

Aprendizaje y enseñanza de segundas lenguas desde la perspectiva de la Neurociencia

Javier Pérez Ruiz

Assistant Professor, Department of Spanish, Wenzao Ursuline College of Language.

Resumen

El propósito de este artículo es ofrecer una visión general de las funciones cerebrales y su implicación en la clase de segundas lenguas. Nuestro interés es mejorar la enseñanza y aprendizaje de lenguas extranjeras aplicando los hallazgos de la neurociencia al aula donde se aprende una segunda lengua (L2). La investigación cerebral en L2 sugiere a los profesores una reflexión sobre los métodos de enseñanza que puede ayudarles a enseñar de modo diferente. En las siguientes páginas revisaremos y resumiremos aportaciones procedentes de la investigación cerebral que puedan tener un beneficio práctico para los educadores de L2, ofreciendo materiales, pautas y estrategias metodológicas para su aplicación dentro del aula.

INTRODUCCIÓN

Neurociencia y segundas lenguas

El propósito de este artículo es proporcionar, desde el marco teórico de las ciencias cognitivas y en concreto de la neurociencia, una base teórica y práctica de cómo la comprensión de las funciones cerebrales puede contribuir al aprendizaje una segunda lengua (L2). ¿Qué datos de la investigación cerebral deberían conocer los profesores de L2? ¿Cómo se podría aplicar en la clase de lenguas extranjeras la información del cerebro que ofrecen las investigaciones en neurociencia?

La década de los años 90 se denominó la *década del cerebro* debido a los continuos avances en la investigación cerebral. Los educadores intentaron aplicar los nuevos hallazgos a sus clases, surgiendo un proyecto pedagógico que se denominó: educación basada en el cerebro (*brain-based education*). Las ciencias cognitivas, a través de las nuevas técnicas de neuroimagen (PET, fMRI, estimulación transcortical...) han proporcionado una nueva luz de la naturaleza de la enseñanza y del aprendizaje de segundas lenguas, ofreciendo una base científica a muchos aspectos que los profesores intuitivamente sabían sobre el lenguaje. Hoy la ciencia del cerebro permite obtener imágenes y medir la actividad cerebral cuando se realiza una tarea, permitiendo obtener una comprensión de los cambios que ocurren en el cerebro cuando se adquiere una L2.

Un tema de gran controversia en la última década ha sido si el conocimiento de las funciones cerebrales puede ser usado en beneficio de la educación. Algunos han argumentado que los estudios en neurociencia deben ser eliminados de la práctica educacional debido a su escasa relevancia en dicha área (Breuer, 1999). Pero otros autores reclaman y muestran que la neurociencia proporciona datos importantes para la educación, ofreciendo respuestas a las clásicas preguntas de *qué enseñar, cómo y cuándo enseñar*; a la vez que sugieren caminos de aprendizaje y modos de enseñar.

En este artículo se adoptará la segunda postura, defendiendo que la neurociencia puede ayudar a comprender qué están aprendiendo los estudiantes, por qué tienen dificultades en aprender una nueva lengua y ofrecer nuevas estrategias en la enseñanza de L2.

Hace 20 años psicólogos y neurocientíficos se dividían el estudio del cerebro, los primeros estudiaban la mente, los segundos el cerebro. Con un símil informático se podría decir que los psicólogos se han interesado en nuestro software mental mientras que los neurocientíficos se han preocupado por el disco duro (hardware) neuronal. Este punto de vista asumía el fundamento teórico de considerar que mente y cerebro podían ser analizados independientemente. Afortunadamente estas barreras teóricas se han derribado y hoy se estudia cómo el hardware neuronal trabaja en nuestro software mental, cómo las estructuras cerebrales apoyan las funciones mentales, como los circuitos neuronales son capaces de pensar y aprender.

Acercamiento al cerebro: corteza cerebral, sistema límbico y lateralidad

El cerebro adulto posee sobre 100 billones de neuronas que irán formando una red neuronal de conexiones nuevas a lo largo de la nuestra vida. Cuando educamos a nuestros estudiantes realmente lo que estamos haciendo es producir cambios en sus neuronas, modificar la química y estructura de la corteza cerebral. Cada pensamiento que pensamos y cada palabra que decimos esta basada en la comunicación eléctrica y química establecida entre neuronas.

De modo breve expliquemos el recorrido que realiza la explicación realizada por un profesor en una clase de L2. En primer lugar la información sensorial procedente de los cinco sentidos entra en el cerebro a través del tálamo, viaja a través del sistema límbico llegando a la corteza cerebral donde se almacenará en diferentes localizaciones. En el cortex cerebral se procesa la información y el aprendizaje empieza a tener lugar; la información recibida se relaciona con lo previamente almacenado en la memoria. De este modo el aprendizaje de una nueva palabra sobre coches se almacena en lo previamente almacenado en la categoría de transportes.

Simultáneamente el sistema límbico, que consta de dos estructuras: la amígdala, que es el centro de la emoción; y una segunda estructura llamada hipocampo, que está implicada en la memoria. El sistema límbico añade significado emocional a la información lo que ayudará a su almacenamiento en la memoria de largo plazo (Andreasen, 1999). Estudios de EEG han mostrado como la actividad eléctrica registrada en las áreas corticales somatosensoriales se conduce en milisegundos al sistema límbico (Sowell, 2003).

Hasta hace poco se creía que por una determinación genética diferentes regiones del cerebro se han especializado en distintas funciones, por ejemplo el lóbulo frontal controla el razonamiento abstracto y el lóbulo posterior se encarga de la visión. Estudios con animales sugieren una mayor maleabilidad cerebral indicando que la especializada función de una región cerebral no está determinada al nacimiento sino que puede ser moldeada por la experiencia y el aprendizaje. Con el símil informático, sería decir que nacemos con el hardware pero cada persona con su aprendizaje y experiencias instala el software. Varios estudios muestran esta variabilidad y flexibilidad del desarrollo cerebral (Elman, 1997).

Las implicaciones de estos descubrimientos en la enseñanza de L2 son interesantes ya que la corteza cerebral puede cambiar en los adultos en respuesta a un ambiente enriquecido o experiencias de aprendizaje (Karni, 1995), como se ampliará después. Funciones cerebrales específicas no están determinadas al nacimiento sino que adquirirán su forma gracias a la experiencia y al aprendizaje (Genesee, 2000). Esta visión del cerebro tiene dos enormes implicaciones para el aprendizaje de segundas lenguas: por un lado el modo de enseñanza y cómo los profesores pueden configurar el desarrollo del cerebro y en segundo lugar no debemos rendirnos cuando trabajamos con aprendientes de lenguas que sean mayores.

Para la mayoría de las personas las funciones del lenguaje en el cerebro se realizan en el hemisferio cerebral izquierdo, sean zurdos o diestros, en concreto en las áreas de Broca y Wernicke, la primera está relacionada con la producción del lenguaje y la segunda con la

comprensión. El área de Broca se localiza en el lóbulo temporal izquierdo, se corresponde con las áreas de Brodmann 44 y 45 y se conecta con el área de Wernicke. El área de Wernicke se sitúa en la parte posterior superior del lóbulo temporal, en las áreas 22, 39 y 40 de Brodmann.

Normalmente el hemisferio izquierdo es el hemisferio lógico, que se encarga del habla, lectura y escritura. Es un hemisferio analítico que evalúa de un modo racional y comprende la interpretación literal de las palabras. Es como un procesador en serie que rastrea tiempo y secuencias, reconociendo palabras, letras y números.

El hemisferio derecho es el hemisferio intuitivo y creativo. Reúne información que suele proceder más de las imágenes que de las palabras. Sería un procesador en paralelo adecuado para razonamientos de reconocimiento espaciales, permite por tanto reconocer caras, lugares y objetos.

Aunque una persona tenga un hemisferio dominante, el proceso de aprendizaje implica la actuación de ambos hemisferios interconectados a través de este puente que es el corpus callosum. Aunque cada hemisferio tiene sus funciones especializadas el corpus calloso permite el desarrollo integrado de las funciones (Gazzanaga, 2000).

El punto de vista tradicional sostenía que las personas que tienen el hemisferio izquierdo dominante son más verbales, analíticas y mejores en solucionar problemas. Se ha dicho que las mujeres suelen tener el hemisferio izquierdo dominante.

Se debe ser prudente al analizar las implicaciones educativas de la lateralidad cerebral. Hoy existe un cierto consenso científico de que aunque pueda haber diferencias de género no tienen consecuencias en la instrucción que deban recibir hombre y mujeres. Algunos autores han fomentado actividades y estrategias que desarrollen ambos hemisferios, dedicando tiempo a actividades visuales y a actividades como lectura, escritura y computacional (Sousa, 1995).

Periodo crítico en el aprendizaje de segundas lenguas

Uno de los grandes temas de la investigación en neurociencia y motivo de preocupación de los profesores de L2 es la existencia o no de un periodo crítico de aprendizaje (Lennenberg, 1967), ya que si este periodo de tiempo existe ¿qué podemos esperar de nuestros estudiantes de universidad que inician su aprendizaje de una L2 a los 18 años?

Hoy se cree que no hay periodos críticos rígidos ni inflexibles, sino que el cerebro tiene la capacidad de moldearse a través de las experiencias ocurridas durante la vida. El lenguaje tienen varios periodos sensibles, muchos de los cuales continúan en la época adulta, entre ellos el aprendizaje de una L2 (Blakemore, 2000).

Diferentes evidencias científicas parecen indicar que la educación y el aprendizaje continúan durante toda la vida. Con el contexto adecuado y enriquecido input se desarrollarán las dendritas, que se pierden al no ser usadas. Aunque sea cierto que es más fácil aprender cualquier lengua a los 2 ó 3 años y que el estudiante universitario que entra en contacto por primera vez con su L2 a los 18 ó 25 años tendrá más dificultades, sin embargo el mensaje esperanzador que ofrece la investigación cerebral es que la capacidad de aprendizaje del cerebro es casi ilimitada, dependiendo de la tenacidad, voluntad y la búsqueda de nuevas

experiencias y oportunidades para poder practicar lo aprendido, es decir, tener ocasión de activar las nuevas redes dendríticas eléctricas y químicas creadas.

La adquisición fonológica ha sido la parte de la lingüística en la que más se ha reivindicado la existencia de un periodo crítico sensible a su adquisición, pasado al cual parece imposible obtener ciertos sonidos en la lengua meta porque la capacidad fonológica está disminuida en el adulto.

El cerebro humano está preparado para los 52 sonidos de todas las lenguas del mundo y para su adecuada entonación, pero a la edad adulta la capacidad de discriminación fonológica se ve prácticamente reducida a los sonidos de la propia lengua (Calvin, 2001). Los recién nacidos durante el primer año de vida son capaces de distinguir entre todos los sonidos, finalizado el primer año pierden habilidad de distinguir entre sonidos a los que no han estado expuestos. Por ejemplo los japoneses no pueden distinguir entre los sonidos R y L sin embargo los niños japoneses pueden detectar diferencias entre dichos sonidos hasta los 10 ó 12 meses si han sido expuestos a estos sonidos (Kuhl, 1998).

Recientes estudios han mostrado como el periodo crítico para el aprendizaje y habla de sonidos se puede extender más allá de sus límites naturales, pero sólo mediante una activa enseñanza producida por profesores nativos y no mediante material audiovisual grabado. La presencia real del profesor nativo que con paciencia articula, repite y solicita del estudiante la repetición del nuevo sonido es el camino para extender dicho periodo crítico en el campo fonológico.

Los estudios con bilingües muestran que la gramática necesita ser aprendida de joven mientras que la semántica y el vocabulario puede ser aprendido a través de toda la vida (Neville, 1998).

El tiempo necesario para el aprendizaje de una lengua extranjera

Se ha documentado en adultos con alta aptitud para las lenguas que al menos unas 720 horas de estudio intensivo se requieren para llegar a adquirir un nivel fluido en una L2 (Omaggio, 2001).

La neurociencia se formuló la cuestión de porqué aprender una nueva lengua requiere tiempo. La respuesta reside en que el mecanismo neuronal del aprendizaje consiste en establecer nuevas conexiones neuronales, la nueva palabra o verbo aprendido son circuitos neuronales dentro de una compleja red neuronal.

El aprendizaje crea conexiones no sólo entre neuronas adyacentes sino también entre neuronas distanciadas creando circuitos de complejidad variada. En el acto de aprender se produce una comunicación neuroquímica entre neuronas a través de la liberación de neurotransmisores y cada vez se precisa menos input para activar las conexiones ya establecidas.

En los primeros momentos del aprendizaje de una nueva lengua los circuitos neuronales son escasos e incompletos y a través de la experiencia, la práctica y la exposición repetida harán que se requiera menos input para activar la red neuronal implicada. Con el tiempo la

activación y reconocimiento cada vez son más automáticos. El símil sería una fotografía borrosa al principio que se hace cada vez más nítida.

Veamos el ejemplo de lo que sucede cuando se escucha por primera vez una L2, donde el estudiante está expuesto a sonidos no familiares. Su cerebro los registra al principio como una indiferenciada actividad neuronal, esto es, de manera difusa porque el cerebro no había escuchado este patrón acústico y es indistinguible un sonido de otro. Pero si la exposición continúa el cortex temporal del hemisferio izquierdo del oyente aprende a diferenciar sonidos que corresponden a palabras o parte de palabras y con posteriores exposiciones circuitos simples y complejos se activan cada vez de modo más sencillo.

Enseñanza de segunda lengua en infancia y edad adulta.

Es evidente que el cerebro de los niños aprende mejor una primera y segunda lengua que el cerebro del adulto. Distintas cuestiones han surgido al analizar el aprendizaje de una L2 en adulto. ¿Puede aprender un adulto una L2? ¿Se debe seguir las mismas estrategias que en los niños?

Se ha sugerido una aproximación natural al aprendizaje de una L2, es decir, que debería realizarse del mismo modo que se adquiere la lengua materna. Por tanto debe estimularse la observación, la escucha, y comprender antes de desarrollar el habla, la lectura y la escritura (Krashen, 1983).

La premisa fundamental que debe tenerse en cuenta cuando hablamos de neurociencia es que esta disciplina no ofrece un único método para el aprendizaje de segundas lenguas. El cerebro es un procesador en paralelo y diferente en cada persona, por lo que se deben promover variadas estrategias y técnicas de aprendizaje. En primer lugar, diremos que el aprendizaje de una segunda lengua, sobre todo en la edad adulta, no suele producirse de modo natural y espontáneo tal como lo hace el niño. El proceso de lateralización de las funciones cerebrales, que se completa alrededor de los 13 años de edad, tiene efectos profundos sobre el procesamiento del lenguaje, por un lado aumenta disminuye la capacidad de discriminación fonológica, pero por otro lado aumenta la capacidad de análisis cognitivo.

El aprendizaje de una segunda lengua en la edad adulta tiene claras desventajas con respecto al aprendizaje de una L2 en la infancia- Krashen ya hablaba de adquisición y de aprendizaje, el primero es natural, espontáneo y el segundo es un proceso consciente, laborioso que exige de concentración.

No obstante, también el aprendizaje de una L2 en la edad adulta tiene sus ventajas: 1ª. El adulto aporta un mayor esfuerzo e interés, realmente necesita y se esfuerza en aprender, la vinculación motivación y aprendizaje es más consciente en el adulto. 2ª El adulto ya posee un fondo intelectual, educativo y cultural trayendo estrategias de aprendizajes desarrolladas en el aprendizaje de otras materias, su cerebro ha estado entrenado en su periplo educativo desarrollando estrategias de memorización, de conceptualización, de aprendizaje y toda esta red neuronal creada contribuirá en su nuevo aprendizaje. 3º Adultos entrenados en memorización pueden crear nuevas sinapsis cuando aprenden una lengua, es decir que la

plasticidad neuronal sigue existiendo en la edad adulta.

Aunque se ha promovido enfoques naturales del aprendizaje de L2 en adultos, tal como ocurre en los niños que se acercan a su segunda lengua en una edad temprana y aprenden ésta del mismo modo que aprendieron su L1, es decir, de modo oral, jugando y sin ser consciente de su adquisición ni de sus errores. Ahora en la edad adulta se defiende una estrategia de aprendizaje diferente.

En primer lugar, un acercamiento exclusivamente oral no sería totalmente adecuado en el adulto porque necesita la forma escrita y la lectura ya que el adulto ha estado expuesto a un aprendizaje “alfabetizado”. En segundo lugar su necesidad de comunicarse en su lengua meta hace que el adulto desee utilizar cuanto antes frases más complejas y no pasar de simples palabras, a frases sencillas y luego más complejas como hace el niño. En tercer lugar el adulto realiza el aprendizaje de un modo consciente, el sabe que está aprendiendo. En cuarto lugar busca ser corregido en sus errores a través del *monitor* (Krashen, 1983).

ALGUNAS APORTACIONES DE LA NEUROCIENCIA A LA ENSEÑANZA L2

Neurociencia y segundas lenguas: Plasticidad, contexto variado y participación

El cerebro se construye a través de las experiencias recibidas, cuanto más ricas sean éstas y mayor estímulos sean ofrecidos, mayor será el aprendizaje (Diamond, 2001). Ambientes enriquecidos han mostrado un aumento de las sinapsis neuronales incluso en ratas adultas, las cuales formaban nuevas sinapsis en respuesta a nuevas experiencias, lo que significa que la experiencia moldea el cerebro adulto.

Uno de los conceptos fundamentales al entender la relación entre el cerebro y aprendizaje de una L2 es el concepto de *plasticidad*. La plasticidad es la habilidad de cambiar la estructura y la química en respuesta al medio ambiente o contexto. El cerebro cuenta con 100 billones de células formando un complejo entramado en el que sus componentes están interconectados.

Aunque no podamos desarrollar nuevas neuronas sin embargo se puede establecer nuevas conexiones entre neuronas y estas conexiones crean aprendizaje y memoria, esta creación de nuevos enlaces neuronales dependerán de la riqueza contextual que se le ofrezca al estudiante y de la practica; mientras que el desuso hará que desaparezcan los recientes entramados creados.

La inteligencia depende de las conexiones entre las células nerviosas. Se ha visto que las ratas que viven un ambiente enriquecido recorren diferentes tipos de laberinto con mayor facilidad que las que viven en un contexto empobrecido. Posteriormente se vio que las mismas ratas que vivían en un ambiente enriquecido si permanecían quietas mirando a otras ratas, en sus cerebros se observaban y medían menos cambios que en las ratas que participaban. Otros autores mostraron un aumento en las sinapsis de ratas que crecían en ambientes enriquecidos (Greenenough, 1993).

La aplicación importante de estos experimentos a la enseñanza de L2 es crear aulas en las que se ofrezca un input amplio, variado, enriquecido y animar a los estudiantes a participar en clase. Los profesores debemos crear ricas y complejas experiencias en la clase y aprender como elicitar y facilitar el aprendizaje basado en el interés de los estudiantes, que realicen una participación activa bajo el apoyo y asesoramiento del profesor.

Antes hemos explicado la importancia de ofrecer un input variado a nuestros estudiantes de L2. La investigación del cerebro apoya que en esta búsqueda de la mayor riqueza y variedad del input la incorporación de actividades como la música y las artes en la clase de L2, porque se ha visto que los estudiantes las necesitan como parte del desarrollo del cerebro. Se ha visto que los estudiantes con buena base musical y artística han desarrollado mayor habilidad en matemáticas y en ciencia. En lo que se refiere a la enseñanza de segundas lenguas la música contribuye a la adquisición de la audición y las artes, como el teatro, también tienen su efecto beneficioso en la adquisición de la lengua meta.

Propuesta de enseñanza individualizada

No hay dos cerebros iguales, cada cerebro es único, por lo que un contexto enriquecido para un estudiante no necesariamente significa que lo sea para su compañero. No hay dos estudiantes que aprendan del mismo modo. Por eso es importante en clase enseñar a los estudiantes a cómo pensar por sí mismos. Por ejemplo se sugiere crear grupos de conversación donde se hacen mutuamente preguntas y aprenden a ser o actuar como profesores. La aplicación de este punto es fomentar la creación de pequeños grupos de trabajo, evitando un gran número de estudiantes en clase, con diseño de actividades diferentes y variadas que permitan a cada estudiante encontrar su método adecuado.

La neurociencia confirma lo que ya sabían los educadores, es decir, reconocer las diferencias individuales en el estilo de aprendizaje ofreciendo alternativas en clase con variedad de materiales elaborados. Estas diferencias no es un tema de preferencia personal sino que obedece a diferencias individuales en el hardware cerebral de cada alumno.

El papel de la memoria en la clase de lenguas extranjeras

Parece que no hay una sola localización para la memoria en el cerebro., El hipocampus ha sido considerado tradicionalmente el centro de la memoria, pero otras partes del cerebro también están implicadas en la formación de la memoria, incluso la amígdala.

La memoria es un proceso complejo, se puede hablar de cuatro tipos de memoria (Christison 1999): memoria de procedimientos, memoria episódica, memoria semántica y memoria sensorial.

Hay una gran preocupación entre los profesores de conocer cuál es el mejor método para la adquisición del vocabulario. En los últimos años ha habido dos grandes aproximaciones pedagógicas, por un lado quienes enfatizaban el papel de la memorización y por otro lado los defensores de una aproximación más pedagógica. En las últimas décadas la memorización ha caído en favor del segundo tipo, promoviendo enfoques pedagógicos más que memorísticos

en la enseñanza.

Según los hallazgos en neurociencia parece que la memorización debe mantener un papel en la enseñanza. Las investigaciones del cerebro apoyan que una cierta cantidad de aprendizaje memorístico es necesario, especialmente en el aprendizaje del vocabulario, aunque deberán acompañarse con problemas y toma de decisiones de las nuevas palabras, ofreciendo inputs enriquecidos. Todo aprendizaje que los buenos profesores siempre han realizado haciendo que se aprenda entendiendo lo que se aprende favorece la extensión de nuevos enlaces neuronales, estas nuevas conexiones se fortalecen con la revisión de lo aprendido. El repaso de lo aprendido cuando se realiza por segunda vez produce que las neuronas conexas trabajen juntas de modo más eficaz y rápido con cada repaso que se realiza, las conexiones entre las terminaciones neuronales o dendritas desarrolla lo que se llama *memoria a largo plazo*.

El cerebro nos enseña que la repetición ayuda a la memoria. Por tanto los profesores deben saber que es importante repetir y de modo distinto, porque cuando se realiza de modo diferente fortalece nuevas conexiones neuronales.

La adquisición de nuevo vocabulario debe almacenarse en la memoria del estudiante. Los estudiantes son capaces de retener un 90% del conocimiento recientemente adquirido en las primeras 24 horas (Kennedy, 2006), lo que significa que debemos ofrecer a los estudiantes actividades para las próximas 24 horas para que el nuevo conocimiento pase a ser almacenado en la memoria, de otro modo se perderá.

El profesor debe diseñar actividades para que la memoria se ponga en funcionamiento, favoreciendo actividades como usar el vocabulario en situaciones con significado y creativas para que se estimule la mente lo que en términos de neurociencia sería favorecer el crecimiento de conexiones neuronales (Jensen, 1998).

Las palabras deberían ser oídas y habladas antes de ser vistas en la forma escrita para asegurar la correcta pronunciación y facilitar la memoria de reconocimiento y la nueva captura de las palabras. Hay que evitar ofrecer listas de palabras de memorización hasta que el estudiante se haya familiarizado primero con dichas palabras. El acceso a los datos almacenados se favorece con imágenes visuales que refuerzan el concepto que se necesita para aprender un nuevo vocabulario.

Una palabra debe ser oída al menos 80 ó 90 veces antes de ser almacenada en la memoria de largo plazo (Kennedy, 2006). Por lo que deberíamos los profesores presentar las mismas palabras en variadas y sugerentes actividades creativas, todas ellas que aporten significado. Los profesores conseguiremos estudiantes que se expresen de modo fluido en su lengua meta si les ofrecemos tiempo suficiente y práctica para consolidar los nuevos conocimientos recién aprendidos.

Hechos que son enseñados de modo aislados y no ligados a un sentido o significado los estudiantes pueden memorizarlos pero requerirá un gran esfuerzo y práctica. Mientras que si la información que les ofrecemos a nuestros estudiantes es manejada de modo diferente por el cerebro cuando es conectada a un significado, su procesamiento es casi automático y por tanto requiere menos esfuerzo y práctica. De este modo en segundas lenguas conseguiremos que los

estudiantes aprendan más información con menos esfuerzo utilizando estrategias creativas con sentido para los estudiantes.

Cómo enseñar las diferentes áreas de la lengua

Los planes curriculares en enseñanza de segundas lenguas diferencian, en general, las asignaturas de gramática, conversación, lectura, escritura y audición. La cuestión es si debemos enseñar cada asignatura de modo diferente y separado o de modo conjunto.

Los argumentos expuestos por los defensores de promover tareas sencillas y aisladas asumen que el aprendiente que empieza a estudiar una L2 al principio sólo puede manejar una sencilla información y que sólo en estadios posteriores se le ofrecerá tareas más complejas de modo lento y progresivo. La investigación cerebral indica que los centros neurales de los procesos complejos, por ejemplo de la información abstracta, pueden activarse e interactuar con centros neurales más sencillos y viceversa. Las investigaciones en el cerebro indican que una eficaz enseñanza es aquella que incluye el todo y la parte, ya que el cerebro en el proceso del aprendizaje envuelve una actividad neuronal local y conexiones neuronales más complejas.

La neurociencia ofrece cada vez mayor evidencia de que nuestro cerebro trabaja como un todo con una enorme interconexión entre las neuronas. Si el profesor piensa que cada asignatura es, por su naturaleza, independiente al modo que lo pueden ser la geografía o las matemáticas entonces dicho profesor buscará estrategias para enseñar cada asignatura de modo diferente.

Pero si el profesor tiene un concepto más globalizado e interconectado entonces usará la lectura para enseñar conversación, y estimulará la conversación en las clases de escritura, y la gramática se apoyará en prácticas de conversación y en ejercicios escritos no sólo en frases sino en el contexto del texto escrito donde el estudiante descubrirá las nuevas reglas aprendidas y las aplicará en la creación de sus propios textos escritos individuales y en pequeños grupos.

Por tanto desde la neurociencia se sugiere la apreciación y reconocimiento por parte de los profesores de la interconectividad cerebral y del mundo real que nos rodea, invitando a crear estrategias que fomenten esa interconectividad en el aula. Aunque se mantenga una estructura curricular compartimentada en asignaturas, debido sobre todo a razones prácticas, sin embargo se debería potenciar el desarrollo de tratamientos interdisciplinarios en el aula.

Vamos a poner tres ejemplos de lo explicado anteriormente: (1) El flujo de la actividad neuronal es bidireccional, va de lo simple a lo complejo y viceversa. Ocurre lo que se denomina *procesamiento paralelo* (Genesee, 2000), por ejemplo escuchamos la palabra *perro*. Por un lado se activan sencillos circuitos neuronales asociados con el sonido de la palabra mencionada, que hace que con un escaso input pueda ser recuperada esta palabra de nuestro almacén cuando la necesitemos. Pero a la vez circuitos neuronales más complejos se activan asociados con esta palabra porque el cerebro recibe el input de múltiples fuentes externas: visuales, auditivas, espaciales, motoras, por lo que a la vez que se activan áreas auditivas se

activan áreas visuales.

(2) Otro ejemplo: en los primeros estadios del aprendizaje de la lectura será menos efectivo enseñar la fonética de modo independiente al significado de las palabras que si usamos su significado a la vez que enseñamos los sonidos. Lo que se quiere decir que el cerebro enlaza mecanismos simples y complejos, por lo que en la enseñanza y aprendizaje se puede ir de lo simple a lo complejo y viceversa.

(3) El último ejemplo: la adquisición del vocabulario se mejora si está incluida en un contexto real que sea familiar al estudiante. Además cuando enseñamos a los estudiantes sencillas expresiones de emoción se adquieren mejor si ocurren en contextos de habla y contextos situacionales que permitan sacar las emociones del estudiante.

El papel de la atención en el aula

Cada vez que un profesor entra en el aula está preocupado por captar la atención de sus alumnos. Cuatro factores se han implicado en conseguir la atención de los alumnos: la novedad, la necesidad, la emoción o motivación, y el significado (Jensen, 1998).

(a) La *novedad* consiste en ofrecer a los estudiantes información novedosa presentada en variadas actividades no durante un periodo superior a 20 minutos y además debe ser recibida la información como interesante para el estudiante, de otro modo su cerebro no procesará dicha información.

(b) La *necesidad*, significa que se aprende aquello que se necesita.

(c) La *emoción*, es importantísima su estrecha relación con el aprendizaje, como se verá.

(d) El *significado*, el cerebro procesa y almacena la información que tiene significado comprensible, por ejemplo proporcionar una serie de reglas gramaticales incomprensibles difícilmente serán procesadas o almacenadas en la memoria de largo plazo.

De estos cuatro puntos derivaremos dos importantes implicaciones pedagógicas: la primera es que no podremos enseñar nada nuevo a nuestros estudiantes que no tenga algún vínculo con sus conocimientos previos, o que creemos experiencias nuevas que se relacionen con dichos conocimientos.

La segunda implicación educacional importante es que debemos siempre ofrecer información con sentido y organizada, ya que el cerebro siempre intenta crear categorías o patrones para la nueva información recibida. Christison (1999) dijo que el cerebro es un aparato que siempre busca crear patrones o categorías (*"The brain is a pattern-seeking device"*). La tendencia natural del cerebro es siempre a construir significados por lo que debemos diseñar tareas y actividades dotadas de abundante significado, ofrecer materiales bien organizados creando significado y relevantes conexiones para poder manejar la información, fomentando el pensamiento crítico y la solución creativa de problemas.

Los profesores empleamos a diario diversos recursos para lograr la atención de los alumnos: el cambio de tono, la cuña graciosa o frase oportuna que rompa la rutina, la pregunta de rigor, el diseño de actividades participativas, etc..Pero muchas veces profesores brillantes se enfrentan a la incapacidad de mantener la atención durante los 50 minutos de la

clase. Se dice que en clases con niños el mejor profesor sólo obtendría una atención de los niños durante el 30 % del tiempo que está con ellos. En clases de adultos el porcentaje no variaría en exceso. ¿A qué se debe esta falta de atención?

Los estudios del cerebro sugieren que la capacidad del cerebro para permanecer atento en extensos periodos de tiempo es difícil. Un cerebro normal trabaja con periodos de alta actividad en la atención seguida de periodos de bajo nivel de atención, ya que el cerebro necesita sus momentos de *downtime*. Es decir momentos de descanso donde las nuevas synapsis o conexiones neuronales que se están continuamente formando tengan tiempo para fortalecerse, ya que ellas sólo pueden consolidarse cuando no hay otros neuroestímulos que compiten con ellos. Además este periodo de tiempo es variable, depende del nivel de dificultad de la información dada al estudiante, también será diferente si la información dada ha sido una revisión de algo conocido o nuevos datos.

El tiempo de clase debe ser estructurado teniendo en cuenta los ritmos circadianos del cerebro, lo que significa que la atención presenta sus estado de alta y baja concentración en ciclos de 20 minutos o menos. Por lo que se debería ofrecer a los estudiantes actividades para practicar lo recientemente aprendido, resumir conceptos, escribir lo aprendido antes de pasar a otros temas. Por lo que la distribución del tiempo en clase es importante.

Puesto que el cerebro tiene dificultad para mantener la atención, se deben promover en clase un tiempo de reflexión y procesamiento de la información que acaba de recibir su cerebro. Willis (2007) proponía realizar actividades placenteras o breves descansos de 3 minutos para reducir el estrés y permitir a la amígdala la oportunidad de enfriarse o calmarse y reponer los neurotransmisores utilizados.

Emoción y motivación en la clase de lenguas extranjeras

La atención está estrechamente relacionada con la motivación y la emoción, ya que nuestro sistema emocional es el que conduce nuestro sistema de atención a través del aprendizaje y la memoria. Es biológicamente imposible aprender y recordar algo a lo que no se ha prestado atención, a su vez para poder prestar atención nuestro sistema emocional debe decirnos si en un tema vale la pena emplear nuestra energía o no.

Siempre se ha dado mucha importancia al elemento cognitivo del aprendizaje, olvidándose el elemento afectivo del aprendizaje (Jensen, 1998). El flujo cerebral se distribuye en las áreas que están realizando alguna actividad. Cuando se realiza un pensamiento lógico o la toma de decisiones ocurre en el neocortex un aumento del flujo cerebral. Pero en situaciones de estrés, de angustia, de presión o ansiedad se produce una disminución o reducción (*downshifting*) del flujo cerebral (MacLean, 1990). Consiste en la redistribución del flujo cerebral que se realiza cuando nos sentimos enfadados, amenazados o ansiosos, descendiendo el flujo desde el neocortex para acudir al sistema límbico, a la amígdala, se produce como un secuestro del cerebro que evita tomar decisiones (Christison 1999).

Estudios de neuroimagen y mediciones de transmisores químicos apoyan un modelo en

el que no se dé estrés ni ansiedad (Pawlak, 2003). Dichos estudios han revelado que el nivel de confort de los estudiantes puede influir en la transmisión de la información y almacenaje en el cerebro. En situaciones de motivación y bajo estrés la información fluye libremente a través del filtro afectivo de la amígdala y se consiguen altos niveles cognitivos que proceden no de clases tranquilas en las que se ofrecen lecciones magistrales, sino de clases con un entorno positivo y participativo (Kohn, 2004). Las pruebas de neuroimagen PET y fMRI han mostrado que bajo situaciones de estrés se bloquea el flujo de entrada en las zonas de procesamiento cognitivo de la memoria, el flujo hacia las redes neuronales cognitivas superiores está limitado (Willis, 2007).

La psicología cognitiva ha mostrado evidencia clínica de que el estrés, el aburrimiento, la confusión, la baja motivación y la ansiedad de modo individual o en conjunto interfieren con el aprendizaje (Christianson, 1992).

El proceso del aprendizaje está relacionado con la buena salud física y emocional del estudiante. Física porque los neurotransmisores que transmiten la información son elementos neuroquímicos procedentes de las proteínas de la dieta que deben ser incluidas a diario, un insuficiente o excesivo aporte puede al modo en el que el input sensorial es procesado por el cerebro (Armstrong, 1997). Emocional porque el sistema límbico a través de la amígdala juega un papel importante en el aprendizaje.

En clases relajadas, con bajo nivel de presión y estrés, el cerebro libera dopamina, un neurotransmisor que estimula los centros de la memoria, promoviendo la liberación de acetilcolina lo cual produce un aumento de la atención. En inglés existe un acrónimo o siglas RAD que recuerdan a los educadores tres importantes conceptos de la neurociencia a la hora de preparar las clases (Willis, 2007): 1º La novedad promueve la transmisión de la información activando el sistema reticular (R), que es un filtro que permite concentrar la atención ante cambios nuevos en un entorno. 2º Clases no estresantes permiten pasar los datos a través del filtro afectivo de la amígdala (A). 3º El enlace que se establece en una situación de agradable aprendizaje produce la liberación de dopamina (D).

Las técnicas de neuroimagen y de investigación neuroquímica apoyan un modelo educativo en el que no esté presente el estrés ni la ansiedad. Los investigadores sugieren que se obtiene un mayor aprendizaje cuando la clase ofrece un ambiente agradable, distendido y ofreciendo material relevante y cercano a los intereses y a la vida de los estudiantes. Los investigadores han mostrado qué sucede en el cerebro durante un estado de estrés emocional. El aspecto práctico de este punto es animar a los profesores a utilizar estrategias que reduzcan el estrés, a construir un ambiente emocional positivo que permita al estudiante de L2 desarrollar su mayor nivel de sus habilidades cognitivas. Lo que no significa una relajación total, en esta situación se produce una liberación masiva de neurotransmisores inhibitorios gabaminérgicos que también dificultarían el aprendizaje.

Puesto que cuando se aprende bajo amenaza ocurre una disminución del flujo cerebral en áreas corticales (*brain downshifting*), se debería enseñar en un ambiente relajado, flexible. Caine (1994) sugirió que los profesores deberíamos “*to create a state of relaxed alertness*”. Puesto que la emoción y la motivación son importantes en el aprendizaje de una segunda

lengua no sólo se debe atender a lo que se enseña sino también cómo y bajo qué circunstancias se realiza la adquisición una L2, es decir, creando un positivo entorno de aprendizaje. Es importante ofrecer incentivos emocionales a la vez que se les enseña a leer, hablar o escribir en la lengua meta. Por tanto, los estudios de neuroimagen apoyan la idea de que los estudiantes aprenderán más eficazmente y con mayor nivel cognitivo si creamos aulas emocionalmente positivas con estrategias de aprendizaje que reduzcan el estrés.

El papel del sueño en la clase de L2

La importancia del sueño en el aprendizaje se sabe desde hace varias décadas. Durante la fase REM del sueño, fase en la que soñamos, se produce una consolidación y almacenamiento de lo aprendido durante el día olvidándose el material innecesario, en estudios con ratas se ha visto que los periodos de aprendizaje están asociados a un incremento de la fase REM del sueño, mientras que su privación disminuye la memoria del material previamente aprendido (Hennevin, 1995).

En otro experimento de PET se comparó la actividad cerebral en un grupo que había aprendido una tarea antes de dormir y otro que no, encontraron que las áreas activadas en la fase de sueño REM estaban más activas en los sujetos entrenados que en los que no habían recibido la tarea (Maquet, 2000). Estos estudios apoyan la idea de que una importante parte del aprendizaje continúa después de la enseñanza o de la clase y sin ser conscientes, por lo que dormir adecuadamente es un parte necesaria del proceso de aprender una segunda lengua.

LIMITACIONES DE LA NEUROCIENCIA

La neurociencia ha proporcionado valiosos datos que pueden ser aplicados a la clase de segundas lenguas, pero no es la panacea que los educadores llevan buscando desde que apareció el primer educador en el mundo.

Sus limitaciones, no la rechazan sino que la convierten en un instrumento más de los muchos que debe compaginar el profesor cuando prepara y trabaja con sus alumnos.

Joseph LeDoux (1996) dijo a los educadores: *"These ideas are easy to sell to the public, but it is easy to take them beyond their actual basis in science."* Muchas veces es inseparable la ciencia de la especulación y no somos capaces de saber dónde acaba una y empieza la otra, por eso la pregunta es ¿cómo podemos estar seguros de las sugerencias que la neurociencia ofrece tienen una práctica y real aplicación en nuestras clases?

La respuesta es que deberíamos acercarnos a la neurociencia, conocer sus logros y sugerencias e intentar explorar estas ideas en nuestras clases realizando estudios que nos permitan contrastar hipótesis de trabajo procedentes de la investigación cerebral. Por este motivo la aportación del profesor es insustituible, ya que su experiencia diaria frente a 40

cerebros que reciben y manejan diferentes actividades, le convierten en un observador de primera fila para comprobar teorías y nuevas estrategias.

Se siguen produciendo abusos de la investigación cerebral para justificar prácticas educacionales, de hecho muchos educadores utilizan información procedente de la investigación cerebral para fundamentar un modo de enseñar, cuando realmente el salto no está totalmente justificado, por ejemplo sobre el tema de encontrar el momento óptimo para iniciar la enseñanza en niños, unos autores encuentran justificación científica en el inicio precoz, sin embargo otros han dicho que la neurociencia no puede todavía responder a cuál sería el mejor momento para iniciar el estudio de una segunda lengua (Breuer, 1999).

La propia evolución, el continuo progreso y los cambios que experimenta la investigación en neurociencia obligan a ser prudente a la hora de formular implicaciones perennes para el aprendizaje de segundas lenguas. La investigación cerebral no puede prescribir un método de enseñanza ni cómo organizar la secuencia del aprendizaje. Los educadores a la hora de planificar una instrucción eficiente deberían compaginar sus estrategias clásicas aprendidas y convalidadas en su práctica diaria, incorporando las nuevas sugerencias que los avances en la investigación cerebral sugieren.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

A pesar de las limitaciones, la neurociencia puede aportar valiosa información para el profesor de lenguas extranjeras. Siguiendo a Kennedy (2006) los puntos básicos en el aprendizaje de una L2 desde una perspectiva neurocientífica serían:

1. El tiempo y la edad son factores críticos asociados a la adquisición de una L2.
2. El desarrollo neuronal viene promovido por ambiente ricos en estímulos.
3. Usamos la emoción para saber lo que es importante y queremos recordar.
4. El cerebro tiene la capacidad de almacenar la información basándose en la funcionalidad y el significado.
5. La emoción y motivación produce atención.
6. La atención conduce al aprendizaje y a la memoria.
7. La repetición es necesaria, aunque requiere ciertas novedades y nuevas estrategias en los diseños de las actividades de repetición, debiendo incorporar los cinco elementos claves del proceso del lenguaje: observación, escuchar, hablar, leer y escribir.

Los profesores de L2 somos conscientes de la dificultad que tienen nuestros estudiantes, esto debe motivarnos en profundizar en nuevas aportaciones y sugerencias ofrecidas de otros campos, entre ellos, la neurociencia. Cuando se diseñan los planes educativos y curriculares de la enseñanza de lenguas extranjeras los profesores y especialistas en educación no pueden ignorar la importancia del cerebro ni los datos revelados por los estudios de neuroimagen.

Blakemore (2000) en su extensa revisión del tema sugiere que la investigación en

neurociencia tiene una relevancia importante en la enseñanza y el aprendizaje, defendiendo la necesidad de un aprendizaje científico interdisciplinario donde converjan educadores, psicólogos y científicos del cerebro que abran foros continuos del que surjan preguntas de investigación y proyectos investigadores. Para esto es necesaria previamente la difusión de los hallazgos obtenidos por la neurociencia y la comunicación de las experiencias que los educadores observan cada día en sus clases.

Dicho de otro modo no es la neurociencia la que debe enseñar a los educadores cómo educar, sino que el flujo de comunicación debe realizarse en los dos sentidos compartiendo ideas e hipótesis de trabajo, y diseñando experimentos que puedan arrojar nuevas luces al proceso del aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreasen, N. (1999). The cerebellum plays a role in conscious episodic memory retrieval. *Human Brain Mapping*, 8(4), 226-234.
- Armstrong, P. W., & Rogers, J. D. (1997). Basic skills revisited: The effects of foreign language instruction on reading, math, and language arts. *Learning Languages*, 2(.3)(3), 20-31.
- Banich, M. T. (1997). *Neuropsychology: The neural bases of mental function*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Blakemore, S. J., & Frith, U. (2000). The implications of recent developments in neuroscience for research on teaching and learning [Electronic Version]. *ESRC Teaching and Learning Research Programme*. Retrieved 20-07-2008.
- Breuer, J. T. (1999). Education and brain: A bridge too far. *Educational Researcher*, 26(8), 4-16.
- Caine, R. N., & Caine, G. (1994). *Making connections: teaching and the human brain*. Menlo park, CA: Addison Wesley.
- Calvin, W. (2001). *Cómo piensan los cerebros*. Madrid: Debate.
- Christianson, S. A. (1992). Emotional stress and eyewitness memory: A critical review. *Psychological Bulletin*, 112(2), 284-309.
- Christison, M. A. (1999). *Applications of Brain-Based Research to Second Language Teaching and Learning*. Paper presented at the 32nd Annual TESOL Convention, Seattle, Washington.
- Christison, M. A. (2002). Brain- Based Research and Language Teaching. *English Teaching Forum*, 40(2), 1-6.
- Coggins, P. E., Kennedy, T. J. & Armstrong, T. A. (2004). Bilingual corpus callosum variability. *Brain and Language*, 89(3), 69-75.
- Diamond, M. C. (2001). Response of the brain to enrichment. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 73, 211-220.
- Dienstbier, R. (1989). Periodic adrenaline arousal boosts health, coping. *Brain-mind Bulletin*, 14(9).
- Elman, J., Bates, E.A., Johnson, M., Karmiloff-Smith, A., Parisi, D., & Plunkett, K. (1997). *Rethinking innateness*. Cambridge: MA: MIT Press.
- Gazzanaga, M. S. (2000). Cerebral specialization and interhemispheric communication: Does the corpus callosum enable the human condition? *Brain* 123, 1293-1326.
- Genesee, F. (2000). Brain Research: Implications for Second Language Learning. [Electronic Version]. *Center for Research on Education Diversity and Excellence Santa Cruz CA., ERIC Clearinghouse on Languages and Linguistics Washington DC. ERIC Digest*.

- Greenenough, W. T., Black, J.E., & Wallace, C.S. (1993). Experience and brain development. . In M. Johnson (Ed.), *Brain development and cognition: A reader* (pp. 290-322): Oxford: Blackwell.
- Hennevin, E. (1995). Processing of learned information in paradoxical sleep: relevance for memory. *Behavioural Brain Research*, 69(1-2), 125-135.
- Jensen, F. (1998). *Teaching with the brain in mind*. . Alexandria: VA: ASCD.
- Karni, A., Meyer, G., Jezard, P., Adams, M., Turner, R., & Ungerleider, L. (1995). Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning. . *Nature*, 377, 155-158.
- 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), 471-487
- Kohn, A. (2004). Feel-bad education. *Education Week*, 24(3), 44-45.
- Krashen, S. L., & Terrel, T. D. (1983). *The natural approach: Language acquisition in the classroom*. Oxford: Pergamon Press.
- Kuhl, P. K. (1998). The development of speech and language. In T. J. Carew, R. Menzel & C. J. Shatz (Eds.), *Mechanistic relationship between development and learning* (pp. 53-73). New York: Wiley.
- LeDoux, J. (1996). *Bridging the Gap Between Neuroscience and Education*. Paper presented at the Workshop Cosponsored by the Education Commission of the States and the Charles A. Dana Foundation, Denver.
- Lennenberg, E. (1967). *Biological foundations of language*. New York: John Wiley and Sons.
- MacLean, P. (1990). *The triune brain in education*. New York: Plenum Press.
- Mehler, J. (1988). A precursor of language acquisition in young infants. *Cognition*, 29(2), 143-178.
- Neville, H. J., & Bavelier, D. (1998). Neural organization and plasticity of language. *Current Opinion in Neurobiology*, 8(2), 245-248.
- O'Leary, D. D., & Stanfield, B.B. (1985). Occipital cortical neurons with transient pyramidal tract axons extend and maintain collaterals to subcortical but not intracortical targets. . *Brain Research*, 336, 326-333
- Omaggio Hadley, A. (2001). *Teaching language in context* (3rd ed.). Boston: Heinle & Heinle.
- Pawlak, R. (2003). Tissue plasminogen activator in the amygdala is critical for stress-induced anxiety-like behavior. *Nature Neuroscience*, 6(2), 168-174.
- Schall, J. B., & Scheibel, A. B. (1993). A quantitative dendritic analysis of Wernicke's area in humans: Gender, hemispheric and environmental factors. *Journal of Comparative Neurology*, 327(1), 91-111.

- Sousa, D. A. (1995). *How the Brain Learns: A Classroom Teacher's Guide*. Reston, Va: National Association of Secondary School Principals.
- Sowell, E. R. (2003). Mapping cortical change across the human life span. *Nature Neuroscience*, 6, 309-315.
- Sur, M., Pallas, S.L., & Roe, A.W. (1990). Cross-modal plasticity in cortical development: Differentiation and specification of sensory neocortex. *Trends in Neuroscience*, 13, 227-233.
- Willis, J.(2007).The neuroscience of joyful education [Electronic Version]. *Educational Leadership*, 64. Retrieved ASCD.

Learning and teaching foreign language from a neuroscience perspective

Javier Pérez Ruiz

Assistant Professor, Department of Spanish, Wenzao Ursuline College of Languages

Abstract

The purpose of this article is to provide a clearer picture of the brain functions and its implication in second language acquisition (SLA) classroom. Our interest is enhancing teaching and learning foreign language by applying neuroscience to second language acquisition classroom. Brain research into SLA classroom practice has led to suggest ways that teachers might begin to think and act differently. In the following pages we review and summarize some accumulated insights from research on the human brain that have practical benefit to second language educators, we can provide a general framework for learning and teaching and offer some guidelines for selecting classroom strategies, material and methodologies.