



**UNIVERSITAT  
JAUME·I**

**TRABAJO FINAL DE GRADO EN  
MAESTRO/A DE  
EDUCACIÓN PRIMARIA**

**Relación entre la enseñanza de lenguas  
y el funcionamiento cerebral**

**Rocío Ferraté Algar**

**María Jesús Frigols**

**Neurociencia y educación**

**Curso académico 2016-2017**

## ÍNDICE

Resumen.....	1
1. Justificación de la temática escogida.....	2
2. Metodología.....	3
3. Introducción teórica.....	3
4. Resultados.....	7
5. Discusión y conclusiones.....	14
6. Bibliografía.....	19

### **Anexos**

Anexo 1: Conexiones neuronales

Anexo 2: Lóbulos cerebrales

Anexo 3: Neuroimágenes del aprendizaje de lenguas.

Anexo 4: Lenguaje y cerebro

Anexo 5: Imagen animada sobre los dos hemisferios cuando se es bilingüe.

Anexo 6: Información sobre la neuroeducación.

## RESUMEN

Resulta inquietante el hecho de que en la sociedad actual todo tenga una base científica, pero, sin embargo, la educación no es el mejor ejemplo de este hecho. Las leyes educativas y quien se dispone a hacerlas no se preocupa por las necesidades del educando, ni por dotar a los docentes y futuros docentes de la formación requerida para poner en práctica pedagogías reales. Por eso, en el presente trabajo hablo de la utópica alianza entre la neurociencia y la psicología, para la enseñanza de lenguas, sobre todo las L2. Me encamino en temas neurocientíficos, psicológicos y sociales necesario para el beneficioso desarrollo de las competencias lingüísticas. Me sitúo en una postura crítica de la educación de las lenguas en España y como información relevante y práctica menciono varias practicas pedagógicas que han demostrado ser fructíferas para el aprendizaje de las L1 y L2. Con este trabajo intento mostrar una parte de la educación esencial para nuestra formación ante la idea de abordar los problemas y situaciones que se puedan crear en el aprendizaje de lenguas. Y ya no solo de esta disciplina sino en la enseñanza en general. Y a que la ciencia ha demostrado que el proceso de aprendizaje tiene unas características muy específicas y como docentes debemos conocerlas para aprovechar y desarrollar al máximo el potencial de los estudiantes.

**Palabras clave:** Neurociencia, neuroeducación, segundas lenguas

## ABSTRACT

It was disturbing to the fact that in current society, all have a scientific basis, but, however, education is not the best example of this fact. The education laws and who is available to them is not concerned with the needs of the learner, even not to equip teachers and future teachers of the training required implementing real pedagogies. Therefore, in the present work, spoke of the utopian alliance between neuroscience and psychology, for the teaching of languages, especially the L2. I walked in topics in neuroscience, psychological and social services necessary for the beneficial development of language skills. I stood at a critical stance of the education of the languages in Spain and how relevant information and practice mentioned several pedagogical practices that have proven to be fruitful for the learning of the L1 and L2. With this work I try to show a part of the education essential to our formation with the idea of dealing with the problems and situations that may create in language learning. Not only of this discipline but in general education. And that science has shown that the process of learning has very specific characteristics and as teachers we must know them to exploit and develop the full potential of students.

**Key words:** Neuroscience, Neuroeducation, second languages

## 1. JUSTIFICACIÓN DE LA TEMÁTICA ESCOGIDA

La neurología es uno de los campos más activos en cuanto a investigaciones científicas. Actualmente, la educación y esta ciencia van cogidas de la mano. Tras la necesidad de encontrar explicación al funcionamiento de las conexiones neuronales durante los procesos de aprendizaje de lenguas se han descubierto una serie de razones por las cuales las leyes, hoy en día vigentes, no son del todo propicias para una buena aplicación y aprendizaje de las segundas lenguas.

Es por esta razón que mi elección ha sido abordar este tema tan necesario e importante para nuestra futura labor docente.

Me he interesado por este tema ya que creo que es un campo en el cual no hemos profundizado durante nuestra formación universitaria y por eso creo que tiene mucho más valor.

En el colegio, tanto un niño que tiene que aprender inglés como aquel niño extranjero cuya segunda lengua sea el aprendizaje de español o en el caso de algunas comunidades autónomas, el valenciano, el catalán, el euskera o el gallego, necesitan que los maestros estemos y seamos conscientes de sus características cerebrales correspondientes a su edad y por supuesto sepamos cómo hacer eficaz este aprendizaje. Pues lo que yo quiero con este trabajo es dar un toque de atención e introducir en la neuroeducación (término que más adelante explicaré) a los futuros maestros, que como yo, tenemos que indagar y formarnos en todo aquello que sea expresamente necesario para ejercer una buena y provechosa labor docente. Pues, no todo lo que se rige en las leyes es la didáctica que realmente deberíamos seguir. Y encontrar nuevos paradigmas es complicado. Es por ello que he posado mi interés en esta disciplina, que crítica y encauza por unas vertientes de la educación bien diferentes a las que nos han formado durante los cuatro largos años de estudios superiores.

Las leyes educativas establecen que es el cerebro el que se tiene que adaptar a los aprendizajes, sin embargo la neurociencia asegura que es el aprendizaje el que se tiene que adaptar al mismo. Y es que las conexiones que caracterizan el cerebro de los niños en cada una de sus etapas educativas son diferentes y como docentes debemos estar formados para finalmente hacer que los niños lleguen a un aprendizaje provechoso para sus vidas. Pero lo más importante que sean capaces de almacenarlo. Porque desgraciadamente este es uno de los problemas que viene existiendo desde el siglo anterior y aún persiste y es que, en relación a la carente adaptación a las características cerebrales durante el aprendizaje, no facilitamos a los niños que retengan en sus cabecitas todo lo que podrían. Es decir, los niños tienen su momento para todo y esto viene condicionado por las conexiones y características cerebrales por eso si hacemos que aprendan antes de lo necesario una lengua nunca podrán desarrollar el potencial tanto como si la aprendieran en el momento justo.

Por esto creo que mi temática es de verdadera necesidad para todo aquel que se quiera dedicar a la enseñanza de un modo u otro, ya que nuestro mayor objetivo debe ser una buena formación de los niños y niñas del mañana. Pero esto solo lo conseguiremos habiéndonos formado nosotros primero, y ahora es momento de hacerlo.

## 2. METODOLOGÍA

El tipo de metodología en que he basado mi TFG ha sido una investigación bibliográfica o documental. Se trata de un tipo de investigación necesaria e inicial para llevar a cabo todas las demás, ya que proporciona el conocimiento de las investigaciones posteriores. Así pues, se trata de una amplia búsqueda de información sobre una temática específica facilitando una visión panorámica de una problemática o causa de valor social. Mi intención es crear una obra escrita con fines didácticos a través de la reflexión de una serie de artículos e investigaciones sobre cómo dicho tema.

La recopilación de artículos y otros documentos escritos y audiovisuales que he trabajado son los que han propiciado que realice este tipo de trabajo. Siendo un trabajo extra otro tipo de investigación, me parecía correspondiente que la información a tratar en mi TFG la tuviera que obtener mediante un trabajo de investigación bibliográfica para así poder realizar una visión ampliada del tema y que mi trabajo pudiera ser como una definición muy ampliada para todo aquel que interesado este en el tema de la neurología, más concretamente en la neuroeducación y su aplicación en la enseñanza de segundas lenguas.

Así bien, en el presente trabajo realizaré un bagaje sobre cuando y como es la mejor forma de enseñar una segunda lengua durante la etapa de la infancia. Además de responder a la pregunta de donde se localiza el lenguaje.

## 3. INTRODUCCIÓN TEÓRICA

Existe un viejo proverbio indio en el que se cuenta cómo unos ciegos al no haber visto nunca un elefante, y solo palpándolo, entran en discusión: “Parece una serpiente”, decía el que palpaba la trompa; “No, es un tronco”, respondía el que tocaba su pata; “¡Qué va!, es una cuerda”, replicaba el más cercano al rabo; “Parece una tortuga”, sentenciaba quien se encaramaba en su dorso. A sí bien, para entender la fisiología del lenguaje y su importancia en el aprendizaje de las lenguas, es necesario tener una visión general del “elefante”. Esta visión consiste en: – Comprender la función de relación en los seres vivos. – Entender el mecanismo de “estímulo - respuesta” que esta función implica. – Considerar el sistema nervioso como vehículo de comunicación entre el

estímulo y la respuesta. – Conocer la fisiología del lenguaje y utilizarla para una mejor aplicación de la didáctica de las lenguas.

Los seres vivos, microorganismos, plantas o animales, realizan para mantener su existencia las funciones vitales. Toda su actividad puede englobarse de forma más o menos directa en una de estas tres funciones: -Función de nutrición, cuya finalidad es aportar los nutrientes, materia y energía para realizar las otras funciones vitales - Función de reproducción, la cual tiene como finalidad crear individuos semejantes a sus progenitores, con el fin de mantener la especie y la cual se desarrolla en las distintas especies solo durante un período de su ciclo vital - Función de relación que pone en contacto al individuo con su entorno externo e interno, con el fin de recoger la máxima información y responder a ella de la forma más ventajosa para su supervivencia.

Introducir así este trabajo tiene como finalidad destacar que la función de relación en un ser vivo es una de las tres funciones vitales. Dentro de esta función de relación se encuentra el lenguaje. En todas las especies el mecanismo de esta función de relación es un mecanismo de estímulo – respuesta. Es decir, el individuo recibe un estímulo y elabora la respuesta más adecuada. Para estudiar este proceso, el paso previo es: – Determinar en qué umbral de estímulo el individuo es capaz de responder – Cual es el medio que la especie tiene para captar el estímulo – Cómo es el proceso de elaboración de la respuesta – Valorar si la respuesta es la más adecuada a la situación. En la especie humana se mantiene el mecanismo de estímulo respuesta; la entrada de los estímulos es a través de los órganos de los sentidos: vista, gusto, oído, olfato y tacto. Desde el punto de vista educativo son de vital importancia la vista, el oído y el tacto, quedando en un segundo plano el olfato y el gusto.

Es necesario establecer una relación entre el estímulo y la respuesta. Debe ser todo uno, y es precisamente a través del sistema nervioso cómo el receptor del estímulo informa al cerebro que es el que elabora una respuesta y regula la ejecución de ésta. El sistema nervioso regula la actividad integradora interna y conecta las entradas sensoriales de los estímulos con las salidas motoras que en muchos casos son las que corresponden a la respuesta. Hay que tener en cuenta que la respuesta producida no siempre tiene por qué tener una respuesta motora detectable: en muchos casos el estímulo induce a la elaboración de un pensamiento, un recuerdo, etc... El lenguaje es la respuesta más completa que ha elaborado nunca una especie. Es la comunicación de un pensamiento. Desde el punto de vista neurológico el lenguaje es la capacidad para emplear palabras o signos combinándolos para formar frases con el fin de que los sentimientos, pensamientos, conceptos de la mente humana puedan transmitirse a otras personas.

También debemos considerar que el fenómeno inverso, es decir, la captación de palabras dichas por otros y la existencia de una conversación con las mismas uno de los estímulos más interesantes a estudiar en la especie humana. El Sistema Nervioso Central, y en especial las funciones cerebrales, son la base de las características esenciales y diferenciadoras del ser

humano. Desarrollarlas hasta su máxima expresión individual debe ser un objetivo fundamental de la educación. Para definir cómo hacerlo es necesario repasar algunas nociones fundamentales sobre el desarrollo y funcionamiento del cerebro cuando se dispone a aprender una lengua.

Actualmente, la neurociencia tiene un papel muy importante en el análisis de los procesos de aprendizaje. Como bien explica D. Tomás Ortiz Alonso, Catedrático de Psiquiatría y Psicología Médica de la UCM (2009), los procesos cognitivos son considerados procesos cerebrales en los cuales el cerebro reacciona ante un estímulo, lo analiza, lo procesa, lo integra y lo ejecuta. Así pues es necesaria la intervención de la neurociencia para explicar y dar sentido al continuo cambio cerebral que surge de la interacción con el medio ambiente, en base a la biología y la experiencia, a lo largo de la vida, con especial interés e incidencia en la etapa infantil pues esta determinará la estructura y funcionamiento cerebral.

Es más, debido al constante cambio en el que se encuentra la educación desde su aparición, aun se ve más imprescindible la existencia de esta disciplina.

La comprensión del fenómeno del aprendizaje resulta fundamental a la hora de establecer estrategias y metas en la dinámica del enseñar, de forma tal que un profesor pueda generar un ambiente propicio para desencadenar el proceso del aprendizaje, comenta Fernando Maureira Cid (2001) en su artículo Neurociencia y educación.

La neurociencia utiliza variadas técnicas para el estudio del cerebro, como la biología molecular, celular, genética, neuroanatomía, etc., pero sin duda, las neuroimágenes han venido a revolucionar el campo de la comprensión de nuestro sistema nervioso. La posibilidad de ver al cerebro en acción cada vez que se realiza una función o una conducta, nos permite comprender como diversas zonas del encéfalo dan origen a dinámicas tan complejas como la memoria y el aprendizaje, asegura Maureira (2001).

No obstante para llegar a conocer la inmensidad del proceso de aprendizaje es necesario poner como punto de partida la parte o componente más elemental y primario. Con esto me refiero al proceso neuronal, es decir a su elemento precursor, las neuronas. Como bien explican los autores Kandel. E., Schwartz, J. y Jessel, T. (1997) el encéfalo es una red de más de 100.000 millones de células nerviosas delimitadas, que se interconectan en sistemas que producen nuestras percepciones del mundo externo, centran nuestra atención y controlan la maquinaria de acción.

Por tanto, nuestro primer paso en el conocimiento de la mente es entender como las neuronas llegan a organizarse en vías de comunicación, y como células nerviosas individuales del encéfalo se comunican mediante la transmisión sináptica, con la intención de empezar a entender el funcionamiento del cerebro durante el aprendizaje. Una característica esencial de las neuronas es la de emitir prolongaciones y establecer conexiones entre sí. Una misma célula puede recibir

conexiones procedentes de cientos de otras. En el mismo momento en el que algunas de las prolongaciones pueden estar liberando sustancias “neurotransmisoras” que tienden a activarla, otras pueden liberar compuestos que tienden a inhibirla. Así pues, de la suma algebraica de esas influencias, depende su estado de activación o inhibición en un momento dado. Ese mecanismo permite que cada neurona module su umbral de excitación según la información que recibe de otras. La importancia fundamental de ese sistema radica en que permite una gran adaptabilidad de la respuesta a múltiples parámetros, algunos influenciados por el mundo interno y otros por el externo, referido al entorno.

Se estima que el cerebro humano contiene más de un billón de células; la persona adulta posee más de cien mil millones de neuronas en funcionamiento, conectadas de forma intrincada y específica para permitir la memoria, la visión, el aprendizaje, el pensamiento, la conciencia y demás facultades de la mente. Entre los rasgos más característicos del sistema nervioso adulto destaca la precisión de sus conexiones. Nada en esa compleja estructura parece haberse dejado al azar. Pues es durante el desarrollo fetal, cuando las neuronas deben generarse en número y localización adecuados. Los axones que se propagan desde ellas deben seguir el camino exacto hacia sus destinos y establecer finalmente la conexión correcta que propicie un desarrollo cerebral en toda su plenitud.

Vamos pues un paso más allá. Está comprobado que las neuronas se relacionan unas con otras, a este fenómeno lo llamamos sinapsis y facilita que la información ante un estímulo, sea cual sea el origen del mismo, llegue al encéfalo. Y de aquí pasen al órgano encargado de realizar la reacción ante el estímulo. Así pues, este proceso permite al cerebro actuar frente a situaciones cognitivas generando atención, memoria, y el tema de mi presente trabajo, el lenguaje.

Es importante mencionar que el cerebro no establece relaciones neuronales fijas, sino que estas son muy diversas, las cuales se modifican y adaptan a cada contexto. Gracias a esta plasticidad cerebral que nos caracteriza podemos formar nuevos aprendizajes.

Así bien, en cuanto a temas biológicos, sabemos que durante la etapa de la niñez el cerebro requiere de estímulos cognitivos para su desarrollo potencial. Por eso durante este periodo es tan importante una enseñanza y una formación buenas que faciliten un aprendizaje fructífero. Desde el nacimiento hasta la edad de los diez años el cerebro está preparado para recibir y administrar una gran cantidad de estímulos externos, los cuales promoverán las conexiones corticales y así un buen desarrollo cerebral.

Ya hemos visto que el lenguaje es una propiedad biológica de los seres vivos y por tanto al estudiarlo surgen preguntas de distinta naturaleza como por ejemplo: – ¿Dónde se localiza el lenguaje? – ¿Qué estructuras anatómicas constituyen su soporte? – ¿Cuál fue su génesis en la



especie humana? – ¿Qué influencia genética existe en el lenguaje? – ¿Cómo evoluciona el lenguaje?

Dar respuesta a todas estas preguntas no es el objeto del presente trabajo, sino que nos centraremos en las dos primeras.

Ya en el siglo pasado Wilhem von Humboldt mantenía que el lenguaje era un atributo de la naturaleza física de las personas y August Schleicher apuntaba que el lenguaje es la manifestación perceptible al oído de un conjunto de condiciones que se encuentran situadas en la conformación del cerebro y de los órganos del habla. Darwin afirmaba que el lenguaje no es un instinto sino una capacidad natural del género humano (en su obra “The Descent of Man”). Estos tres autores coinciden en que el lenguaje es una propiedad biológica, y por tanto, como tal, ha de tener su soporte biológico (anatómico). De hecho, en el siglo XIX otro científico, Paul Broca, descubrió que algunas lesiones cerebrales localizadas en el hemisferio izquierdo producían trastornos del habla. Esto propició que se realizaran ciertos estudios, cercanos en el tiempo, que determinaron que en el cortex del cerebro existen al menos dos regiones definidas esenciales para la aptitud lingüística, especialmente organizadas para poder procesar la información verbal. En el primer cuarto del siglo XX se sometió a estudio a diversos pacientes que habían sobrevivido a trombosis cerebrales (“ataque de apoplejía”) y se identificaron varias regiones funcionales del cerebro entre las que se encontraban las áreas del lenguaje. Evidentemente, en aquella época los estudios se podían realizar solo en pacientes que habían tenido esas alteraciones y hasta posteriores análisis post mortem no se podía acceder a la masa cerebral. Sin embargo, actualmente disponemos de otras técnicas que permiten el análisis del cerebro “in vivo” (estimulaciones eléctricas durante intervenciones quirúrgicas, resonancia magnética (RM), tomografía por emisión de positrones (TEP), etc.) o como he mencionado antes, las neuroimágenes. Gracias a estas nuevas técnicas, las regiones cerebrales relacionadas con las funciones del lenguaje se han estudiado en profundidad y por ello, en nuestros días hemos llegado a un conocimiento del cerebro que sin duda nos ayuda tanto a médicos como a educadores.

Gracias a las investigaciones científicas y sobre todo a la existencia de la neuroimágenes que permiten ver el funcionamiento del cerebro durante el proceso de aprendizaje, se ha dado origen a una nueva disciplina llamada neuroeducación.

#### 4. RESULTADOS

A través de las investigaciones realizadas, se ha descubierto que el aprendizaje de una segunda lengua implica al cerebro en una serie de categorías: - Las estructuras cerebrales y el cuerpo calloso - el desarrollo neuronal y de las partes del cerebro dedicadas al lenguaje - según la teoría

de la Plasticidad, etc. Como afirma Kennedy, T. J. (2006), en su artículo, un niño desde su nacimiento hasta la edad de los tres años tiene la necesidad innata de captar todo aquello que está a su alrededor con la involuntaria intención de adaptarse y conocer su entorno lo más concretamente posible.

Hipótesis más antiguas señalaban que toda la estructura del cerebro estaba grabada en un programa básico biológico –probablemente en el ADN– y que éste no empezaba a funcionar hasta que se había terminado la red de circuitos. Las investigaciones realizadas en los diez últimos años revelan que la biología del desarrollo del cerebro se gobierna por principios muy distintos. Aunque las personas nacen con casi todas las neuronas que van a poseer en la vida adulta, el peso del cerebro del recién nacido apenas es la cuarta parte del peso del adulto. El cerebro crece porque las neuronas aumentan de tamaño y se incrementa el número de axones y dendritas, así como la cuantía de conexiones que se establecen. Es más, los estudios del desarrollo del cerebro han observado que, para alcanzar la precisión de la configuración del adulto resulta imprescindible la función neural: hay que estimular el cerebro desde la infancia. Análogamente, se ha comprobado que los bebés que, durante el primer año de vida, permanecían la mayor parte del tiempo en la cuna presentaban un desarrollo lentísimo. Algunos no empezaban a incorporarse hasta los 21 meses de edad y no llegaban al 15% los que andaban a los tres años. Por esto, para que los niños alcancen un desarrollo normal deben ser estimulados mediante el tacto, el habla y las imágenes durante las etapas de crecimiento cerebral.

Partiendo de estas observaciones han surgido las nuevas teorías de crear alrededor de los niños ambientes muy ricos en estímulos. La teoría que defiende que sea la actividad neuronal la responsable de completar el desarrollo del cerebro ofrece varias ventajas frente a las más antiguas teorías que defendían una maduración más determinada genéticamente. La primera, consiste en que dentro de ciertos límites, la maduración del sistema nervioso puede modificarse y ajustarse con precisión a través de la experiencia, lo que proporciona cierto grado de adaptabilidad (este período se iniciaría en el útero materno y, se adentraría hasta la etapa neonatal). Y está muy relacionada con el aprendizaje de lenguas lo detallaré más adelante.

La actividad neuronal confiere otra importante ventaja en el desarrollo, resulta más económica desde el punto de vista genético. Como vía alternativa, está la determinación pormenorizada de cada conexión neuronal mediante marcadores moleculares que requeriría un número ingente de genes, a tenor de las miles de conexiones que deben formarse en el cerebro. Emplear las reglas descritas de la remodelación dependiente de la actividad resulta mucho más económico. El reto para el futuro será dilucidar las bases celulares y moleculares de dichas reglas. Por lo tanto, casi más importante que el número total de neuronas que existe en el cerebro, es el número de conexiones que las interrelacionan; cuanto mayor sea su número, mayor complejidad, capacidad y

número de posibilidades permitirán los circuitos que configuren, es decir, a mayor número de aptitudes y habilidades darán soporte.

Así bien, a raíz de la creación de infinidad de conexiones neuronales durante este periodo de tiempo, llega un momento que el cerebro de manera innata baja el ritmo. Es decir, empieza una fase cerebral en la cual reduce las conexiones neuronales. Este proceso es necesario, para que el potencial cerebral este dedicado al crecimiento físico, y tiene lugar a partir de la edad de los seis años, generalmente. Esto sucede durante parte de la educación primaria y de la adolescencia.

Detallando, el cerebro va por fases. Si bien unas están relacionadas con la creación de conocimiento y adecuación al entorno, en la cual se producen muchas conexiones neuronales. Y por otro lado, fases en las cuales el cerebro reduce estas conexiones para dar lugar al crecimiento y al desarrollo físico, así como para potenciar la eficiencia de las conexiones de la etapa anterior y para afianzar el aprendizaje adquirido.

Estas fases también influyen en el aprendizaje de lenguas. Teniendo en cuenta muchas de las teorías que explican el desarrollo y funcionamiento cerebral en sus diferentes aspectos como las teorías Brain Plasticity Theory, Biological Predisposition Theory, Imprinting Theory y Native Language Magnet Theory (Kuhl, et al. 2008) se ha podido concluir que todas tienen en común la idea de que la mejor edad en que el cerebro reacciona ante el aprendizaje de lenguas es desde el nacimiento hasta los diez años, y otro momento sería la adolescencia a partir de los dieciséis años. De hecho estudios más recientes aseguran que para el aprendizaje de segundas lenguas el cerebro de niños de dos años realiza muchas más sinapsis que el de un adulto, con esto se demuestra que para aprender y adquirir la competencia lingüística durante esta etapa tan sensorial es importantísimo ya que su desuso produciría que estas conexiones se perdieran (Krashen, S. D. ,1976). La forma en que se crean estas conexiones neuronales corresponde al cuerpo caloso. Este es un haz de fibras nerviosas que resultan un puente de transferencia entre los hemisferios izquierdo y derecho.

Con esto y tras haber trabajado el artículo antes mencionado, las edades en las que el cerebro está en perfecto momento para aprender sobre el entorno y conseguir nuevos conocimientos en lenguas, tanto L1 como L2, son del nacimiento a los tres o cuatro años. Siendo el momento más sensorial de su desarrollo. Entendiendo estas fases y sabiendo cuando se producen, se puede hacer que los alumnos maximicen sus posibilidades de aprendizaje propiciando que este sea más duradero y relevante (Franklin, J. 2005, June).

Durante el aprendizaje de una lengua, cuando el ojo ve una palabra el hemisferio izquierdo pasa la información al derecho en el cual se encuentra el centro de lenguaje y que permite procesar la palabra. Sin embargo, aunque en este caso el hemisferio dominante sea el derecho, existe la necesidad que para un buen aprendizaje ambos hemisferios actúen frente al estímulo de forma

compensada. De hecho, la compenetración y coordinación de ambos hemisferios propicia el procesamiento lingüístico.

En respuesta a la adquisición y el uso de una segunda lengua el cerebro se encuentra en adaptación cortical, de manera que esto le permite dejar espacio a múltiples lenguas, ya sea mediante su reclutamiento en áreas donde se almacenan los conocimientos de la lengua materna o bien creando nuevas conexiones corticales en distintas áreas de la corteza cerebral para manejar o abordar aspectos que corresponden al aprendizaje de una segunda lengua.

De hecho, existe una variable en la ser humano durante el aprendizaje de las segundas lenguas que se denomina interlenguaje y que se refiere al lenguaje del aprendiz. Dicho de otra manera, es el lenguaje que va construyendo el alumno durante su aprendizaje. Y está demostrado que tanto en el aprendizaje de la lengua materna como el de las segundas lenguas, los alumnos no se aprenden de memoria las reglas del idioma sino que crean las suyas propias en base al input ofrecido (Ellis, 1986).

Ya se ha mencionado a Paul Broca (1829), investigador y médico francés, y que recién pasada la primera mitad del siglo XIX asoció la lesión de una región determinada del cerebro, situada en la zona lateral del lóbulo frontal izquierdo, con un trastorno del habla (afasia = pérdida total o parcial del habla). A esa zona se le denomina área de Broca, o área anterior del lenguaje. En estudios casi paralelos llegó a determinar que si esa misma lesión en vez de encontrarse en la zona izquierda se encontraba en la zona derecha del cerebro, la facultad del habla no se veía afectada (esto se confirma en un 95 % de los estudios clínicos). Esta área de Broca se sitúa en el cerebro muy próxima al área frontal del córtex motor, zona encargada de controlar los músculos de la cara, garganta, lengua y mandíbula inferior. Cuando se produce una lesión en esta zona del hemisferio izquierdo, suelen quedar afectadas por tanto todas las partes relacionadas con el habla, pero curiosamente se comprueba que si la lesión se da en la misma zona del hemisferio derecho, no se produce afasia aunque sí alteración del componente muscular facial. De todos modos la disfunción causada no se debe tanto a un problema motor (debido a la mala función de los músculos) sino a un problema neurológico. Existe, muy próxima al área de Broca, otra zona cerebral muy relacionada con el lenguaje; es el área de Wernicke y se localiza también en la corteza cerebral del hemisferio izquierdo junto al lóbulo temporal entre los centros visual y auditivo. Ambas áreas (de Broca y de Wernicke) están conectadas por fibras nerviosas y una alteración en cualquiera de las mismas se traduce en una disfunción en el habla, aunque de naturaleza distinta.

En medio de ellas se encuentra la cisura de Silvio, de gran importancia en los procesos del lenguaje Las recientes técnicas de imaginería cerebral anteriormente descritas demuestran que:

1. En respuesta a la audición y repetición de palabras se dan activaciones bilaterales alrededor de las dos cisuras de Silvio.

2. Ejercicios de mayor complejidad, como la comprensión de las palabras, la restitución de nombres a partir de representaciones visuales de objetos inanimados, como exigen un tratamiento más profundo de las palabras, desencadenan activaciones muy lateralizadas a la izquierda y distribuidas a una cierta distancia de la cisura de Silvio izquierda.

3. El tratamiento acústico y fónico de las palabras, así como los símbolos del lenguaje hablado, son funciones perisilábicas.

4. Las regiones en las que tiene lugar el tratamiento semántico y la denominación de los objetos se localizan en el corte extrasilábico de todo el hemisferio izquierdo.

Como vemos, nos referimos de forma continua a la zona izquierda del cerebro, si bien la mitad derecha también tiene capacidad lingüística aunque rudimentaria y es que los dos hemisferios son asimétricos. A esto debemos unir los conceptos introducidos al comienzo de este trabajo que explican la relación de todos los estímulos del medio con la respuesta del individuo.

Por tanto, el cerebro, órgano encargado de procesar el lenguaje, consigue realizar esta función gracias a tres tipos de estructuras que actúan de forma coordinada:

1. Un primer conjunto de sistemas neuronales situados en los dos hemisferios gracias a los cuales la persona interacciona con el medio en el que se encuentra (es decir, el cerebro procesa todo lo que la persona piensa, hace o percibe del entorno).

2. Un segundo grupo menor de sistemas neuronales, principalmente situados en el hemisferio izquierdo, relacionado con los fonemas, su ordenación y sintaxis, gracias a los Martín Garrido-Espiga, Begoña; Villamor Urquijo, José Luis cuales se forman las frases que se han de pronunciar o escribir como respuesta a la estimulación interior del cerebro (información recibida del cerebro), o generan las señales del lenguaje auditivo o visual si el estímulo es externo (el habla de otra persona, la lectura en voz alta de un texto, etc.).

3. Un tercer grupo de estructuras cerebrales que sirven de intermediarios entre los dos anteriores tanto en sentido interno como en sentido externo: una persona expresa lo que piensa, es decir, elabora un concepto y lo explica, o bien esa misma persona, al oír una palabra se le evoca un concepto en el cerebro y piensa sobre él pudiendo elaborar a su vez una comunicación con quien le rodea.

Todas estas estructuras cerebrales se van formando desde el comienzo del desarrollo humano, es decir, desde el período embrionario y anatómicamente se desarrollan hasta los seis años si bien posteriormente aumentan su tamaño; dado que a estas edades el niño está altamente receptivo a

todos los estímulos, en la medida que se los demos y permitamos experimentar, favoreceremos el desarrollo cerebral al estar utilizándose las estructuras soporte. Por tanto, si queremos favorecer el desarrollo neurológico de nuestros alumnos conviene que nos propongamos no perder esta época especialmente apta para su desarrollo. Además, en la medida en la que se desarrolla una función cerebral, al estar todas las funciones muy relacionadas, también se desarrollarán las demás funciones. Un aporte de estímulos en la cantidad, frecuencia y orden adecuados favorecerá sensiblemente el desarrollo cerebral y harán posibles mejores competencias de respuesta en el adulto.

Según el artículo de Paul Howard-Jones (2007), es cierto que existen cambios en las conexiones cerebrales durante la infancia, los cuales son de conocimiento público, que hacen que sea un periodo bueno para aprender pues las conexiones entre las neuronas son mejores en la niñez que en la edad adulta. Según lo comentado anteriormente, se hace aprehensible una similitud en las teorías de los diferentes autores que realizan investigaciones neuroeducativas. Resulta que comparten la afirmación que la edad en que el cerebro realiza un desarrollo más considerado es de 0 a 3 años. Sin embargo Paul Howard-Jones (2007) va más allá. Pone de manifiesto que la neurociencia afirma que durante la adolescencia el cerebro aún sigue desarrollando la corteza frontal y parietal donde la eliminación en las conexiones neuronales no sucede hasta la última pubertad. Es más, demuestra que también la adolescencia es una buena etapa en la cual el cerebro se reorganiza al igual que en los primeros años de vida (Dr Sarah-Jayne Blakemore, 2007), información facilitada por una colaboradora, en este artículo, y Doctora del Institute of Cognitive Neuroscience.

El lenguaje, como función biológica que es, se ve sometido a estos parámetros de funcionamiento biológico que desde el ámbito educativo pueden y deben ser tenidos en cuenta para un óptimo rendimiento. Estudios recientes realizados a los maestros, tienen como conclusión que casi el 90% piensa que el conocimiento del funcionamiento del cerebro es esencial para programar la educación. Aunque si se han intentado basar en este fundamento, y siendo real la existencia de la neuroeducación, desafortunadamente, pocos son los que se han tomado como base esta nueva e inquietante disciplina pedagógica.

En el aprendizaje de lenguas, y además de que debe realizarse durante la etapa óptima, existen una serie de factores que lo facilitan y determinan. En primer lugar, hablaremos de una serie de factores individuales o internos, surgidos en el ámbito personal del individuo que aprende. En este sentido, me refiero al género, la edad, la aptitud ante el aprendizaje y su inteligencia, la motivación, la personalidad, las estrategias de aprendizaje y su lenguaje.

Por otro lado, encontramos algunos factores que se originan fuera del ámbito personal del aprendiz, es decir, nos referimos a factores externos. Estos son el input y la interacción, el contexto social y la situación del aprendiz. (Alonso, E. 2.....)

Si bien durante toda la historia de la educación se han analizado los factores anteriormente mencionados desde diferentes enfoques y se han establecido una serie de teorías del aprendizaje de segundas lenguas, algunas de las cuales actualmente no son empíricamente ciertas.

Desde la perspectiva conductista, impulsada por Skinner en los años 50 (Malone, 2012), se determina que el aprendizaje de lenguas era aprendido a través de un proceso de estímulo-respuesta y refuerzo positivo o negativo, logrando que el lenguaje sea algo espontáneo. Esta teoría dio origen al análisis contrastivo, el cual determina que es posible advertir las dificultades de aprendizaje de un individuo por medio del análisis de errores de transferencia entre su lengua materna (L1) y su segunda lengua (L2).

La perspectiva mentalista o nativista, se contrapone a la anterior ya que sostiene que la capacidad humana del lenguaje es innata, dejando en segundo plano el input externo. Dicho con otras palabras, se fija en la adquisición de una lengua gracias a factores internos o innatos y no en los externos. Chomsky en esta teoría afirma que existe un dispositivo de adquisición innata del lenguaje y la existencia de unas leyes universales para la adquisición de las lenguas.

Así bien, y aunque este profesor estadounidense ha aplicado esto únicamente al aprendizaje de la lengua materna, resulta interesante que también se cumple cuando se trata de una segunda lengua. El estudio de las teorías de Chomsky, se aplicó en las segundas lengua, gracias a Stephen Krashen, lo que dio lugar una tercera teoría sobre el aprendizaje de L2 basada en cinco hipótesis diferentes.

- La hipótesis de aprendizaje-adquisición basada en la interiorización de la lengua, el almacenaje del conocimiento adquirido y aprendido, por separado, y el uso del mismo.
- La hipótesis del orden natural en la adquisición de las estructuras gramaticales formales.
- La hipótesis de monitor la cual determina que se utilizará el conocimiento aprendido para corregir la producción lingüística realizada por el adquirido.
- La hipótesis del input basada que para que se produzca una adquisición deberá existir un input de nivel comprensible pero siempre más elevado que el actual.
- Por último, la hipótesis del filtro afectivo en relación con la confianza y la motivación del individuo.

Tenemos también otra teoría basada en el paradigma sociocultural, y es la que afirma que para alcanzar un buen nivel de competencia en L2, es necesario participar en procesos de interacción lingüística y no solo experimentar el input (Menezes, 2013. Campo Alonso, E...). En total relación encontramos la teoría Schumann, el modelo de aculturación, en la que se contempla que el lenguaje es uno de los componentes esenciales de una cultura y que por consiguiente para adquirir un buen nivel de competencia en el lenguaje de una L2, el individuo se deberá integrar en la cultura de dicha lengua.

Por último mencionaré la perspectiva conexionista la cual interpreta los los fenómenos mentales por medio de redes interconectadas en paralelo. Así según Menezes (2013), en el conexionismo, la adquisición del lenguaje se entiende como el procesamiento de la experiencia y su repetición ocasiona el fortalecimiento de las conexiones.

Así bien, el desarrollo de la neurociencia cognitiva del lenguaje durante los últimos años ha hecho que se descubran las problemáticas para encontrar modelos teóricos para el aprendizaje de lenguas. No obstante, actualmente, se han establecido dos modelos que clarifican el camino hacia un buen desarrollo en los procesos de adquisición de primeras y segundas lenguas.

El primero, conocido como el modelo declarativo/procedimental (DP) formulado por Michael Ullman (2005,2016) y que determina que el lenguaje depende de dos habilidades mentales, el léxico mental mediante el cual se establece relación entre las palabras por su sonido y significado. Y una segunda habilidad encargada de gestionar aspectos regulares e implícitos del lenguaje. Estas habilidades interactúan de forma análoga y otras competitivamente. Es decir unas veces la memoria procedimental es más elevada y otras, en cambio, lo es la declarativa, todo dependiendo de la etapa madurativa en la que se encuentre el individuo. En sintonía con esto, podemos decir que todas las prácticas docentes que lleguen a aprovechar estas etapas sensoriales del cerebro, durante las cuales se crean infinidad de conexiones neuronales, dan una serie de beneficios que mejorarían tanto el desarrollo potencial de los niños como su educación en lenguas.

El segundo modelo, está sujeto a la teoría neurolingüística del bilingüismo de Michael Paradís (citado en Netten y Germain, 2012) la cual determina que las competencias lingüísticas tanto la explícita como la implícita van de la mano. Y es que la primera la necesitamos para desarrollar la competencia escrita, y la segunda para la oral. Y ambas en conjunto conforman la capacidad de comunicarse. Así bien en base a las aportaciones de Paradise, Netten Y Germain (2012) establecen un modelo pedagógico para la enseñanza de las segundas lenguas, que desarrollaré en el apartado siguiente.

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Desde siempre la educación se ha establecido en base a leyes educativas confeccionadas por políticos los cuales no saben la realidad que se vive en las aulas de los colegios. Ni tampoco sobre la nueva ciencia hace poco tiempo conocida, la neurociencia. Esta ciencia se empezó a desarrollar en Inglaterra con la intención de comprender como y ante que estímulos actúa el cerebro frente al aprendizaje. Así pues, tras todas las investigaciones realizadas, esta ciencia ha descubierto qué es lo que se esconde en el cerebro de los niños y de las niñas durante el



aprendizaje en todas sus etapas educativas. Pero mi presente trabajo, como ya he explicado, se centra básicamente en una de ellas, la etapa de educación primaria.

Todos los estudios realizados y los que aún están realizándose, demuestran que el aprendizaje de lenguas tiene su momento de auge. Es decir en el que podemos llegar a nuestro mayor potencial. Pero desgraciadamente, la enseñanza actual no se acopla para nada al mismo. Como bien argumenta Anna Lucia Campos (2010), Directora General de CEREBRUM- Centro Iberoamericano de Neurociencias, Educación y Desarrollo Humano, la brecha entre los resultados proyectados y los resultados reales de las reformas educativas se debe a que se ha propuesto una transformación sin antes entender que esta transformación viene desde adentro de las estructuras mentales, no sólo del educando sino del educador. Como es el caso de la educación Española.

Como ya he mencionado en apartados anteriores, actualmente la educación y la neurología no van muy unidas por lo que respecta a la programación educativa en España. Por esa razón, teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente y en relación a estudios pedagógicos, se me hace necesario poder plantear en este pequeño ensayo introductorio diferentes prácticas pedagógicas que puedan ser el inicio para muchos decentes principiantes hacia neuroeducación.

Así bien, atendiendo a las investigaciones que he realizado en base a los artículos mencionados y en los cuales me he basado, puedo concluir con una serie de aplicaciones pedagógicas las cuales sería correspondiente poner en práctica en toda enseñanza de las lenguas. Siempre y cuando, se respeten las fases y factores del cerebro y que influyen al educando, pudiendo así encontrar el comienzo hacia un aprendizaje potencial de las lenguas.

Kennedy T. J. (2006) en su artículo, determina que, habiendo examinado los procesos de aprendizaje y contextos que potencian el aprendizaje de las primeras lenguas, los estudiantes de segundas lenguas deberían aprenderlas de la misma forma que se adquieren las primeras. Es decir, fomentando la observación y la comprensión antes de desarrollar el habla, la lectura y la expresión escrita.

En primer lugar, sabiendo que el lenguaje tiene una localización física en el cerebro humano, por tanto, en un Centro educativo, paralelo al programa de aprendizaje de lenguas debería ir asociado un programa de desarrollo físico que asegure una óptima maduración de la parte anatómica del lenguaje (cerebral, visual, auditiva, fonética y gestual): movimiento, ejercicios de pronunciación, discriminación auditiva, etc.

Por otro lado es conveniente que cuantos más sentidos se involucren en el aprendizaje de un idioma más favoreceremos la competencia del individuo. Por esta razón, conviene que las actividades combinen la vista, el oído y si es posible el tacto: modelar letras y palabras, trabajar con letras magnéticas, puzzles, leer, escribir y multimedia. Por ejemplo, la inmersión, tanto

lingüística como cultural, es uno de los factores que, al estimular más sentidos, favorece la comprensión del idioma. Como dato interesante diré que esta habilidad es especialmente eficaz para las personas intuitivas y sería una práctica idónea visualizar películas en versión original con subtítulos en la misma lengua.

Dado el aspecto de comprensión cognitiva del lenguaje, el dominio de las distintas lenguas se ve favorecido por la comparación del mismo concepto en cada uno de los idiomas estudiados. Así por ejemplo, en aspectos culturales se pueden comparar situaciones propias de cada país. Para poner un ejemplo: desayuno, breakfast.

Los ejercicios de rememoración libre en respuesta a una letra inicial así como la asimilación de nombres a partir de una categoría semántica o de relacionar verbos con sustantivos o comparación de palabras semejantes, son ejercicios que desencadenan actividades muy extensas en las superficies de la corteza cerebral donde se localiza el lenguaje (comprobado por la técnica de TEP). No obstante, se considera que son ejercicios especialmente adecuados cuando ya se tiene un dominio de la lengua.

Además, y como había comentado en el apartado anterior, Netten y Germain (2012) producen un modelo bien definido e interesante para la enseñanza-aprendizaje de las segundas lenguas, basado en cinco principios, que deben priorizar las primeras fases del aprendizaje (citado en Campo Alonso, E.).

1. Adquisición de una pragmática interna basada en la creación la competencia implícita.
2. Uso de la pedagogía de la alfabetización, es decir priorizar el desarrollo del lenguaje oral.
3. Uso de la pedagogía basada en proyectos. La cual establece que la importancia está en el significado de lo que se aprende y no en la forma.
4. Uso y creación de situaciones comunicativas auténticas dentro del aula.
5. Uso de estrategias de enseñanza interactivas, es decir facilitar y potenciar la interacción de los alumnos en el aula.

Así mismo, es importante y recomendable, que en las fases posteriores se desarrolle el lenguaje escrito.

Complementando lo anteriormente establecido y haciendo hincapié en el funcionamiento cerebral, es necesario recordar que todas estas prácticas deberán ser trabajadas en mayor medida durante las primeras etapas de conexiones cerebrales, entre los 0 y 6 años, ya que la habilidad para aprender segundas lenguas entra en declive. Por eso, y como he detallado durante mi trabajo, si este periodo tan sensorial no se aprovecha las conexiones neuronales que no se lleguen a producir se perderán para siempre llegando al mal aprendizaje de las lenguas.

Como ampliación, y a favor de esta nueva pedagogía, me gustaría comentar y concluir diciendo los beneficios que conllevan el aprendizaje de una o varias segundas lenguas.

Ayuda a desarrollar durante las etapas correspondientes el aprendizaje de lenguas, facilitando que los alumnos sean plurilingües. El plurilingüismo es la existencia de diversas lenguas en la parte del cerebro que se encarga de procesar el lenguaje y que por consiguiente nos da la habilidad de utilizarlas para comunicarnos. Es decir corresponde al repertorio de lenguas de un hablante el cual las utiliza de forma adecuada en situaciones comunicativas.

El objetivo de un programa plurilingüe favorece, al desarrollar más la comunicación intercultural, la preparación de los estudiantes física e intelectualmente, con la intención que sean más humanos, con mayor sentido del humor y socialmente mejor dotados.

Esta interculturalidad brindada por la formación de los alumnos y alumnas en varios idiomas, creará una sociedad multilingüe. En total relación, con la implantación de los programas plurilingües en las escuelas, es crear una sociedad basada en el multilingüismo, es decir en la habilidad de las sociedades, instituciones, grupos e individuales a afrontar sus actividades cotidianas en más de una lengua. Dicho con otras palabras, que en una sociedad sea cual sea su zona geográfica, exista una cohesión de lenguas y que por consiguiente las personas que la formen sean plurilingües.

Sin embargo y como consecuencia de la educación en España, nuestra sociedad está lejos de conseguirlo. Pues las leyes, aunque ya han introducido estos programas en los colegios, públicos y privados, son programas que en ningún momento se acoplan a las características biológicas, neuronales y externas de los alumnos.

La ley obliga, por razones académicas y psicológicas, a estudiar lenguas extranjeras. Esta formación en pocas ocasiones es afín con el verdadero funcionamiento del cerebro cuando este se dispone a aprender una lengua. Como he explicado durante todo el trabajo, existen unas etapas y unas actividades que propician un buen aprendizaje de lenguas, tanto extranjeras como nativas. Y es que aunque se trate de dos o más lenguas diferentes, no existe razón para que su aprendizaje y enseñanza sea dispar.

Solo existe una solución a este “problema” y es que las leyes se formen bajo las bases de la neurociencia y la psicología. Y que se establezcan lazos infranqueables entre estas dos disciplinas para crear una verdadera enseñanza en lenguas.

Anna Lucia C. (2010) afirma que si hablamos de medios apropiados para una innovación o transformación de la educación y de la práctica pedagógica, corresponde en primer lugar entender qué será transformado. El ser humano está dotado no solamente de habilidades cognitivas, de razón, sino también de habilidades emocionales, sociales, morales, físicas y espirituales, todas

ellas provenientes del más noble órgano de su cuerpo: el cerebro. En el cerebro encontramos la respuesta para la transformación y es en él donde ocurrirá la transformación: en el cerebro del maestro y en el cerebro del alumno.

Existe una asociación en la Universidad Jaume I dedicada a la investigación neurocientífica y que actualmente establece ciertas relaciones con la psicología. Aprovechando su existencia, se podría encauzar diversas investigaciones y estudios que propicien la comunicación de la neuropsicología con la educación. Pues creemos que estamos lejos de poder establecer una conexión entre ambas y no es cierto, pues tenemos más cerca de lo que pensamos la posible solución, la luz a tanta oscuridad educacional. Cabe destacar esta asociación ya que forma parte de una institución educativa y qué mejor que esta para postular a una educación mejor.

Un estudio en base a estas dos disciplinas como es la educación y la neuropsicología ayudaría a desmontar la idea global de que la educación presentada en este documento es utópica y demostraría que lo más importante para un educador es entender el funcionamiento del cerebro y en sí la neurociencia para que a partir de este conocimiento pueda mejorar las propuestas y experiencias de aprendizaje que se dan en el aula.

Iré un poco más allá, y en sintonía con Anna Lucia C. (2010) si los que lideran los sistemas educativos llegaran a comprender que los educadores, a través de su planificación de aula, de sus actitudes, de sus palabras y de sus emociones ejercen una enorme influencia en el desarrollo del cerebro de los alumnos y alumnas, y por ende en su aprendizaje, sería innecesario justificar el por qué vincular los estudios de las Neurociencias al contexto pedagógico. Es más, si esto ocurriera llegarían a replantearse el plan de estudios y la formación de los docentes en todas las instituciones formativas, por lo menos públicas, que hasta ahora han obviado toda formación referente a la pedagogía y su tan intensa relación con la neurociencia.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Schwartz, K. E. (1997). *Neurociencias y conducta*. Prentice hall. Madrid.

Alonso, T. O. (2009). *Neurociencia y educación*. Alianza. Madrid.

Kennedy, T. J. (2006). Language Learning and Its Impact on the Brain: Connecting Language Learning with the Mind Through Content-Based Instruction. *Foreign Language Annals*, 39(3), 471-486.

Krashen, S. D. (1975). The critical period for language acquisition and its possible bases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 263(1), 211-224.

Franklin, J. (2005). Mental mileage: How teachers are putting brain research to use. *Education Update*, 47(6), 1-7.

Alonso-Cortés, A. (1996). El enfoque biológico del lenguaje. *Investigación y ciencia*, 5, 2-5.

Alonso-Cortés, A. (1994). *Lingüística general*. Ed. Cátedra. Madrid.

Asensio, J.M. (1989). *Biología, Educación y Comportamiento*. Ed. CEAC. Barcelona.

Baker, C., García, O., & Alonso-Cortés, Á. (1997). *Fundamentos de educación bilingüe y bilingüismo*. Madrid: Cátedra.

Damasio, A.R. (1996). El Cerebro y el Lenguaje. *El lenguaje humano*. Ed. Prensa Científica. Barcelona.

Doman, G. (1997). *Cómo enseñar a su bebé a ser físicamente excelente*. Ed. Diana. Mexico.

Freeman, W.F. (1996). Fisiología de la percepción. *Mente y Cerebro*. Ed. Prensa Científica. Barcelona.

Geschwind, N. (1979). Especializaciones del cerebro humano. *Investigación y ciencia*, 38, 128-139.

Mehler, J., & Dupoux, E. (1992). *Nacer sabiendo: introducción al desarrollo cognitivo del hombre* (Vol. 5). Anaya-Spain.

Ramirez, J.F.J. (1992). *Cómo potenciar las capacidades de nuestro hijo recién nacido*. Ed. CEPESA. Madrid.

Shatz, C.J. (1996). Desarrollo cerebral. *Mente y Cerebro*. Ed. Prensa Científica. Barcelona.

Campos, A. (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La Educación. Revista Digital*, 143, 1-14.

Howard-Jones, P. (2007). Neuroscience and education: Issues and opportunities.

Kuhl, P. K., Conboy, B. T., Coffey-Corina, S., Padden, D., Rivera-Gaxiola, M., & Nelson, T. (2008). Developmental phonetic perception: native language magnet theory expanded (NLM-e). *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, 979-1000.

Ellis, R. (1994). *The study of Second Language Acquisition*. Oxford: Oxford University Press.

Ellis, R. (1986). *Understanding Second Language Acquisition*. Oxford: Oxford University Press.

Menezes, V. (2013). Second Language Acquisition: Reconciling Theories. *Open Journal of Applied Science*, 3, 404-412.

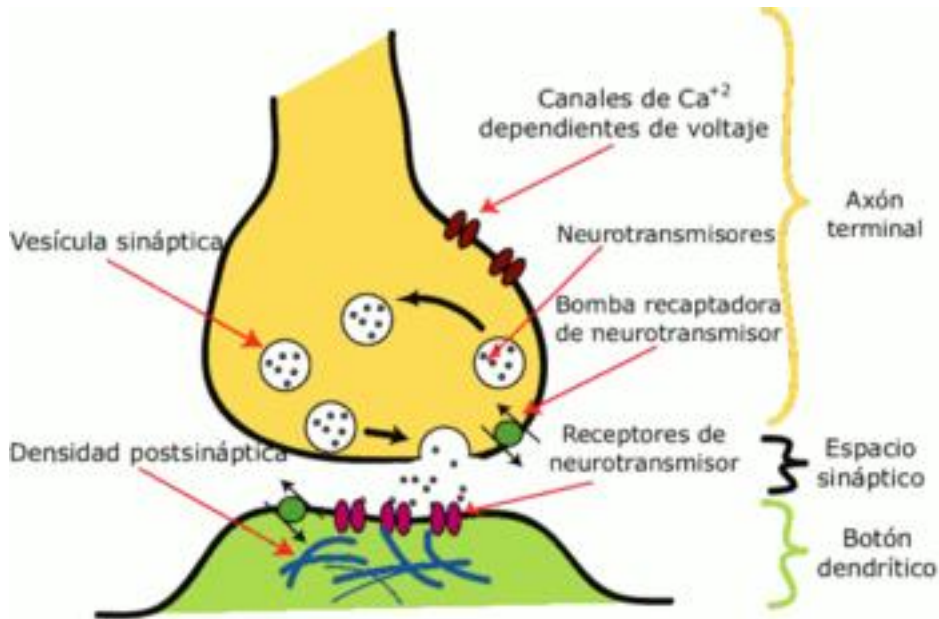
Netten, J. y Germain, C. (2012). A new paradigm for the learning of a second or foreign language: the neurolinguistic approach. *Neuroeducation*, 1 (1), 85- 114.

Campo-Alonso, E. (2017). *Neurociencia cognitiva aplicada al aprendizaje de segundas lenguas* (Master's thesis).

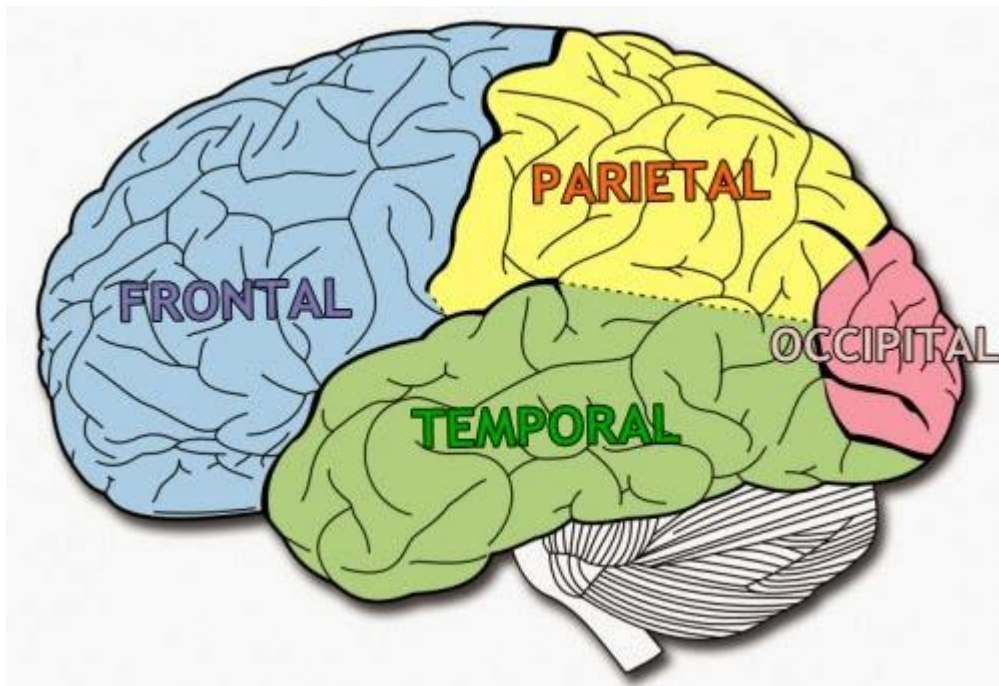
Cid, F. M. (2001). Neurociencia y educación. *Campos*, 3.

## ANEXOS

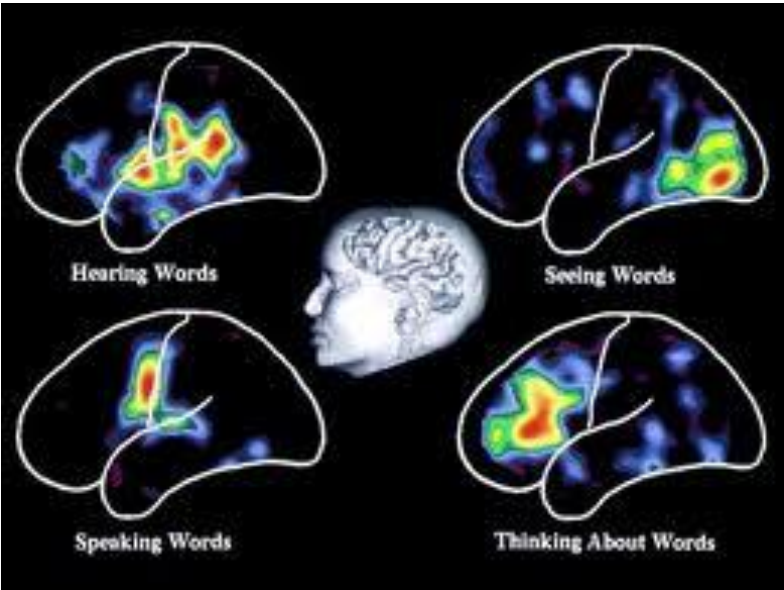
### Anexo 1: Conexiones neuronales



### Anexo 2: Lóbulos cerebrales



Anexo 3: Neuroimagenes del aprendizaje de lenguas





# Anexo 4: Lenguaje y cerebro

## LANGUAGE and your BRAIN

In 1861, when it was the brain that was linked to the study of an official court of law and brain in the human language processing and production. Nowadays, however, we no longer are asking ourselves to know a person of a brain that is not a person of a language - helping to shed light on the mystery of language and the brain.

### Where Does Language Live?

The centers of the brain that deal with language comprehension and speech production are located on the left hemisphere of the brain.

**LEFT**      **RIGHT**

**Left hemisphere:** Broca's area, Wernicke's area, Premotor cortex, Primary motor cortex, Primary somatosensory cortex, Primary visual cortex, Primary auditory cortex, Somatosensory association cortex, Visual association cortex, Auditory association cortex, Motor association cortex, Prefrontal cortex.

**Right hemisphere:** Broca's area, Wernicke's area, Premotor cortex, Primary motor cortex, Primary somatosensory cortex, Primary visual cortex, Primary auditory cortex, Somatosensory association cortex, Visual association cortex, Auditory association cortex, Motor association cortex, Prefrontal cortex.

### Broca's area

Responsible for speech production. Broca's area is located in the frontal lobe of the left hemisphere. It is involved in the motor aspects of language, including the planning and execution of speech. Patients with damage to Broca's area have difficulty speaking but can still understand language.

### Wernicke's area

Responsible for language comprehension. Wernicke's area is located in the temporal lobe of the left hemisphere. It is involved in the comprehension of spoken language. Patients with damage to Wernicke's area have difficulty understanding spoken language but can still produce speech.

### Motor Cortex

The motor cortex is the part of the brain that controls voluntary movements. It is located in the frontal lobe of the brain. The primary motor cortex is the part of the motor cortex that is responsible for the execution of movements.

### Auditory Cortex

Responsible for hearing and processing auditory information. It is located in the temporal lobe of the brain. The primary auditory cortex is the part of the auditory cortex that is responsible for the processing of sound.

### Example of a Broca's aphasia speech:

Example of a Broca's aphasia speech: "The cat sat on the mat and the dog ran in the yard." (The sentence is short and lacks grammatical structure.)

### Example of a Wernicke's aphasia speech:

Example of a Wernicke's aphasia speech: "The cat sat on the mat and the dog ran in the yard." (The sentence is long and lacks meaning.)

## COMMON BRAIN IMAGING TECHNIQUES

### fMRI (functional magnetic resonance imaging)

**Technique:** The fMRI machine uses a magnetic field and radio frequency pulses to look at the flow of blood in the brain and detect brain activity. These changes in blood flow, which are captured on a computer, help researchers understand more about the role of specific neurons in the brain.

**Advantages:** Great spatial resolution, non-invasive.

**Disadvantages:** Poor temporal resolution, requires contrast to be used for patients with metal, devices (e.g. pacemakers).

### EEG (electroencephalography)

**Technique:** One of the oldest of non-invasively observing brain activity. EEG uses electrodes on the scalp to record the electrical activity of neurons in the brain. The method can be used with subjects who are awake, asleep or anesthetized.

**Advantages:** Excellent temporal resolution, relatively cheap, non-invasive.

**Disadvantages:** Poor spatial resolution.

### MEG (magnetoencephalography)

**Technique:** Using magnetic coils placed over a subject's head and by measuring magnetoresponses (or MEG/MEI), MEG measures brain response fields produced by electrical activity in the brain.

**Advantages:** Best temporal resolution, good spatial resolution, non-invasive, compatible with other techniques.

**Disadvantages:** Expensive, magnetically shielded rooms are needed and difficult to construct, does not provide structural information.

### PET (positron emission tomography)

**Technique:** One of the more popular imaging techniques to measure activity in the brain. PET allows scientists to observe brain function and metabolism in the brain. This is done by injecting a small amount of a radioactive tracer into the bloodstream. These tracers are then tracked by PET cameras to track the metabolism of the radioactive substance.

**Advantages:** Measures metabolism and provides an image of brain activity.

**Disadvantages:** Expensive, not widely available, radioactive material used.

## HOW WE LEARN LANGUAGE

### BIOLOGICAL NATURE

In the 1960s, Noam Chomsky pointed out that we have a biological predisposition to learn language. This hypothesis is known as the "biological nature" hypothesis. It suggests that the capacity for language is innate and is not learned from the environment. This hypothesis is supported by evidence from studies of children with language impairments, such as "wild" children who were isolated from society and then discovered. These children often have a limited vocabulary and lack of grammatical structure, which is consistent with the biological nature hypothesis.

Related to this is Chomsky's theory of Universal Grammar, which suggests that there are grammatical properties common to all human languages. This theory is supported by evidence from studies of children with language impairments, such as "wild" children who were isolated from society and then discovered. These children often have a limited vocabulary and lack of grammatical structure, which is consistent with the biological nature hypothesis.

*Through both biological and environmental factors, most humans learn a language to a level of native competency by the age of 5.*

### ENVIRONMENTAL NURTURE

Researchers can be "nature" or "nurture" or a mix of both. The environment plays a role in language learning. Children who are exposed to a language-rich environment from an early age are more likely to learn the language. This is because the environment provides the child with the necessary input for language learning. The child's brain is like a sponge, and it absorbs the language from the environment. The child's brain is like a sponge, and it absorbs the language from the environment.

## LANGUAGE AND THE AGING BRAIN

Although researchers are in general agreement over the relationship between age and language learning capacity, there is still a "critical period" after which language learning becomes significantly more difficult. The younger a person is exposed to a foreign language, the greater the chance is that the person will achieve proficiency in that L2.

**Case study: "Critical Period Effects in Second Language Learning"** (study by Jennifer Anderson and Ellen Newport, which compared English grammar test scores for immigrants based on the age at which they arrived in the United States, against their oral exposure to language) results in greater oral proficiency.

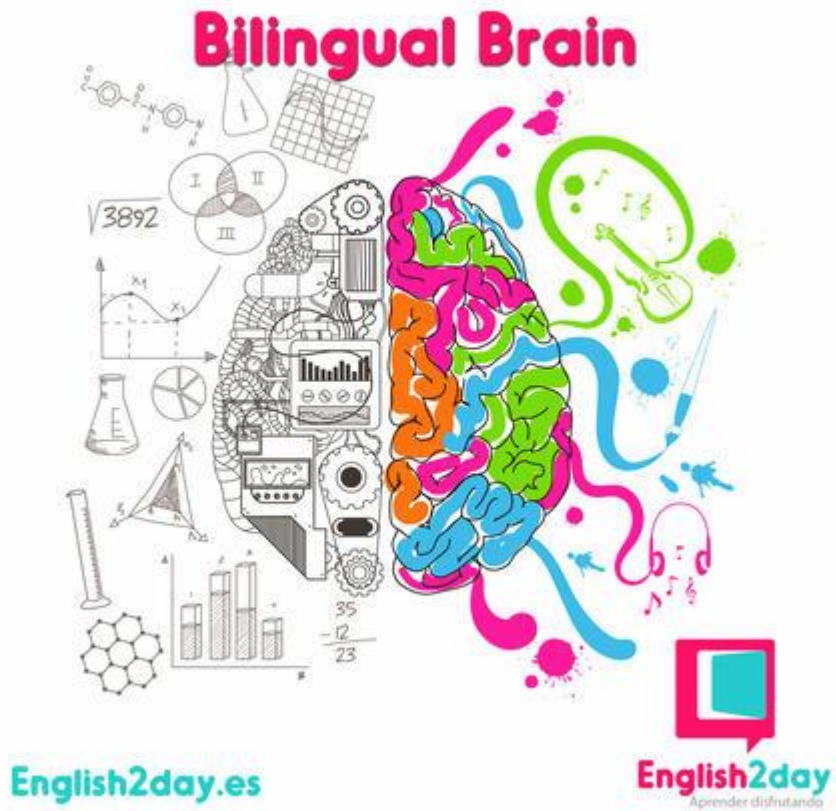
Age at Arrival	Oral Proficiency (%)
Age 7	95%
Age 10	92%
Age 15	88%
Age 18	85%

*In addition to accounting the rate at which we acquire proficiency, studying a language earlier in life can have the following benefits:*

- Improved cognitive skills:** Early exposure to two languages gives children a second language, which is linked to better academic and cognitive skills.
- Higher achievement in other academic areas:** Early exposure to two languages is linked to higher scores on standardized tests in other academic areas.
- Higher standardized test scores:** Children who studied a language in high school scored higher on the verbal section of the Scholastic Aptitude Test.

Source: Anderson, Jennifer, and Ellen Newport. "Critical Period Effects in Second Language Learning." *Journal of Second Language Research* 10.1 (1993): 1-25. DOI: 10.1080/08982649308839929. Vox.com. Vox Media. 2018.

Anexo 5: Imagen animada sobre los dos hemisferios cuando se es bilingüe.



## Aspectos clave para aplicar

# NEUROEDUCACIÓN

en los procesos de enseñanza-aprendizaje

**PLASTICIDAD:** el cerebro es muy plástico, se reorganiza adaptándose continuamente al aprendizaje. La inteligencia no es fija, somos capaces de aprender durante toda la vida.

**EMOCIÓN:** las emociones son la base más importante que sustentan todos los procesos de aprendizaje y memoria. La activación cerebral aumenta considerablemente cuando nos emocionamos. La emoción indica movimiento, interacción con el mundo.

**MEMORIA:** la memoria y el aprendizaje constituyen dos procesos indisolubles. El aprendizaje neuronal se da a través de la repetición. Al cerebro multisensorial y holístico le agrada la utilización variada y creativa de los recursos.

**JUEGO** es imprescindible para el aprendizaje. La neuroeducación recomienda que durante los primeros años de vida los niños estén la mayor parte del tiempo jugando y no se les fuerce a estar sentados o quietos mucho tiempo.

**CREATIVIDAD:** es la capacidad de generar ideas o asociaciones entre ideas y conceptos conocidos y nos ayuda a encontrar soluciones originales a los problemas. Es una habilidad innata del ser humano que debemos preservar desde la infancia. La imaginación es un factor clave para desarrollar la capacidad creadora.

**ATENCIÓN:** es un recurso limitado que no se activa "obligando" a atender. Es necesario organizar los contenidos y las actividades despertando la necesaria curiosidad del que aprende.

**EJERCICIO FÍSICO, SUEÑO y NUTRICIÓN:** tres aspectos fundamentales que se ha comprobado indican directamente en el aprendizaje. El ejercicio físico tiene un impacto positivo en el cerebro; el sueño es clave para la regeneración neuronal y una sana alimentación aporta los nutrientes necesarios para el buen funcionamiento del cerebro.

**COOPERACIÓN:** las neuroimágenes muestran que cuando cooperamos nos sentimos bien. El trabajo cooperativo favorece las buenas relaciones e incide positivamente en el aprendizaje.

Infancia y Educación.com


## ¿QUÉ ES LA NEUROEDUCACIÓN?

- Es un campo científico emergente, que está reuniendo la biología, la ciencia cognitiva (psicología cognitiva, neurociencia cognitiva), la ciencia del desarrollo (y neurodesarrollo) y la educación, principalmente para investigar las bases biológicas de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Campos, A., 2013)
- Refiere a la aplicación de los conocimientos sobre cómo funciona el cerebro integrados en la psicología, la sociología y la medicina en un intento de mejorar y potenciar tanto los procesos de aprendizaje y memoria de los estudiantes como enseñar mejor en los profesores. La Neuroeducación incluye ayudar a detectar procesos psicológicos o cerebrales que puedan interferir con el aprendizaje y la memoria y con la educación (Mora, F., 2013)

## 5 Ideas Neuroeducativas

- Cada persona tiene un cerebro único y un ritmo de maduración cerebral y de aprendizaje particular.
- Es imprescindible tener en cuenta el proceso de maduración cerebral para diseñar estrategias de enseñanza-aprendizaje eficaces y respetuosas con las diferentes etapas del desarrollo.
- La emoción es fundamental en el aprendizaje, para quien aprende y para quien enseña.
- La neuroeducación nos enseña que el niño comienza a aprender con percepciones, emociones, sensaciones y movimiento obtenidos del mundo sensorial.
- La detección y atención temprana de procesos cerebrales que impidan u obstaculicen el aprendizaje es fundamental.

Referencias  
 Guillén, J. *Escuela con Cerebro*  
 Mora, F. *Neuroeducación solo se puede aprender aquello que se ama*  
 Rodríguez, N. *Neuroeducación para padres*



Marzo 2017  
 Diseño infografía: deepblueaustin.com

# NEUROEDUCACIÓN

Uniando las neurociencia y la educación en la búsqueda del desarrollo humano

