. **Sistema de la memoria:** la memoria tiene un papel fundamental en el aprendizaje, pues se requiere que la información sea evocada y almacenada constantemente, según la necesidad. **Sistema lingüístico:** este sistema realiza funciones básicas para el desarrollo del lenguaje y el aprendizaje; distinguir, comprender, recordar y usar sonidos y palabras. **Sistema de ordenación espacial:** nos permite organizar información a través de la percepción, ubicarnos con relación al espacio y objetos, también nos permite pensar con imágenes. **Sistema de ordenación secuencial:** su función es organizar, comprender, calcular, distribuir el tiempo, tomar conciencia de su paso y secuenciar la información. **Sistema motor:** controla una red de conexiones entre el cerebro, cerebelo y el sistema muscular, produciéndose una infinidad de movimientos (movimientos finos y grueso). **Sistema del pensamiento de orden superior:** abarca las capacidades para resolver problemas y razonar lógicamente, adquirir y aplicar conceptos, comprender la aplicación de reglas, captar el sentido de una idea compleja. **Sistema del pensamiento social:** su función es establecer y mantener buenas relaciones con los demás, interactuar con la sociedad.

Igualmente, autores como Kandel, Schwartz y Jessell (2001) establecen que el ambiente afecta la conducta:

En los seres humanos, los mecanismos más importantes a través de los cuales el medio altera la conducta son el aprendizaje y memoria. Estos son dos de los procesos que diferencian a los humanos del mundo animal, y ambos fenómenos resultan de la actividad fisiológica repetitiva de millones de neuronas, ensam-

bladas en circuitos neuronales específicos, que lleva al reforzamiento de conexiones sinápticas involucradas y cambios de plasticidad sináptica que se requieren para establecer dichos fenómenos neurobiológicos (p. 1227).

Profundizar en las características neurológicas de estas funciones resulta imprescindible para la escuela, siendo ésta uno de los contextos donde tiene lugar el aprendizaje. El aprendizaje basado en las funciones neuroevolutivas permitirá reconocer que cada sujeto es un ser diferente con un proceso de aprendizaje exclusivo y de una diversidad de pensamientos; y dicha aceptación genera desarrollos significativos en materia del aprendizaje.

Referencias

- Aguado-Aguilar, L. (2001). Aprendizaje y memoria. *Revista de neurología*, 32(4), 373-381.
- Ansermet, F. y Magistretti, P. (2006). *A cada cual su cerebro: Plasticidad neuronal e inconsciente*. Buenos Aires: Katz Editores.
- Caicedo López, H. (2012). *Neuroprendizaje, una propuesta educativa*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Cowan, W. M. (1979). Desarrollo del cerebro. *Investigación y Ciencia*, (38), 72-85.
- Geake, J., & Cooper, P. (2003). Cognitive neuroscience: implications for education? *Westminster Studies in Education*, 26(1), 7-20.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H. y Jessel, T. M. (1997). *Neurociencia y conducta*. Madrid: Prentice Hall.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H. y Jessel, T. M. (2001). *Principios de neurociencia*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Levine, M. (2003). *Mentes diferentes, aprendizajes diferentes: un modelo educativo para desarrollar el potencial individual de cada niño*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica.
- Marina, J. A. (2012). Neurociencia y educación. *Participación educativa*, 1(1), 7-14.
- Molerio Pérez, O., Otero Ramos, I. y Nieves Achón, Z. (2007). Aprendizaje y desarrollo humano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 44(3), 1-9.

Mora, S., Douglas, C. R., & Fabichak, C. A. (2006). Fisiología do aprendizaje e memoria. En C.R. Douglas (Ed.), *Tratado de Fisiología Aplicada a Fisioterapia* (pp. 297-308). Sao Paulo, Brasil: Editorial Robe

Morgado Bernal, I. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria. *CIC Cuadernos de Información y Comunicación*, (10), 221-233.

Ormrod, J. E. (2005). *Aprendizaje humano* (4ª ed.). Madrid, España: Pearson Educación.

Sans Fitó, A. (2010). Aspectos neurobiológicos: cerebro y aprendizaje. En A. Sans Fitó (Coord.), *El aprendizaje en la infancia y la adolescencia: claves para evitar el fracaso escolar* (pp. 63-74). Esplugues de Llobregat, Barcelona: Hospital Sant Joan de Déu.

Schunk, D. H. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa*. México: Pearson Educación.

Sterelny, K. (2012). *The Evolved Apprentice: How Evolution: Made Humans Unique*. Cambridge, MA: MIT Press.