

# Índice

<b>1. Introducción</b> .....	1
1.1. Justificación.....	1
1.2. Hipótesis.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.4. Metodología.....	2
<b>2. Fundamentación teórica</b> .....	3
2.1. Acercamiento a la <i>neurociencia</i> : su alcance en la actualidad.....	3
2.2. Concepto de <i>neuroeducación</i> y ámbito de aplicación .....	4
2.2.1. Concepto.....	4
2.2.2. Ámbito de aplicación.....	5
2.3. El motor del aprendizaje: el cerebro.....	7
2.3.1. Bases biológicas.....	7
2.3.1.1. Neuronas, redes sinápticas y plasticidad cerebral.....	7
2.3.1.2. Estructuras cerebrales y etapas del desarrollo cognitivo.....	10
2.3.2. Procesos cognitivos básicos: percepción, atención y memoria.....	13
2.4. Cerebro y aprendizaje.....	17
2.4.1. Factores generales que intervienen en el aprendizaje.....	17
2.4.2. El aprendizaje desde la perspectiva emocional.....	18
2.5. Relevancia de las emociones en el aula de Primaria.....	19
2.6. El aprendizaje de la L2 según la neuroeducación.....	21
<b>3. Consecuencias y propuestas didácticas</b> .....	23
3.1. Consecuencias didácticas.....	23
3.2. Propuestas didácticas para la lengua alemana en Educación Primaria.....	25
<b>4. Conclusiones</b> .....	27
<b>5. Referencias bibliográficas</b> .....	30

## **1. INTRODUCCIÓN**

La docencia, así como los métodos de enseñanza, han cambiado en gran manera durante los últimos cien años. Resulta lógico que en pleno siglo XXI se hayan abandonado antiguas metodologías docentes, las cuales hoy en día no se postulan, precisamente, como las más idóneas. Durante estos años han surgido nuevas metodologías didácticas basadas en resultados de diversos estudios e investigaciones de diferentes y múltiples autores expertos en la materia dentro del campo de la Educación y la Pedagogía. El interés de mejora constante de los métodos para el desarrollo de otros más eficaces, sin embargo, está siempre presente entre docentes, entendidos en la materia o investigadores, de modo que siguen desarrollándose investigaciones dentro de este ámbito.

El presente trabajo se centrará en una disciplina que desde hace unas décadas va ganando peso en este campo y es contemplada poco a poco cada vez por más profesionales debido a la constatación científica de sus bases. Esta disciplina es la Neuroeducación.

### **1.1. Justificación**

Cualquier profesional vinculado al campo de la Educación debería interesarse por el conocimiento de nuevas líneas de investigación que puedan ayudar a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Con motivo de mi formación como docente dentro de la Etapa de Primaria, me resulta de gran relevancia atender a estos nuevos campos, ya que pueden suponer un aporte realmente significativo a mi futura enseñanza, sirviendo de ayuda en el aula tanto a mis alumnos como a mi labor como educadora, de forma que facilite un proceso de enseñanza-aprendizaje más eficiente, verdaderamente adaptado a las necesidades de los discentes.

Si, además, estas nuevas disciplinas nos acercan al conocimiento de los procesos que se desarrollan en nuestro cerebro durante el aprendizaje de un idioma extranjero, dándonos las claves necesarias para el posterior desarrollo de una metodología adecuada al verdadero proceso de adquisición de la lengua, despiertan aún más mi interés como filóloga, de cara a una posible aplicación de estos resultados a mi docencia de la lengua alemana en la Etapa de Primaria.

El tema de este trabajo atañe, por tanto, a la formación integral que poseo, y por ello me resultará de inmensa utilidad y supondrá un gran enriquecimiento para mi futura carrera profesional.

## **1.2. Hipótesis**

La mayoría de las investigaciones y estudios sobre neuroeducación que encontramos en la actualidad sugieren la aplicación, en la práctica, de los hallazgos de esta disciplina en niveles educativos superiores, principalmente. Este trabajo plantea la hipótesis de que las consecuencias didácticas que se infieren de los resultados de estas investigaciones pueden ser aplicadas, igualmente, en la etapa de Educación Primaria, adecuándose a las características y necesidades concretas de los alumnos de estas edades.

## **1.3. Objetivos**

Es objetivo de este trabajo recoger los pilares básicos que definen la neuroeducación, conociendo los principales hallazgos neurocientíficos en los que se apoya esta disciplina. Este trabajo también pretende desarrollar, en base a esos hallazgos, propuestas didácticas específicas para la enseñanza de la lengua alemana como lengua extranjera dentro de la Etapa de Educación Primaria.

## **1.4. Metodología**

Para la elaboración del presente trabajo llevaremos a cabo, en primer lugar, una revisión bibliográfica que servirá como base para el desarrollo de toda nuestra fundamentación teórica. Dentro de este marco teórico realizaremos una primera contextualización de la disciplina de la neuroeducación, acercándonos al concepto de neurociencia. Posteriormente, conoceremos el objeto de estudio de la neuroeducación, y expondremos el ámbito de aplicación de esta, concretando el área que nos interesa en este trabajo, la etapa de Educación Primaria. Quedarán establecidas, asimismo, las bases biológicas del aprendizaje sobre las que se apoya esta nueva disciplina, poniendo en relieve los procesos que tienen lugar en nuestro cerebro cuando aprendemos, así como los elementos implicados. Conoceremos el papel que las emociones juegan en todo este proceso y la relevancia de estas en la etapa de Educación Primaria. Concluiremos el marco teórico centrándonos en lo que tiene que decir la neuroeducación sobre el aprendizaje de una lengua extranjera, interesándonos, sobre todo, en el aprendizaje en niños de estas edades. Una vez expuestos los principales hallazgos neurocientíficos en los que se apoya la neuroeducación, procederemos a inferir las consecuencias didácticas de los mismos y desarrollaremos, posteriormente, propuestas didácticas específicas para la enseñanza de la lengua alemana en la etapa de Educación Primaria.

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. Acercamiento a la *neurociencia*: su alcance en la actualidad

Desde sus inicios, el hombre ha sentido interés por entender el funcionamiento del cuerpo humano. Uno de los mayores y constantes retos ha sido el estudio del principal órgano responsable de todo este funcionamiento: el cerebro (Merchán 2018).

Son frecuentes las referencias que en la actualidad oímos acerca del término *neurociencia*. Lo cierto es que se trata de un ámbito en auge durante las últimas décadas (Caballero 2017).

Se ha popularizado el término neurociencias para designar el conjunto de las diversas ciencias físicas, químicas, bioquímicas, biológicas, anatómicas y fisiológicas en cuanto estudian o contribuyen al estudio del sistema nervioso, en especial el encéfalo y sus funciones psíquicas. De todas ellas, la ciencia que ocupa un lugar central es la Neurología (Nieto 2011: 28).

La neurociencia, por tanto, tiene como objeto de estudio el sistema nervioso, dedicando gran parte de sus investigaciones mayoritariamente al cerebro. Trata de ahondar en su estructura y organización funcional, así como en la interacción entre sus diferentes elementos (Falconi *et al.* 2016), para poder conocer su funcionamiento y los procesos que tienen lugar en él, de modo que pueda establecer las bases biológicas de la conducta del ser humano.

Gracias al progreso de la tecnología, en la actualidad los neurocientíficos tienen acceso a técnicas avanzadas con dispositivos que permiten no solo obtener una descripción física detallada del cerebro, sino también poder observar la actividad cerebral en directo, contemplando el comportamiento entre los hemisferios, o incluso los cambios fisiológicos y eléctricos a nivel molecular (Borrueco *et al.* 2018). Esto ha provocado un enorme avance en cuanto al conocimiento del cerebro humano del que disponemos hoy en día.

Entre los campos que abarca la neurociencia, nos resulta de gran interés para este estudio la *neurociencia cognitiva*:

La neurociencia cognitiva está constituida por aquel sector de las neurociencias que acota su objeto de estudio en los procesos físicos, químicos, bioquímicos, biológicos, anatómicos, fisiológicos, psicofisiológicos y psicológicos implicados en los procesos cognitivos: percepción, memoria, pensamiento, atención, aprendizaje, en los que se procesa información (Nieto 2011:29).

Los hallazgos en el campo de la neurociencia han provocado que esta disciplina haya empezado a relacionarse en los últimos años con otras ramas del conocimiento humano, como pueden ser

la robótica, la psicología, la informática, el marketing o la pedagogía, entre otras (Paniagua 2013). Estas materias ven en la neurociencia una importante fuente de conocimientos de la que nutrirse, para optimizar la efectividad de sus métodos y su aplicación a la realidad, o para encontrar en ella, finalmente, las bases de su disciplina.

## **2.2. Concepto de *neuroeducación* y ámbito de aplicación**

Uno de los campos de conocimiento que ha visto interés en la neurociencia es, precisamente, el de la Educación. En los últimos años se han originado estudios y corrientes que intentan establecer como base las revelaciones de la neurociencia para las metodologías de enseñanza. De esta forma, ha surgido un nuevo campo de investigación entre estas dos ciencias, al que se conoce como Neuroeducación.

Conceptos como *neuroaprendizaje* u otras disciplinas como la *Neurodidáctica*, se han originado de forma conjunta a la neuroeducación, quedando todos englobados dentro un tipo de aprendizaje denominado *Brain Based Learning* (Aprendizaje Basado en el Cerebro) (Borrueco *et al.* 2018). Autores como Caballero (2017) animan a seguir modelos de este tipo, donde la base quede constituida por las nociones teóricas procedentes de la neurociencia, aplicando en el aula metodologías en las que el docente considere todos aquellos aspectos que participan en el proceso de aprendizaje para poder adecuarse a cada alumno.

### 2.2.1. Concepto

En este sentido, podríamos definir la neuroeducación como una nueva interdisciplina o transdisciplina que trata de integrar las ciencias que tienen como objeto de estudio el cerebro, los procesos que en él ocurren y el desarrollo cognitivo, esto es, las neurociencias, con las Ciencias de la Educación (Falconi *et al.* 2016). La enseñanza y el aprendizaje son pilares clave en esta última disciplina, la relación de ambos con la neurociencia da origen a la neuroeducación. Según Benavidez y Flores (2019), esta nueva interdisciplina, por tanto, busca una nueva visión de la enseñanza que se apoye en los hallazgos que la neurociencia ha hecho acerca del cerebro, principalmente sobre las estructuras y los procesos cerebrales implicados en el aprendizaje.

Campos (2010) define la neuroeducación como “una nueva línea de pensamiento y acción que tiene como principal objetivo acercar a los agentes educativos a los conocimientos relacionados

con el cerebro y el aprendizaje” (Campos 2010: 10). Muchos son los autores que plantean la neuroeducación como la unión entre tres disciplinas: la psicología cognitiva, que estudia la relación entre la mente y el comportamiento humano; la pedagogía, que se centra en el aprendizaje; y las neurociencias, responsables del estudio de las conexiones cerebrales y las funciones de sus estructuras. Segovia (2016), entre otros, da cuenta de ello.

La neuroeducación prestará atención a todos aquellos factores que favorezcan o, por el contrario, dificulten el aprendizaje, y se basará en la fundamentación biológica de los diferentes procesos implicados o que tienen relación con el mismo. Atenderá, por tanto, a fenómenos como la plasticidad cerebral o los períodos sensibles del desarrollo cognitivo, mostrará la implicación de la amígdala y el hipocampo cerebrales en el aprendizaje, o analizará la importancia de los procesos cognitivos básicos (percepción, atención y memoria) en este proceso. Pondrá en relieve, igualmente, la importancia de los conocimientos previos o los repases del contenido estudiado. Papel fundamental tendrán, también, las emociones en este proceso, realidad que la neuroeducación se encargará, igualmente, de demostrar.

Esta disciplina busca la aplicación de estos resultados de la neurociencia a las metodologías de enseñanza, de modo que puedan elaborarse estrategias didácticas que se adecúen a la etapa de desarrollo cognitivo del alumno, su necesidad emocional o el ambiente en el aula, y que tengan en consideración todos aquellos factores que intervienen en el aprendizaje, ofreciendo el contenido de la forma que mejor capte la atención del cerebro de los alumnos en cada situación. Esto es, metodologías que tomen como base el funcionamiento cerebral (Maureira 2018).

### 2.2.2. Ámbito de aplicación

Resulta fundamental que resaltemos que, a pesar de que la neurociencia ha aportado en las últimas décadas numerosos avances acerca del conocimiento del cerebro y su relación con el aprendizaje, no existe en la práctica una verdadera aplicación de estos hallazgos en los métodos de enseñanza que se utilizan dentro de las aulas (Blakemore y Frith 2011). “La pedagogía y las políticas educativas se encuentran ajenas a los progresos de la ciencia” (Caballero 2017: 15). La realidad es que las conclusiones de los estudios neurocientíficos pasan desapercibidas, a menudo, en la práctica educativa. Y, sin embargo, no podemos presumir de magníficos resultados en el ámbito educativo. En numerosas ocasiones, nuestros alumnos no consiguen alcanzar aprendizajes significativos, que son los realmente válidos, pues implican la comprensión total de lo que se aprende. Esto provoca que los conocimientos no sean adquiridos

realmente, olvidando a menudo lo aprendido poco después, a pesar de que el alumno dedique tiempo y esfuerzo en su aprendizaje y lo mismo haga, por su parte, el docente (Borrueco *et al.* 2018).

Esto nos hace pensar que, quizás, las Ciencias de la Educación deban prestar más atención a los estudios e investigaciones que pueden explicar las causas que verdaderamente subyacen en esos fallos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Blakemore y Frith (2011) sugieren que las investigaciones en el ámbito educativo no pueden dar respuesta a numerosas cuestiones educacionales con la ayuda únicamente de sus propios recursos o de su pensamiento científico razonado. Se convierte en necesario, entonces, por parte de todo agente educativo, el conocimiento de las bases del funcionamiento cerebral y la relación de este con el aprendizaje (Falconi *et al.* 2016). El docente debe comprender las particularidades de nuestro sistema nervioso y entender cómo aprende el cerebro, para poder basar su metodología en ese conocimiento científico (Caballero 2017). Falconi *et al.* afirman:

Que todo agente educativo conozca y entienda cómo aprende el cerebro, cómo procesa la información, cómo controla las emociones, los sentimientos, los estados conductuales, o cómo es frágil frente a determinados estímulos, llega a ser un requisito indispensable para la innovación pedagógica y transformación de los sistemas educativos (Falconi *et al.* 2016: 62).

Sólo en este caso los docentes podrán desarrollar métodos o técnicas educativas más eficaces que se adapten verdaderamente a las necesidades individuales de cada alumnado, atendiendo a la etapa de desarrollo evolutivo en la que se encuentren, al ambiente en el aula, a las necesidades emocionales que requieran, a su estilo de aprendizaje o a temas que puedan captar una mayor atención por su parte, entre otros factores.

Este trabajo se interesa, concretamente, por la aplicación de los resultados de las investigaciones neurocientíficas en la Etapa educativa de Primaria, con niños entre seis y doce años, de manera que desarrollaremos propuestas didácticas basadas en los resultados científicos que, además, se adapten a las condiciones, características y necesidades concretas de los alumnos de estas edades. Creemos conveniente, sin embargo, la extensión del ámbito de aplicación de la neuroeducación, en la práctica, a todo el sistema educativo, pudiendo, y siendo beneficioso, incluso, ampliarse a cualquier situación educativa en la que exista un proceso de enseñanza-aprendizaje, pues aportaría un conocimiento útil que podría mejorar la eficacia de los métodos educativos del docente, sea cual fuere la materia, disciplina o conocimiento a enseñar.

### **2.3. El motor del aprendizaje: el cerebro**

Para poder comprender verdaderamente cómo ocurre el proceso de aprendizaje en el ser humano, resulta esencial, por tanto, adentrarnos en las bases neuropsicológicas que lo fundamentan, siendo conscientes de que “todo proceso mental tiene una base orgánica en el cerebro” (Caballero 2017: 22). Por este motivo, tal y como hemos visto, este órgano es el protagonista de la mayoría de las investigaciones en las que se basa la neuroeducación. El cerebro es el órgano responsable de nuestras conductas y, lo que concretamente a este estudio más atañe, del aprendizaje.

Gracias a los resultados de estas investigaciones conocemos los principales procesos que se desarrollan dentro de este órgano, así como los elementos y estructuras que están relacionados con el proceso de aprendizaje que experimenta el ser humano.

#### 2.3.1. Bases biológicas

##### *2.3.1.1. Neuronas, redes sinápticas y plasticidad cerebral*

Los tejidos de nuestro sistema nervioso central se encuentran formados por células diferentes a las que encontramos en el resto del cuerpo. La neurona constituye la unidad anatómica y fisiológica dentro del sistema nervioso central (Nieto 2011). Este tipo de células se encuentran interconectadas formando redes neuronales, denominándose a los contactos que se establecen entre neuronas, sinapsis. Durante estos contactos, los cuales se producen en lapsos de tiempo de milisegundos, las neuronas que se activan liberan, en la gran mayoría de los casos<sup>1</sup>, un tipo de sustancias químicas denominadas neurotransmisores. Estas sustancias circulan desde el axón de una neurona hasta las dendritas de otra (Blakemore y Frith 2011), produciéndose, así, el intercambio de sustancias entre moléculas (Borrueco *et al.* 2018). Gracias a este proceso se transmite la información de unas neuronas a otras dentro de nuestro cerebro.

Una vez llegada a la edad adulta, nuestro cerebro cuenta con un número aproximado de 100.000 millones de neuronas (Mora 2005). Sabemos que el aprendizaje, sin embargo, no depende de la cantidad de neuronas existentes, sino más bien del número de conexiones entre neuronas que se establezcan (Caballero 2017). La calidad de las conexiones neuronales tiene una gran influencia sobre el aprendizaje. Se ha demostrado que una experiencia a la que están asociadas

---

<sup>1</sup> Existe un número menor de neuronas que establecen su comunicación mediante impulsos eléctricos. (Nieto 2011)



numerosas conexiones neuronales se encuentra mucho mejor fijada en la memoria que aquellas con una red de conexiones más débil (Borrueco *et al.* 2018). La exposición a ambientes externos que estén compuestos por numerosos estímulos también favorece una mayor creación de sinapsis. Este hecho provoca, además, que la corteza cerebral se vuelva más densa, el cuerpo de la neurona aumente su tamaño y se cree un mayor número de ramificaciones en las dendritas (Nieto 2011). La cantidad de conexiones neuronales se verá afectada, por tanto, por la cantidad de estímulos a los que se encuentra expuesta la persona. A mayor número de estímulos, mayor número de conexiones creadas (Falconi *et al.* 2016). También cuando experimentamos una situación determinada, esto es, cuando realizamos algo de forma práctica, se produce una gran activación neuronal y aumentan el número de conexiones. “Experimentar una situación real conlleva un gran número de estímulos que hay que procesar, con las consecuentes conexiones sinápticas. Son los estímulos vividos, experimentados, los que crean una huella más fuerte en la memoria” (Borrueco *et al.* 2018: 39).

La realidad es que el aprendizaje se produce porque el cerebro se encuentra en continuo cambio. Nuestro organismo está programado para reaccionar constantemente ante el medio externo y asegurar, así, la supervivencia del individuo. Del mismo modo que cuando estamos expuestos a un esfuerzo físico continuado, nuestro cuerpo reacciona aumentando su masa muscular y haciéndose más fuerte para poder soportar y estar más preparado para ese entorno más exigente, nuestro cerebro también se transforma continuamente como respuesta a los requerimientos que va exigiendo nuestro entorno (Borrueco *et al.* 2018). A esta capacidad continua de transformación del cerebro se conoce como plasticidad cerebral. “El concepto de plasticidad hoy se utiliza para señalar los cambios que se realizan en las neuronas y sus conexiones como expresión del funcionamiento del cerebro en su interacción constante con el medio ambiente que le rodea” (Mora 2005: 153). Cuando realizamos nuevos aprendizajes, se crean nuevas conexiones entre neuronas. Esto va a provocar la modificación de la estructura de las redes neuronales que existían anteriormente. Todo aprendizaje conllevará, entonces, un cambio en nuestro cerebro (Caballero 2017), y esto será un proceso que se repita de manera constante durante nuestra vida, pues aprendemos continuamente. Un aprendizaje nuevo no podrá lograrse, sin embargo, “si no se crean nuevas conexiones sobre redes neuronales anteriores” (Borrueco *et al.* 2018: 23). Este hecho hace imprescindible que el nuevo conocimiento se apoye sobre un conocimiento previo del que ya dispongamos, lo cual provocará, también, el reforzamiento de dicha red neuronal.

Para el proceso de plasticidad cerebral cobra especial relevancia, igualmente, el concepto de neurogénesis<sup>2</sup>. Diferentes estudios actuales niegan la idea que existía hasta hace años de que una vez llegada a la edad adulta contábamos con un número determinado de neuronas, las cuales íbamos perdiendo con el paso del tiempo, y que la creación de nuevas neuronas solo se producía durante la infancia. Hoy en día sabemos que la neurogénesis se produce a lo largo de toda la vida del ser humano y que estas nuevas neuronas se originan en el hipocampo cerebral (Caballero 2017). Esto hace posible que cualquier persona pueda realizar aprendizajes a cualquier edad, simplemente siendo conscientes de que el cerebro irá siendo menos maleable con el paso del tiempo (Blakemore y Frith 2011). Es cierto, sin embargo, que también perdemos neuronas a lo largo de nuestra vida. Cuando somos niños el cerebro se deshace progresivamente de aquellas sinapsis que venían previamente establecidas en nosotros al nacer y que no son usadas o reforzadas debido a que no resultan necesarias de cara a nuestras nuevas demandas e intereses (Nieto 2011). Este proceso ocurre también a lo largo de toda nuestra vida, de modo que las conexiones que se estimulan se refuerzan, mientras que las que no se usan se eliminan o se debilitan. El cerebro conserva solo lo que entiende que resulta importante para el individuo (Borrueco *et al.* 2018).

Una realidad que ha supuesto, también, un gran aporte a lo que hoy en día conocemos sobre el cerebro y el aprendizaje ha sido el descubrimiento de un tipo de neuronas a las que se ha denominado “neuronas espejo”. Mediante el estudio cerebral en ciertos animales, científicos se percataron de que cuando un animal observaba la conducta de otro y seguidamente realizaba la misma acción que este, se producía una activación neuronal más elevada en determinadas zonas cerebrales. Los seres humanos disponemos, igualmente, de este mecanismo en nuestro cerebro, de manera que permite que ejecutemos acciones y aprendamos por imitación. Gracias a la tecnología de neuroimágenes ha podido comprobarse que durante este proceso se activan idénticas áreas cerebrales en ambas personas, esto es, en el individuo que realiza la acción y en el que lo observa. Es como si la persona que observara la conducta del otro percibiera las acciones como suyas. Las neuronas espejo, además de provocar el aprendizaje por observación, son responsables de que sintamos empatía y comprendamos los sentimientos de otras personas. Se encuentran relacionadas con el sistema límbico. (Caballero 2017)

---

<sup>2</sup> Entendemos, aquí, por neurogénesis la creación de nuevas neuronas cerebrales. “Las células madre equipotenciales se dividen periódicamente formando células precursoras de las neuronas y neuroglías.” (Nieto 2011: 242).

### 2.3.1.2. Estructuras cerebrales y etapas del desarrollo cognitivo

En la evolución filogenética de la especie, las estructuras que componen el sistema nervioso del ser humano han sufrido una importante evolución hasta llegar a su conformación actual. El comportamiento humano va a ser el resultado, entonces, de la confluencia de las diversas estructuras de diferentes etapas evolutivas, cada una de las cuales intervendrá en mayor o menor medida en función de la situación o estímulos externos o internos presentes. Esto es, cuando reaccionamos automáticamente ante ciertos estímulos y no podemos controlar estas conductas, suele estar relacionado con la activación de áreas cerebrales como el hipotálamo o el tronco cerebral. Se trata de conductas primitivas que normalmente están asociadas a nuestras necesidades básicas como especie. En otras ocasiones, al actuar evocamos sensaciones de agrado o desagrado asociadas a experiencias pasadas vividas, esto es debido al aprendizaje social que haya adquirido la persona a lo largo de su vida. En estas situaciones, por tanto, se modificará la conducta si es necesario, para evitar evocar de nuevo esa sensación desagradable y poder obtener una agradable. En conductas de este tipo, se activan estructuras cerebrales donde el sistema límbico tiene una gran importancia. Por último, existen otro tipo de conductas para las que el ser humano precisa de una elaboración más compleja. Estas conductas provocarán que se activen estructuras dentro de la neocorteza cerebral y se encontrarán asociadas a capacidades del ser humano, a su creatividad o a su innovación. (Nieto 2011)

En el desarrollo cognitivo de una persona, las estructuras de su sistema nervioso maduran gradualmente a lo largo de su vida siguiendo el mismo orden que en la evolución filogenética de nuestra especie. Esto significa que en una persona primero madurarán las estructuras más primitivas (como el bulbo raquídeo), y que la última estructura en madurar será la más cercana a nivel evolutivo (la corteza cerebral). Por este motivo, un bebé adquiere al principio de su vida capacidades motoras y sensitivas y, tras muchos años, conseguirá desarrollar un pensamiento complejo (Caballero 2017).

Estructura relevante será para la neuroeducación el sistema límbico de nuestro cerebro. “Se encuentra situado entre el bulbo raquídeo y la corteza. Sus estructuras llevan a cabo funciones de control emocional. Permite la interacción entre las emociones y la razón” (Caballero 2017: 44). Se encuentra también relacionado con procesos de memoria. La amígdala y el hipocampo son dos subestructuras pertenecientes al sistema límbico que van a resultar de gran relevancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La amígdala se relaciona, fundamentalmente, con el control emocional, siendo la principal encargada en la gestión del miedo (Adolphs *et al.* 2002)

y asociándose a mecanismos de supervivencia, como la huida o el ataque. Cuando percibimos una amenaza, nuestra atención se focaliza totalmente en el estímulo amenazante, de modo que somos incapaces de atender en ese instante a cualquier otro estímulo que nos rodee (Borrueco *et al.* 2018); nuestro cuerpo entiende que lo prioritario es nuestra supervivencia. Tanto la amígdala como el hipocampo se encuentran interconectadas con la corteza neofrontal, por este motivo, si una persona se encuentra en un estado de alerta por percibir algo que considera una posible amenaza, no podrá realizar ningún aprendizaje, pues la amígdala inhibirá a la corteza prefrontal (Benavidez y Flores 2019). El hipocampo, por su parte, jugará, además, un papel clave en la memoria, siendo el principal responsable de su consolidación (Di Gesù y Seminara 2012).

En cuanto a la corteza frontal, constituye la estructura cerebral más reciente, la cual nos diferencia como especie; se trata de lo propiamente característico del ser humano. Dentro de esta estructura distinguimos un área a la que denominamos corteza prefrontal:

Esta área del cerebro está implicada nada menos que en todo aquello que consideramos más humano, desde la ética, la moral, el razonamiento o la propia responsabilidad social, el control de las emociones y la impulsividad hasta la toma de decisiones y la planificación responsable del futuro de la propia vida del individuo (Mora 2013: 39).

La corteza prefrontal es la responsable de los procesos cognitivos que conllevan una mayor planificación y procesamiento. Las denominadas funciones ejecutivas serán las responsables del autocontrol y contención de los instintos, en aras de conseguir conductas que tengan como objetivo una persecución de propósitos y una maximización de los logros futuros. Tienen especial importancia, por tanto, en el aprendizaje escolar (Caballero 2017). Se conoce que la corteza prefrontal no termina de madurar hasta casi alcanzar los treinta años, pues es la última área que se desarrolla de nuestro cerebro. Este hecho explica el comportamiento más impulsivo de niños y adolescentes, cuyo sistema límbico puede estar desarrollado completamente, pero no contará en muchas situaciones con el control de la corteza prefrontal (Borrueco *et al.* 2018). Concretamente en la adolescencia nuestro cerebro sufre fuertes cambios, los cuales serán decisivos en el desarrollo de la corteza cerebral; este hecho puede ser la causa del comportamiento normalmente complejo a estas edades. (Caballero 2017)

Como bien sabemos, la corteza cerebral, además, se divide en dos hemisferios, cada uno de los cuales se encuentra especializado en un tipo de pensamiento, percibiendo cada uno distintos aspectos. El hemisferio izquierdo se encuentra asociado a la lógica, lo racional, al lenguaje y lo

verbal, el pensamiento secuenciado, distinguiendo parte por parte, y el pensamiento analítico; tiene un tipo de pensamiento convergente, es realista, práctico y objetivo y percibe los detalles. Las personas en las que este hemisferio sea el dominante necesitarán descomponer las tareas en partes y realizar un análisis secuencial; tendrán preferencia por expresar sus ideas verbal o numéricamente y preferirán tareas estructuradas. En cuanto al hemisferio derecho, se vincula con la localización espacial y lo artístico, usa la imaginación y es creativo y divergente, se centra en los aspectos no verbales, se guía por imágenes en vez de por símbolos y no diferencia entre partes, sino que percibe el todo; para este hemisferio son importantes las creencias, los sentimientos y la intuición. Las personas cuyo hemisferio predominante sea el derecho, tendrán preferencia por tareas poco o nada secuenciadas, que, más bien, puedan percibirse como una unidad y que les permita expresar su parte intuitiva o creativa. Sabemos, sin embargo, que los hemisferios no trabajan de forma separada, pues en la práctica se necesita de ambos tipos de procesamiento. El cerebro trabaja de forma conjunta y coordinada. (Muñoz, Gutiérrez y Serrano 2012)

Una realidad a atender de vital importancia dentro del desarrollo cognitivo del ser humano consiste en la existencia de una serie de “periodos sensibles” a lo largo de nuestro crecimiento, en los que nuestro cerebro sufre ciertas modificaciones que provocan que esté más preparado para ser modificado ante determinados aprendizajes (Blakemore y Frith 2011). A pesar de que, tal y como hemos comentado en el punto anterior, nuestro cerebro es plástico y un individuo puede realizar nuevos aprendizajes durante toda su vida, existen ciertas etapas<sup>3</sup> donde determinados aprendizajes se realizan de manera mucho más rápida y efectiva, pues el cerebro se encuentra más preparado para ello. Es la razón por la cual un bebé aprende su lengua materna en unos pocos años con total facilidad, mientras que para aprender una lengua cuando somos adultos precisamos de un tiempo y esfuerzo mucho mayor. Gran parte de estos periodos sensibles transcurren entre el nacimiento de la persona y los doce años. Aunque cada individuo siga un ritmo de desarrollo diferente, todos alcanzamos esos aprendizajes durante las mismas etapas. (Caballero 2017)

---

<sup>3</sup> Algunos autores denominaban a estas etapas periodos críticos, los cuales tenían un matiz más rígido, donde resultaba de capital importancia que cada aprendizaje se alcanzara en ese momento de la vida de la persona, pues lograrlo posteriormente resultaría casi imposible. La neurociencia se inclina preferentemente hacia el término periodo sensible, pues gracias a la plasticidad de nuestro cerebro, así como a la neurogénesis durante toda la vida en el hipocampo, estos aprendizajes pueden darse posteriormente, aunque conlleven un mayor esfuerzo (Borrucco *et al.* 2018). Es cierto, sin embargo, que el desarrollo de determinadas capacidades durante los primeros años de vida resulta fundamental debido a la extraordinaria plasticidad sináptica cerebral que, posteriormente, no se posee. Todos los aprendizajes no pueden aplicarse en cualquier periodo vital. (Caballero, 2017)

### 2.3.2. Procesos cognitivos básicos: percepción, atención y memoria

Nos encontramos continuamente expuestos a una gran multitud de estímulos externos, los cuales son captados por nuestros órganos de los sentidos. Al igual que cada persona suele tener un hemisferio dominante y, en base a esto, tiende a organizar y procesar la información de una manera u otra, en las personas también existe un canal sensorial preferente, hacia el cual tendemos normalmente a la hora de percibir la información del exterior. Las personas que tiendan hacia el canal visual preferirán trabajar con tareas que contengan textos escritos, estudiarán mejor mediante la lectura de la información o tomarán apuntes. Aquellos individuos que tengan preferencia por una percepción a través del canal auditivo, por su parte, se sentirán cómodos oyendo las explicaciones de un profesor o transmitiendo de forma oral la información a otros. Una preferencia por el canal kinestésico, sin embargo, hará que la persona tienda a percibir mejor la información a través del movimiento, el contacto táctil o la sensación. No obstante, la realidad es que en el día a día, todos hacemos uso de todos los tipos de canales perceptivos, en función de las circunstancias a las que nos enfrentemos. (Caballero 2017)

Nuestro cerebro no graba en nosotros el mundo externo tal y como es de manera objetiva. Esto se debe a que contamos con unos mecanismos que actúan a modo de filtros, los cuales dan un significado determinado a las sensaciones que llegan a través de los sentidos, convirtiéndolas así en percepciones. Estos filtros conformarán la representación personal e individual que tengamos cada uno de la realidad. Igualmente, no percibimos todos los estímulos que nos rodean en cada momento, sino que estos filtros seleccionan y atienden solo a algunos determinados; esto dependerá, a su vez, de nuestra visión personal del mundo. (Caballero 2017)

Todo este proceso es también gracias a la atención que dedicamos a esos estímulos. Percibiremos aquello a lo que hayamos dedicado, inevitablemente, atención. Ciertamente, atender es seleccionar ante la enorme variedad de estímulos que nos rodea (Nieto 2011). Debemos entender, en primer lugar, que la atención puede ser de dos tipos, ascendente o espontánea, o bien descendente. Un proceso de atención del primer tipo conlleva una activación de la amígdala, la cual, como ya sabemos, se encuentra asociada a situaciones de amenaza para el sujeto, pero también en situaciones que impliquen una recompensa. En este proceso, un estímulo, normalmente externo, capta nuestra atención, y puede activar diferentes emociones en nosotros, como sorpresa, admiración, curiosidad, alegría, extrañamiento o miedo, entre otras. Por el contrario, una atención de tipo descendente será consecuencia de que el individuo, conscientemente, decida dedicar su atención a ese estímulo, elemento o situación. Para que este

proceso se lleve a cabo de forma eficaz, el individuo deberá centrarse totalmente en este elemento, desatendiendo a cualquier otro estímulo presente, a pesar de que alguno de ellos pueda resultarle más atractivo. Es posible discernir tres partes dentro de un proceso atencional: un inicio, un período donde se sostiene la atención y una última parte en la que, o bien se prolonga el proceso atencional, o bien se sustituye el elemento atendido por otro. (Nieto 2011)

Para Mora, la atención es como “una ventana que se abre en el cerebro a través de la cual se aprende y memoriza la información que procede del mundo que nos rodea.” (Mora 2013: 81). La atención resulta tan importante que sin ella un aprendizaje explícito no podrá lograrse. Cualquier aprendizaje será imposible de alcanzar si el individuo no atiende. “Atender es esencial para codificar y procesar información, ya que sin atención no hay aprendizaje.” (Caballero 2017: 25). A su vez, una persona atenderá voluntariamente a un estímulo si considera que este resulta importante para algún aspecto de su vida.

En cuanto a nuestro foco de atención, es susceptible de ser ampliado, pero nunca podremos atender a más de dos elementos o grupos de elementos al mismo tiempo (Nieto 2011). En el caso de tener repartida nuestra atención en varios focos de elementos, no podrá procesarse correctamente la información procedente de ninguno de ellos. Nuestro cerebro precisa concentrarse totalmente en un estímulo para poder analizarlo exhaustivamente y procesarlo de manera correcta. (Borrueco *et al.* 2018)

A la hora de realizar una tarea, se activarán áreas cerebrales distintas en función de si se trata de algo novedoso para la persona o si constituye algo a lo que el individuo ya está acostumbrado y realiza de forma automática. En el primero de los casos, la activación neuronal es mucho mayor (Caballero 2018). Borrueco *et al.* resaltan:

Los estímulos que llamen la atención por sus cualidades (color, volumen, forma, etc), los que tengan una valencia emocional, sean considerados una amenaza, o todo lo contrario, un indicio de seguridad, o supongan algo totalmente novedoso y despierten el componente motivacional de la atención (la curiosidad), tendrán más posibilidades de acaparar los recursos cognitivos disponibles, y ser incluidos en nuestra memoria (Borrueco *et al.* 2018: 38).

Cuando nuestra atención se centra en un elemento, diferentes redes neuronales se activan. En este proceso, cada red neuronal activada atenderá a una cualidad diferente de dicho elemento (Nieto 2011). Si un estímulo o elemento posee, entonces, numerosas propiedades y estas son llamativas, muchas redes neuronales se activarán para procesarlas. Una mayor o menor

capacidad de atención también se verá influida por diversos factores, que bien pueden ser externos al individuo o procedentes de sí mismo.

Una vez que hemos atendido a aquellos estímulos que consideramos útiles, deberemos almacenarlos en nuestro cerebro si queremos conservarlos a lo largo del tiempo. En este proceso va a intervenir la memoria. Al igual que no podemos alcanzar ningún aprendizaje sin atención, tampoco podremos hacerlo, sin duda, sin la participación de la memoria. “La memoria es un proceso psicológico que nos permite codificar y almacenar la información para poder recuperarla posteriormente” (Caballero 2017: 184). Grabaremos en nuestra memoria aquello que consideremos de algún tipo de utilidad para nuestro presente o nuestro futuro.

Realmente, la memoria se constituye gracias al reforzamiento de las conexiones entre neuronas o redes neuronales, proceso durante el cual las conexiones sufren importantes variaciones de intensidad. (Nieto 2011). Cuando las conexiones neuronales son débiles podemos fortalecerlas a través de los repasos. Cada vez que repasamos un contenido, crecen las sinapsis entre las neuronas y aumenta la fuerza sináptica. Esto tiene como consecuencia una mayor estabilidad y durabilidad en nuestra memoria. El repaso ayuda a trasladar los contenidos a nuestra memoria a largo plazo. (Caballero 2017)

El hipocampo, que, como recordamos, es parte componente del sistema límbico (nuestro sistema emocional), constituye, curiosamente, el área fundamental donde se almacenan las memorias conscientes explícitas, aunque posteriormente estas se asientan en otras zonas de la corteza cerebral (Mora 2005). Otras zonas que guardan relación con el hipocampo también participan en estos procesos de formación de memoria (Adolphs *et al.* 2002). Las emociones, por tanto, tendrán un peso importante para la memoria, y esto se debe a que el sistema límbico y la memoria se encuentran conectados. (Caballero 2017)

La clasificación de los tipos de memoria varía en ciertos aspectos en función del autor, pero, en líneas generales, cabe distinguir entre una memoria de tipo implícita y una memoria explícita o declarativa. La primera de ellas se graba en nosotros de forma inconsciente a través de las diferentes situaciones que vamos experimentando en nuestra relación con la realidad día tras día. Aquí se incluyen las asociaciones arbitrarias entre la lengua y sus símbolos escritos, memorias referentes a procedimientos aprendidos, memorias de olores, sabores u otros tipos de recuerdos asociados a nuestros órganos de los sentidos, y hallaremos también aquí una memoria emocional, donde existe una relación entre determinadas situaciones o elementos e intensas



emociones (positivas o negativas) vividas por el individuo con un impacto relevante para él (Nieto 2011). La memoria explícita, por su parte, requiere de un papel activo por parte del aprendiz y un entendimiento de las relaciones entre significados. Este tipo de memoria comprende una memoria sensorial, una memoria a corto plazo y una memoria a largo plazo. De las diferentes percepciones que obtenemos a través de los sentidos se deriva la memoria sensorial. La huella sensorial que se genera gracias a estas percepciones durará, como máximo, un par de segundos (Caballero 2017). Dentro de la memoria a corto plazo encontramos la memoria operativa, que nos permite el trabajo simultáneo con distintas informaciones sin tener que procesarlas. Conocemos que una persona es capaz de recordar una media de siete elementos en, aproximadamente, medio minuto<sup>4</sup>. La memoria a corto plazo retendrá información durante un periodo mayor de tiempo si vamos repasando los contenidos. En el momento en el que el contenido trabajado se une a nuestra estructura de redes de memoria, nos encontraremos ante la memoria a largo plazo (Borrueco *et al.* 2018). Dentro de esta, la memoria denominada semántica se encuentra asociada a todos aquellos conocimientos relacionados con la realidad; aquí encontramos categorías y subcategorías de contenidos clasificadas en orden jerárquico según su significado. Cuando realizamos aprendizajes significativos, habiendo comprendido verdaderamente el contenido estudiado, en lugar de memorizar de manera superficial, el aprendizaje queda fijado más fuertemente en nuestra memoria y perdura en ella más tiempo. En el caso contrario, olvidaremos lo estudiado poco después, pues la información no se habrá grabado correctamente dentro de la organización jerárquica por categorías y subcategorías de nuestra memoria semántica. Esta memoria se ha formado gracias al aprendizaje explícito del individuo. Una buena organización sistemática de los contenidos dentro de nuestra memoria semántica facilitará una posterior recuperación de estos (Nieto 2011). La información referente a nuestra vida y vivencias que recordemos desde que nacimos, pertenecerá, sin embargo, a nuestra memoria autobiográfica y se evocará de manera espontánea. En nuestra memoria a largo plazo la capacidad de almacenamiento es ilimitada, pues podemos aprender constantemente. (Caballero 2017)

Nuestras redes de memoria se encontrarán habitualmente en reposo, latentes, hasta que entremos en contacto con algún estímulo que, por similitud o relación a algún elemento grabado en la red, provocará la evocación de dicha traza de memoria (Nieto 2011). Una traza de memoria que, además, se encuentre conectada con un número elevado de diversos tipos de información,

---

<sup>4</sup> Los resultados de determinados estudios demuestran que la capacidad de recuerdo dentro de este tipo de memoria oscila entre cinco y nueve elementos o grupos de elementos dependiendo de la persona. (Nieto 2011)

será más sencilla de evocar, pues, cuando se estimule cualquiera de las conexiones a las que se encuentra unida, todo el complejo neuronal conectado se activará. La memoria es, por tanto, un enorme constructo de asociaciones enlazadas unas con otras, a las que se van añadiendo constantemente contenidos nuevos. (Borrueco *et al.* 2018)

## **2.4. Cerebro y aprendizaje**

Son muchos los factores que intervienen en un proceso de aprendizaje. Hasta ahora nos hemos centrado en los mecanismos que transcurren en nuestro cerebro cuando aprendemos o en aquellos elementos que resultan de importancia en este proceso. Sin embargo, existen otros factores que también condicionan o guían el aprendizaje de un individuo, los cuales debemos tomar igualmente en consideración.

### 2.4.1. Factores generales que intervienen en el aprendizaje

Para conseguir procesos de enseñanza-aprendizaje eficaces, debemos tener en cuenta todos aquellos factores que intervendrán o influirán en ellos. Como indica Caballero:

[...] no podemos aislar los elementos que intervienen en el aprendizaje puesto que la persona funciona como un bloque no solo a nivel físico, sino emocional, social, conductual o cognitivo (Caballero 2017: 112).

Entre las variables físicas, una de las que tendrá un gran peso para el aprendizaje será el sueño. El descanso se encuentra estrechamente relacionado con la consolidación de la memoria. Concretamente, durante la fase del sueño REM, la amígdala, junto a otras estructuras, se activa, y el hipocampo practica y reitera todo aquello que ha sido aprendido, provocando que los aprendizajes queden fijados en nuestra memoria (Nieto 2011). Esto se debe a que durante el día la memoria no es capaz de fijar la gran cantidad de conocimiento a la que está expuesta. Necesitamos, para ello, tiempos de descanso de una duración adecuada para que este proceso pueda realizarse íntegramente y de forma correcta (Falconi *et al.* 2016). Un tiempo de descanso insuficiente provocará, asimismo, una disminución de la capacidad atencional y una mayor sensación de cansancio, que será desfavorable para el procesamiento de la información.

La alimentación será también una variable a considerar, pues la falta de algunos nutrientes (calcio o colina, entre otros) puede suponer un retraso en algunos procesos que ocurren durante la consolidación de la memoria, al igual que el consumo de otras sustancias (cafeína o glucosa,

por ejemplo) podrá favorecerlos (Nieto 2011). Ello conlleva que debamos estar lo suficientemente bien nutridos durante el día para estar preparados para cualquier aprendizaje.

En procesos de aprendizaje que transcurran en contextos escolares, factores de tipo social tendrán también una importante influencia sobre el individuo. Será importante atender a variables como la influencia entre iguales o, también, a nuestro cerebro de naturaleza social y su aprendizaje gracias a las neuronas espejo (Caballero 2017).

Sin duda, los factores cognitivos particulares de cada individuo serán, igualmente, de gran influencia para su aprendizaje. Aquí se incluirán su estilo de aprendizaje, preferencia por un tipo de procesamiento u otro en función de su hemisferio cerebral y su canal sensorial dominante, el desarrollo de sus procesos cognitivos básicos y superiores, o los tipos de inteligencia que predominen principalmente en el individuo<sup>5</sup> (Caballero 2017).

La guía de todo proceso de enseñanza aprendizaje, no obstante, va a ser el factor emocional, al cual dedicaremos íntegramente el punto siguiente.

#### 2.4.2. El aprendizaje desde la perspectiva emocional

Como indica Arboccó de los Heros (2015), “[...] el hombre por naturaleza (y por cronología evolutiva) primero siente, luego piensa” (citado en Benavidez y Flores 2019: 38). Entendemos, así, entonces, que en situaciones donde el individuo perciba una posible amenaza, su parte cognitiva quede inhabilitada, impidiendo, por supuesto, cualquier aprendizaje, tal y como hemos visto. También resultará complejo alcanzarse algún aprendizaje o razonamiento si el individuo se encuentra invadido por cualquier otro tipo de emoción negativa (tristeza, enojo, estrés, ansiedad, frustración). Resultados neurocientíficos han evidenciado que nuestra parte emocional influye tres veces más sobre nuestra parte cognitiva que en el caso inverso, de modo que nuestras emociones van a tener un gran peso sobre nuestras conductas (Borrueco *et al.* 2018). El primer requisito, por tanto, para que los aprendizajes puedan ser alcanzados será hallarse en un clima seguro y positivo. Sabemos que un buen estado de ánimo favorece la creatividad, la capacidad de resolución de tareas o la posibilidad del individuo de encontrar soluciones menos comunes ante los problemas, facilitando, a su vez, que nuestro foco

---

<sup>5</sup> Según la Teoría de las Inteligencias Múltiples de Howard Gardner de 1983 (inteligencia lingüística, inteligencia lógico-matemática, inteligencia musical, inteligencia espacial, inteligencia kinestésica, inteligencia interpersonal, inteligencia intrapersonal e inteligencia existencial-naturalista) (Borrueco *et al.* 2018).

atencional crezca (Borrueco *et al.* 2018). Como bien indica Nieto (2011: 252), “las emociones excitantes aumentan la liberación de adrenalina y otras hormonas, lo que afecta a la consolidación de la memoria”. Se ha demostrado que todo aquel conocimiento que llega a nuestro cerebro impregnado de emoción queda grabado más fuertemente en la memoria; esto se debe a que el número de conexiones sinápticas crece durante este proceso, aumentando la actividad neuronal (Benavidez y Flores 2019). Los trazos de memoria asociados a emociones muy intensas serán los que se recuerden más fácilmente (Caballero 2017).

Si nos referimos a aprendizajes que requieran un papel activo por parte del aprendiz, la curiosidad y la motivación serán emociones de suma importancia para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ante contenidos que presenten características novedosas o interesantes para los educandos, estos sentirán curiosidad, por lo que verán despertada su atención, y como bien sabemos, la atención será la puerta hacia el conocimiento, llevando a la fijación de la información en la memoria. Lo que no se espera, así como lo desconocido, genera también esta sensación en los que aprenden (Caballero 2017). Cuando un individuo vea despertados sus intereses, se activará, también, su motivación. Lo realmente deseable para lograr aprendizajes duraderos es que se trate de una motivación intrínseca (Nieto 2011), esto es, que el individuo halle la motivación en factores internos en sí mismo y no en recompensas externas<sup>6</sup>. Lo que no hay duda es que motivación y aprendizaje van de la mano, teniendo la primera de ellas una enorme influencia sobre la atención, necesaria de manera previa a cualquier aprendizaje (Adam *et al.* 2003).

Esta importancia de las emociones en el proceso de aprendizaje viene considerándose desde hace ya algún tiempo (Adam *et al.* 2003), y es que cabe considerar su importancia dentro de este proceso, pues, como indican Benavidez y Flores, “las memorias más intensas están asociadas con emociones fuertes, de donde se deduce que aprender debe ser el resultado de emocionarse de manera continua y positiva” (Benavidez y Flores 2019: 37).

## **2.5. Relevancia de las emociones en el aula de Primaria**

Si las emociones ya constituyen un factor que guía constantemente el aprendizaje, deberemos tomarlas más aún en consideración cuando nos refiramos al aprendizaje en niños. Como hemos

---

<sup>6</sup> Motivación intrínseca frente a motivación extrínseca, la cual se mueve por un factor ajeno a nosotros mismos o a la tarea, como puede ser cualquier tipo de recompensa externa. (Adam *et al.* 2003)

visto, la corteza prefrontal no termina de desarrollarse hasta cercanos los treinta años. El comportamiento en niños de estas edades se encontrará enormemente influenciado por su sistema límbico, lo cual supone una gran presencia de emociones y sentimientos. Por este motivo resulta impensable dejar a un lado la consideración del factor emocional en estos procesos de aprendizaje.

El aula de Primaria, por su parte, ya no se trata, afortunadamente, de un entorno frío y de mayúsculo respeto donde se tiende a temer a la figura del profesor, como antiguamente, sino que los docentes actualmente son más conscientes de la importancia de crear ambientes afables, así como de considerar las emociones de sus alumnos, hecho que ayuda a que el estudiante se libere de esa tensión emocional y solo deba preocuparse por aprender. En los currículos ya se habla de educación integral de los discentes, por lo que cada vez se ha dado más cabida en el aula a aspectos de esta índole (Adam *et al.* 2003). La realidad, sin embargo, es que aún, actualmente, no resulta todo tan idílico en la práctica, y el entorno de Primaria se encuentra repleto de situaciones en las que los niños experimentan numerosas emociones. El contacto entre compañeros a esas edades, por ejemplo, a veces resulta, por desgracia, desfavorable, y ciertos alumnos pueden llegar a experimentar sensaciones de amenaza por parte de otros niños que, sin duda, imposibilitarán una adecuada predisposición a sus aprendizajes. También, elementos implicados en el rendimiento académico, como malas calificaciones en pruebas y exámenes o retos cognitivos inalcanzables para ellos, pueden conllevar frustraciones o desmotivación, e influir sobremanera en sus futuros resultados si se trata de hechos que empiezan a repetirse. El autoconcepto o la autoestima del niño pueden verse, asimismo, modificados durante estos años en función del contacto con sus compañeros y la influencia entre iguales (Nieto 2011). Todas estas situaciones, por tanto, resultarán perjudiciales para que los aprendizajes pertinentes puedan alcanzarse. No todo serán emociones negativas, sin embargo, pues también dentro de las aulas podremos ver sentimientos de satisfacción y alegría ante la correcta resolución de una tarea o ante unos buenos resultados académicos; o hallaremos euforia en dos amigos a los que se les concede realizar un trabajo de forma conjunta. Se trata, en todo caso, de un contexto con una alta carga emocional (bien positiva, bien negativa, según la circunstancia), donde el docente deberá ser consciente de este hecho y convertirse en mediador emocional para todas estas situaciones entre alumnos o entre profesor y alumno, intentando dirigir siempre los contextos de aprendizaje hacia climas que fomenten la seguridad y la armonía.

En lo referente a situaciones explícitas de aprendizaje, encontramos, igualmente, en las aulas actuales alumnos distraídos o alumnos que encuentran complicado seguir las explicaciones del profesor. Esto a menudo se debe a que, a la frecuente complejidad de muchos contenidos curriculares para los niños (Nieto 2011), se suma la inadecuada metodología de muchos docentes, que no captan adecuadamente la atención de sus estudiantes, desatendiendo a sus intereses y no preocupándose por despertar su curiosidad o su motivación (Caballero 2017), las cuales, como hemos visto, resultan fundamentales dentro de este proceso.

En estos casos habrán de tomarse en alta estima los resultados de los estudios neurocientíficos.

## **2.6. El aprendizaje de la L2 según la neuroeducación**

Cuando nos referimos a la adquisición de la lengua materna, el ser humano se encuentra altamente preparado para adquirir cualquier idioma y alcanzar un uso correcto del mismo en unos cuantos años desde su nacimiento.

Chomsky y otros psicolingüistas piensan que debido a la complejidad del lenguaje humano, el cerebro debe contener algunos mecanismos innatos que estén programados para la adquisición del lenguaje. Los bebés nacen, según estos autores, con la facultad de adquirir en pocos años una lengua con miles de palabras y complejas reglas gramaticales. [...]. Hablar una lengua supone el uso de habilidades lingüísticas implícitas y de conocimiento metalingüístico (Nieto 2011: 295).

Sabemos que la eficacia con la que se adquiere el idioma en ese momento se debe a la extraordinaria plasticidad cerebral con la que contamos durante los primeros años de vida. Es inevitable que cuando intentamos aprender un segundo idioma en etapas posteriores, su adquisición no sea igual de rápida y eficaz. La neuroeducación, sin embargo, encuentra interesante atender a esos mecanismos mediante los cuales el cerebro aprende realmente una lengua, con el objetivo de elaborar metodologías de enseñanza de lenguas extranjeras basadas en estos procesos cerebrales. El problema reside en que la mayoría de libros de enseñanza de idiomas han estado basados casi únicamente en la enseñanza de la gramática y el léxico de esa lengua, con numerosas actividades de aplicación de estos contenidos exclusivamente (Borrueco et al. 2018). Si atendemos a la adquisición natural de la lengua materna de un bebé, comprenderemos que es erróneo empezar a aprender una lengua por su gramática, pues si aprendemos esta de manera descontextualizada, resultará posteriormente muy complejo establecer una correcta relación con la práctica, de cara a su aplicación en el uso de la lengua.

Cuestión importante a contemplar en la enseñanza de lenguas extranjeras será, también, el aprendizaje mediante patrones con el que trabaja nuestro cerebro:

[...] el cerebro busca constantemente patrones de lo que está intentando aprender. Construye estos patrones (acertados o no) con la información de la que disponga, sin embargo, si estos patrones no son comprendidos de forma significativa, el cerebro los memorizará como dato. Esto supone que las conexiones neuronales que se creen serán débiles. Todo ello conducirá a la conocida como “fossilización de errores lingüísticos” (Borrueco *et al.* 2018: 25).

Fundamental para el aprendizaje de una lengua extranjera resultará, a su vez, la consideración de los conocimientos previos del alumno. En el aprendizaje de un idioma será primordial un aumento progresivo del nivel. La autenticidad del entorno será otro factor que se pondrá en juego en la adquisición de un idioma extranjero. Esto se debe a que “los entornos percibidos como no auténticos dificultan el aprendizaje” (Borrueco *et al.* 2018: 24). Cobra en este sentido una especial relevancia el contexto de aprendizaje (Salcedo 2017), por ello, resulta gratamente eficaz la adquisición de un idioma cuando nos encontramos en un país extranjero. En estos contextos, además, los aprendizajes lingüísticos irán asociados a una gran cantidad de estímulos, lo cual, como sabemos, también favorece una mejor adquisición de los conocimientos. En este hecho se fundamentará la aplicación del bilingüismo que actualmente se está produciendo en numerosos centros educativos.

Frente a otros contextos de aprendizaje, la enseñanza de una lengua extranjera requerirá de la comunicación e intervención activa por parte del alumno para alcanzar correctamente las destrezas necesarias en el idioma. Metodologías activas, como, por ejemplo, un enfoque comunicativo o un enfoque por tareas, resultarán enormemente eficaces en estas disciplinas (Borrueco *et al.* 2018). Metodologías multisensoriales también contribuirán a una mejor interiorización de estos contenidos en el aula, de forma que resultará favorable que el material y contenido se presenten al alumno a través de distintos y diversos tipos de medio (Caballero 2017). Cabrá considerar, también, en las metodologías de enseñanza de una lengua extranjera la etapa de desarrollo cognitivo en la que se encuentre el estudiante, teniendo en cuenta los diferentes periodos sensibles existentes. Debemos ser conscientes de que un niño y un adulto contarán con características y mecanismos de aprendizaje diferentes, de modo que las metodologías deberán adaptarse a cada caso.

A todos los factores comentados en este trabajo que influyen en una buena consolidación de los aprendizajes en nuestra memoria, se añaden los concretados en este punto para la adquisición

de un idioma extranjero, puntualizando que, concretamente, para este ámbito resultará de vital importancia que el alumno sea el protagonista en su aprendizaje (Salcedo 2017), teniendo presente que es en el discurso oral donde se aplican todas las destrezas adquiridas, y sin olvidarnos de la gran importancia de las emociones y estados de ánimo, los cuales constituirán una pieza clave en una materia donde la interacción entre individuos es cuestión esencial (Borrueco *et al.* 2018).

### **3. CONSECUENCIAS Y PROPUESTAS DIDÁCTICAS**

#### **3.1. Consecuencias didácticas**

De los diversos resultados neurocientíficos sobre los que se apoya la neuroeducación pueden inferirse ciertas consecuencias didácticas que ayudarán a la consecución de métodos más eficaces dentro de las aulas.

Hemos visto que el repaso de los contenidos favorece la consolidación de estos en nuestra memoria. En el aula, por tanto, deberemos llevar a cabo repasos constantes de la materia, revisando los contenidos recientes, pero también otros más antiguos, pues al dejar abandonados estos por largos periodos de tiempo esas conexiones neuronales se debilitarán o, incluso, podrán llegar a desaparecer. Será aconsejable que los contenidos se repasen mediante actividades de distinta índole en cada ocasión. Y esto conecta con otra actuación docente recomendable, la variedad. Como sabemos, un contenido quedará anclado mejor en nuestra memoria si se encuentra relacionado con diversos contextos o estímulos diferentes. El profesor deberá presentar a los alumnos el contenido en diferentes tipos de actividades. Algunas de ellas podrán ser actividades secuenciadas, otras serán más flexibles; unas potenciarán la creatividad del alumno, mientras que otras precisarán de su razonamiento; algunas actividades deberán realizarse sentados, mientras que otras pueden implicar movimiento. El material, además, será presentado a través de distintos medios, como pueden ser textos escritos, imágenes, explicaciones del profesor, fotocopias, material audiovisual o, incluso, materiales que los alumnos puedan tocar. De esta forma nos aseguramos de ofrecer el material de forma diversa para que pueda adaptarse a las preferencias de cada alumno, en función de su tipo de procesamiento o canal perceptivo preferente.



Debemos, además, conectar siempre los contenidos nuevos con otros que hayamos trabajado previamente, facilitando que el alumno pueda elaborar conexiones sólidas entre los elementos, basando cada contenido nuevo sobre otro(s) que ya posea. De esta forma, todo su aprendizaje quedará, finalmente, conectado con un sentido significativo para ellos. Y aquí resaltamos dos aspectos, la necesidad de que nuestros alumnos comprendan verdaderamente lo que están aprendiendo (de modo que debemos despedirnos de cualquier aprendizaje superficial y puramente memorístico), y el favorecimiento, con ello, de una correcta clasificación de la información dentro del sistema de categorías y subcategorías de nuestra memoria a largo plazo. Los clasificadores visuales son una magnífica herramienta de cara a este objetivo, y aquí pueden incluirse tablas, esquemas, mapas conceptuales, listas o líneas del tiempo, entre otros.

Del mismo modo, será fundamental que adaptemos siempre nuestra metodología y presentación de los diferentes contenidos a la etapa de desarrollo cognitivo en la que se encuentren nuestros estudiantes, tomando en consideración sus periodos sensibles.

La emoción será, sin embargo, la mayor guía del aprendizaje de nuestros alumnos. Esto implica que como docentes hemos de favorecer climas agradables y seguros para evitar cualquier bloqueo ante los aprendizajes, así como para que nuestros estudiantes puedan lograr un desarrollo emocional positivo y acudan al aula cada mañana con alegría, dejando en casa cualquier tipo de miedo. Para ello deberemos entender las emociones de nuestros alumnos y, además, prestar atención a las relaciones entre compañeros o a la convivencia en el aula, pues, como hemos visto, en ocasiones se desarrollan situaciones desfavorables. Como guías en todo este proceso, los docentes tenemos la responsabilidad de ser mediadores en todas aquellas situaciones que puedan producirse, así como de ofrecer nuestro apoyo y orientación a aquellos alumnos que puedan sentirse desmotivados o frustrados por cualquier motivo académico. Deberemos procurar, para ello, no establecer tampoco retos cognitivos demasiado altos. Recordemos, además, que la motivación es una pieza clave para el aprendizaje, por lo que resultará positivo incluir en nuestras clases elementos que despierten la curiosidad de nuestros alumnos. Podemos conseguir esto introduciendo aspectos novedosos, inesperados, llamativos o relacionando la materia con sus intereses, así como dándoles la posibilidad de elegir entre diferentes elementos. De esta forma, podremos conseguir una motivación intrínseca en nuestros discentes, activando, asimismo, su atención y abriendo una puerta hacia la consolidación de los conocimientos en la memoria.

### 3.2. Propuestas didácticas para la lengua alemana en Educación Primaria

Una vez expuestas las principales consecuencias didácticas de los hallazgos fundamentales sobre los que se apoya la neuroeducación, expondremos, en este último punto, algunas propuestas didácticas concretas para la etapa educativa que nos concierne, esto es, la Etapa de Primaria, centrándonos en la enseñanza de la lengua alemana en este nivel.

Una propuesta interesante para el desarrollo de la expresión oral del alumno podría ser la realización de un pequeño proyecto al final de la unidad, donde los niños deban crear una manualidad relacionada con el contenido visto durante esas semanas y exponerlo ante sus compañeros en alemán. De modo que si, por ejemplo, hemos visto los diferentes tipos de transporte (*das Fahrrad, das Auto, die Bahn, das Flugzeug, das Schiff, das Motorrad, der Autobus, die Straßenbahn, die U-Bahn, ...*), los alumnos deben seleccionar el transporte que prefieran y realizarlo manualmente con material reciclado (botellas de plástico, cartones de rollos de papel, cartulinas, platos o vasos de plástico desechable) para después llevarlo a clase y presentarlo ante sus compañeros, hablando de su tamaño, color, funcionamiento u otro tipo de características, en función del nivel del idioma de los alumnos. De esta forma, los estudiantes pueden repasar ya no solo el contenido nuevo aprendido, sino también el estudiado en niveles inferiores. También para el desarrollo de la expresión oral, nuestros alumnos pueden llevar a cabo pequeños teatros dentro del aula, tomando como soporte algún cuento con diálogos adaptados al nivel del curso, o bien la pequeña historieta que suele venir al principio de cada unidad en los libros de Primaria, donde hay diferentes diálogos entre los personajes protagonistas del libro, de modo que con esta dinámica puedan practicar su pronunciación, a la vez que interaccionan con sus compañeros y encarnan un personaje, lo cual será divertido para ellos y despertará su interés y motivación.

Una actividad que implica intención comunicativa por parte de los alumnos es un juego donde uno de los alumnos debe salir delante de la pizarra y colocarse una diadema que contará con una pinza. El profesor pondrá en la pinza una de las *flashcards*<sup>7</sup> referente a una de las palabras del vocabulario específico de la unidad, de modo que el alumno que lleva la diadema no puede ver de lo que se trata, pero el resto de sus compañeros sí. Mediante descripciones de los alumnos y preguntas del compañero que lleva la diadema, este último deberá adivinar la palabra de la

---

<sup>7</sup> Tarjetas didácticas, cada una con un dibujo o imagen de un concepto perteneciente al vocabulario de la unidad didáctica. Suelen venir, normalmente, con el material didáctico para el profesor en los libros de idiomas de los cursos pertenecientes a la Etapa de Primaria. El trabajo mediante estas tarjetas favorece que el alumno relacione el vocabulario en alemán a conceptos, en lugar de a palabras en español.

que se trata. Mediante este juego los alumnos practicarán los diferentes contenidos vistos en la unidad, pero, además, se verán obligados a hacer uso de todas las destrezas del idioma de las que dispongan para poder comunicarse con sus compañeros.

Si queremos llevar a cabo un trabajo específico de un determinado vocabulario, hay una actividad que resulta muy efectiva y que se encuentra relacionada con la capacidad de recuerdo de alrededor de siete elementos de nuestra memoria de trabajo y, además, con un repaso constante de los contenidos. Para esta actividad usaremos siete *flashcards* del vocabulario que queramos trabajar, disponiéndolas en la pizarra una debajo de otra de manera que formen tres columnas. El profesor irá señalando con el dedo por orden cada tarjeta, una por una, mientras los alumnos deben repetir el nombre en alemán de cada una de ellas. Cuando lleguen al final, el docente quitará al azar de la pizarra una de las tarjetas y volverá a señalar desde el principio cada una para que los alumnos las repitan. Los alumnos deberán acordarse del nombre en alemán del concepto que incluía la tarjeta que falta cuando lleguen al espacio que ahora se encuentra vacío y el profesor lo señale. Tras cada ronda la complejidad será mayor, pues el profesor quitará otra de las tarjetas, de modo que los alumnos cada vez deberán recordar más conceptos. Esto se repetirá hasta que todas las tarjetas hayan sido quitadas y los estudiantes deban recordar y mencionar todos los conceptos por orden. Posteriormente, el profesor irá pidiendo voluntarios para salir a la pizarra y volver a colocar cada tarjeta en el sitio en el que estaba, volviendo a mencionar el concepto en alemán.

Algunas de las actividades expuestas trabajan también la comprensión auditiva, pero si queremos reforzarla específicamente, podemos hacer uso de canciones en alemán adaptadas al nivel del curso, en las que los alumnos deban realizar mediante mímica lo que dice la letra. Podremos desarrollar, también, esta competencia mediante la visualización, en ocasiones, de videos o películas que despierten sus intereses; podemos escoger, por ejemplo, alguna película de dibujos que ya conozcan previamente y visualizarla en alemán. Esto es recomendable, sobre todo, en los cursos superiores de Primaria, donde los niños ya tienen un nivel más alto del idioma. Si, además, les ofrecemos varias películas para que ellos puedan elegir la que prefieren, su motivación aumentará también.

En cuanto a la expresión escrita, será beneficioso trabajar con modelos de texto que los alumnos deban reproducir, como si se tratase, en cierto modo, de un organizador visual. Estos textos deben tener una estructura guiada en los niveles más bajos, hasta llegar a modelos más abiertos

en niveles superiores. Los alumnos siempre deberán escribir sobre sus intereses o elementos que tengan relación con su vida personal, de manera que favorezcan su motivación.

Para la comprensión lectora, los alumnos pueden trabajar con cuentos o libros adaptados a su nivel e intereses. Asimismo, podemos elaborar algún juego donde los alumnos deban seguir una serie de instrucciones o pistas escritas en alemán para poder llegar hasta el final del juego o para ir consiguiendo objetivos.

En definitiva, todas estas actividades despiertan la curiosidad y motivación entre los alumnos, propiciando que la clase de lengua alemana se convierta en un entorno de ilusión donde los estudiantes se preocupen por tener un papel activo en su aprendizaje y se fomente el enfoque comunicativo de la lengua, lo cual es siempre objetivo primordial en el aprendizaje de un idioma extranjero.

#### 4. CONCLUSIONES

Tras la realización del presente trabajo de fin de grado pueden establecerse las siguientes conclusiones:

1. En lo referente al breve acercamiento a la neurociencia realizado al inicio de este estudio, podemos concluir que los hallazgos de este conjunto de disciplinas constituyen la principal base científica sobre la que se apoya la neuroeducación.
2. Hemos podido determinar que la neuroeducación nace para acercar el ámbito neurocientífico al campo de la Educación, tomando como referencia aquellos hallazgos de la neurociencia que encuentran relación con el aprendizaje en el ser humano, con el fin de desarrollar metodologías educativas verdaderamente adaptadas a los procesos de aprendizaje de los alumnos.
3. Con respecto al ámbito de aplicación de la neuroeducación, cabe establecer y resaltar la ausencia de una verdadera práctica en las aulas de los resultados de esta disciplina, aun siendo una valiosa fuente de conocimiento en la que inspirarse para el desarrollo de un proceso de enseñanza-aprendizaje más eficaz. Asimismo, se considera totalmente válida una adaptación de los resultados de esta disciplina a la Etapa de Primaria.
4. En relación con los principales hallazgos neurocientíficos sobre los que se apoya la neuroeducación, puede constatarse que el motor del aprendizaje encuentra su base en la calidad de las conexiones neuronales, debiendo conceder especial importancia a procesos como la plasticidad cerebral, responsable de un posible aprendizaje constante. Queda determinada, igualmente, la relevancia de estructuras del sistema límbico como la amígdala y el hipocampo en contextos de aprendizaje con matices amenazantes o en la relación de la memoria y las emociones, respectivamente. En cuanto a los procesos cognitivos básicos, por su parte, queda evidenciada su notable participación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, constituyendo la atención la puerta necesaria para la consolidación de los conocimientos en la memoria, avivándose esta con elementos novedosos, llamativos o relacionados con los intereses de quienes aprenden. El aprendizaje significativo y los repasos se establecen como piezas clave en la creación de sinapsis fuertes y una mejor recuperación posterior de los conocimientos almacenados en estas redes de memoria. Una correcta clasificación, en nuestra memoria, de los contenidos en esquemas de categorías y subcategorías favorece, igualmente, este proceso.

5. La consideración de factores como el sueño, la alimentación, el tipo procesamiento cerebral según el hemisferio dominante o el tipo de canal sensorial preferente, así como los periodos sensibles del desarrollo cognitivo, se establece como necesaria de cara a un buen desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.
6. La relevancia de las emociones como guía en el aprendizaje queda constatada, siendo factores fundamentales en el alumno la sensación de seguridad dentro de los contextos de aprendizaje y la motivación, preferentemente intrínseca. Se determina que toda información impregnada de emoción queda más fuertemente fijada en la memoria. Las emociones positivas se postulan como reforzadoras de los procesos creativos o del pensamiento asociativo.
7. En lo referente a la consideración de las emociones en la Etapa de Primaria, queda constatada su validez al considerar la inevitable alta carga emocional de los contextos escolares en los que se encuentran sumergidos los alumnos de estas edades.
8. Entornos reales, motivadores o multisensoriales, por su parte, quedan establecidos como beneficiosos para una óptima adquisición de una lengua extranjera, acompañados de una correcta consideración de los conocimientos previos, así como de metodologías adaptadas al verdadero proceso de adquisición de la lengua. Se determina como fundamental en este proceso, asimismo, la participación activa de quien aprende.

Como conclusión final debemos mencionar la necesidad de una formación en conocimiento neuroeducativo para nuestros docentes, agentes que serán guías en el proceso de aprendizaje de numerosos alumnos y que deben ser conscientes de todos aquellos mecanismos y procesos que constituyen la base orgánica del aprendizaje en el ser humano. Por ello, apelamos a la necesidad de creación de disciplinas, por parte de las universidades, que transmitan estos conocimientos a quienes tienen en sus manos la gran responsabilidad de la formación educativa de las personas del mañana, para poder, así, elaborar propuestas metodológicas y de actuación realmente adaptadas a las necesidades concretas de cada una de ellas.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adam, E. *et al.* (2003), *Emociones y educación: Qué son y cómo intervenir desde la escuela*. Barcelona: GRAÓ.
- Adolphs, R. *et al.* (2002), *Emoción y conocimiento: La evolución del cerebro y la inteligencia*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Benavidez, V. / Flores, R. (2019), “La importancia de las emociones para la neurodidáctica”, *Wimblu*, 1, 14, 25-53.
- Blakemore, S-J. / Frith, U. (2011), *Cómo aprende el cerebro: Las claves para la educación*. Barcelona: Ariel.
- Borrueco Rosa, M.A. *et al.* (2018), *Ciencia e innovación docente en el aprendizaje de lenguas extranjeras*. Sevilla: Ediciones Egregius.
- Caballero, M. (2017), *Neuroeducación de profesores y para profesores: De profesor a maestro de cabecera*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Campos, A.L. (2010), “Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano”, *La Educación. Revista Digital*, 143, 1-14.
- Cuesta Rivas, J. (2009), “Neurodidáctica y estimulación del potencial innovador para la competitividad en el tercer milenio”, *Educación y Desarrollo Social*, 2, 3, 28-35.
- Di Gesù, F. / Seminara, A. (2012), “Neurodidáctica y la implicación de emociones en el aprendizaje”, *LynX. Panorámica de Estudios Lingüísticos*, 11, 5-39.
- Falconi Tapia, A.A. *et al.* (2016), “Las neurociencias. Una visión de su aplicación en la Educación”, *Revista Órbita Pedagógica*, 1, 4, 61-74.
- Maureira Cid, F. (2018), *Principios de neuroeducación física*. Saarbrücken: Editorial Académica Española.
- Merchán Morales, V. (2018), “La neurodidáctica, una revisión conceptual”, en Riaño Garzón, M.E. *et al.* (ed.), *Innovación psicológica: salud, educación y cultura*. Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar, 153-176.
- Mora Teruel, F. (2005), *Cómo funciona el cerebro*. Madrid: Alianza Editorial.

- Mora Teruel, F. (2013), *Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza Editorial.
- Muñoz González, J.M. / Gutiérrez Arenas, P. / Serrano Rodríguez, R. (2012), “Los hemisferios cerebrales: dos estilos de pensar, dos modos de enseñar y aprender”, *Estilos de aprendizaje: investigaciones y experiencias [V Congreso Mundial de Estilos de Aprendizaje]*, conferencia impartida en Santander, 27, 28 y 29 de junio de 2012.
- Nieto Gil, J.M. (2011), *Neurodidáctica: Aportaciones de las neurociencias al aprendizaje y la enseñanza*. Madrid: CCS.
- Paniagua, M.N. (2013), “Neurodidáctica: una nueva forma de hacer educación”, *Fides et Ratio*, 6, 6, 72-77.
- Salcedo Plaza, P. (2017), “Neuroeducación: incorporación de enseñanza basada en el funcionamiento del cerebro. WBT en la metodología CLIL”, *Publicaciones Didácticas*, 90, 397-430.
- Segovia Baus, F. (2016), “Aproximación al estudio de la Neuroeducación: el encuentro de las ciencias con la escuela”, *PUCE*, 102, 155-168.