



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación

Trabajo Fin de Grado

LA LECTURA, UN PROCESO DESCIFRADO POR LA NEUROCIENCIA

Alumno: Fernández Domínguez, Juan José

Tutor: Prof. D. Santiago Pelegrina López
Dpto.: Psicología

Junio, 2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. JUSTIFICACIÓN.....	5
3. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1. Concepto de neurociencia y neuroeducación.....	6
3.2. Objetivos de la neurociencia en la educación.....	8
3.3. Didáctica de la neurociencia y sus limitaciones.....	9
4. EL APRENDIZAJE DE LA LECTURA.....	11
4.1. Procesos cognitivos implicados en la lectura.....	11
4.2. Rutas de acceso a la lectura.....	13
4.3. Etapas de la lectura.....	15
5. LA FLUIDEZ LECTORA.....	17
5.1. Principales rasgos de la fluidez lectora.....	18
5.2. Evolución de la fluidez lectora.....	19
5.3. Procesos cognitivos implicados en la lectura.....	19
6. NEUROCIENCIA DE LA LECTURA.....	21
6.1. Aproximación a la estructura del cerebro humano.....	22
6.2. Áreas cerebrales implicadas en la lectura.....	25
6.3. Cómo se produce la lectura en el cerebro.....	27
6.4. La fluidez lectora en el cerebro.....	31
7. IMPLICACIONES DE LA NEUROCIENCIA EN EL TRATAMIENTO EDUCATIVO DE LA LECTURA.....	32
8. CONCLUSIONES FINALES.....	34
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

RESUMEN

La presente revisión bibliográfica, introduce al lector en el análisis y descripción exhaustiva de las principales características del comportamiento, funcionalidad y actividad cerebral humana durante la lectura, gracias a los conocimientos atribuidos por la neurociencia. Se comienza ofreciendo los aspectos más relevantes de la neurociencia, abordando seguidamente, la implicación de la misma en el mundo educativo mediante la neuroeducación y la neurodidáctica, prestando especial atención, a las limitaciones que estas disciplinas presentan. Asimismo, se expone detalladamente el proceso de aprendizaje de la lectura, etapas por las que transcurre, vías de acceso y procesos cognitivos envueltos. Además, se atiende a un elemento clave en el desarrollo de esta habilidad, la fluidez lectora. Se continúa con la exposición de la estructura cerebral humana, áreas lectoras, y en último lugar, la explicación de cómo se produce la lectura y las zonas cerebrales relativas a la fluidez lectora. Para concluir, se presentan algunas implicaciones de la neurociencia en el tratamiento educativo de la lectura. En definitiva, se muestra la forma en la que la neurociencia desvela las posibilidades del cerebro humano en tareas como la lectura, y la capacidad de esta ciencia para contribuir con las ciencias educativas y así, optimizar diversos aprendizajes.

Palabras clave: neurociencia, neuroeducación, cerebro, aprendizaje y lectura.

ABSTRACT

The present bibliographic review introduces the reader to the analysis and exhaustive description of the main characteristics of human brain behavior, functionality and activity during reading, thanks to the knowledge attributed by neuroscience. It begins by offering the most relevant aspects of neuroscience, and then goes on to discuss its involvement in the educational world through neuroeducation and neurodidactics, paying special attention, to the limitations that these disciplines present. Likewise, the process of learning to read is exposed in detail, as well as the stages through which it passes, the access routes and the cognitive processes involved. In addition, a key element in the development of this skill is address, reading fluency. We continue with an exhibition of the structure of human brain, reading areas, and finally, the explanation of how reading is produced in our brain, and the brain areas related to reading fluency. To conclude, some implications of neuroscience in the educational treatment of reading are shown. In the end, it shows the way in which neuroscience reveals the possibilities of the human brain in tasks such as reading, and the capacity of this science to contribute to the educational science and so, optimize diverse learning.

Keywords: neuroscience, neuroeducation, brain, learning and reading.

1. INTRODUCCIÓN

El tema que se aborda a continuación parte desde la neurociencia, siendo esta en cierto modo, el eje vertebrador a partir de la cual se desarrollará y profundizará en uno de los pilares fundamentales en la formación de cualquier persona, la educación. Esto es, posteriormente, nos vamos a ocupar de dar una visión vanguardista a dicho tópico, en la que se fusionan tanto la ciencia que se ha nombrado con anterioridad como la enseñanza, surgiendo así, un nuevo término que será primordial para poder entender el proceso de aprendizaje que se emprende en un ámbito esencial durante el trascurso de la educación básica, es decir, la lectura.

Dicho esto, con la realización de este trabajo, el principal objetivo que pretendemos alcanzar es analizar y describir detalladamente las características esenciales del funcionamiento, comportamiento y actividad del cerebro humano durante la lectura, a través de los conocimientos aportados por la neurociencia. De igual modo, para que el objetivo descrito con anterioridad pueda lograrse, es imprescindible que previamente atendamos a la consecución de otros más específicos, sin los cuales, poder llegar a la meta principal sería tarea imposible. En consecuencia, para facilitarnos este progreso, en primer lugar, debemos conocer los aspectos más característicos de la neurociencia como disciplina científica. En segundo lugar, entender la aplicación e implicación de la neurociencia en el ámbito de la educación. En tercer lugar, explicar el proceso de aprendizaje de la lectura y elementos básicos que la conforman. En cuarto lugar, determinar la constitución del cerebro humano, especialmente de aquellas regiones especializadas en la lectura. En último lugar, determinar las implicaciones de la neurociencia en el tratamiento didáctico de la lectura.

Por otra parte, en cuanto a la metodología que se ha seguido en el presente trabajo, es la propia de una revisión bibliográfica acerca de las aportaciones de la neurociencia en el proceso de aprendizaje de la lectura. En virtud de ello, se ha realizado una búsqueda y por ende, una recopilación extensa y relevante acerca del tema en cuestión. Respecto al proceso de búsqueda bibliográfica que hemos acometido, cabe resaltar que primeramente seleccionamos algunas de las bases y fuentes de datos más potenciales y fiables, siendo estas entre otras: “Google académico”, “Wos y Scopus”, “Redalyc”, “Science Direct”, “SciELO”, etc. En las cuales, se introdujeron progresivamente, según el momento de la búsqueda y el apartado respectivo, diversas palabras claves con el fin de obtener una información más precisa y válida. Algunas de estas fueron: neurociencia, neuroeducación, lectura y

neurociencia o cerebro y lectura. Así pues, se han diferenciado dos tipos de búsquedas, una focalizada en la contextualización del trabajo y otra para la revisión de trabajos ya elaborados.

Seguidamente, pese a la gran cantidad de información encontrada, se han aplicado una serie de criterios de inclusión para la elección de los artículos que iban a ser revisados, entre los que destacan: prioridad de fuentes académicas seguras, información relativamente actual, de cierto carácter educativo y de habla inglesa, española o francesa. Además de los artículos publicados en revistas nacionales e internacionales, ha sido necesaria la ayuda de soportes físicos o virtuales para enriquecer la investigación, como libros o e-book, de autoría especializada en los temas centrales de nuestro trabajo.

Por tanto, con el presente trabajo se pretende integrar los saberes acerca del cerebro y aplicar estos al ámbito educacional, lo que desde primera mano no resulta tarea fácil. Así pues, Ortiz (2009) afirma: “la educación no es una disciplina que se marque como meta la investigación y por eso, su capacidad predictiva y explicativa es bastante limitada, sumándole que el conocimiento del funcionamiento cerebral en el medio escolar no es nítido” (p. 27).

2. JUSTIFICACIÓN

Hablar sobre neurociencia y por tanto, de neuroeducación, resulta de gran importancia para demostrar que cuando hablamos de educación no solo hacemos referencia a los aspectos más comunes a los que cualquier persona involucrada en este mundo acostumbra a escuchar desde tiempos pasados. Cabe señalar, que la enseñanza no solo está en manos de los libros de texto y que no depende nada más que de la mayor o menor capacidad de memoria que tenga el alumno, de factores familiares, afectivos, culturales o de las técnicas de enseñanza más o menos eficaces del docente de turno. Además de todo lo anterior, hay unos factores fisiológicos capaces de dictaminar el estilo de aprendizaje del alumnado, teniendo en cuenta la fisionomía de su cerebro y estudiando cómo este funciona en un ambiente de aprendizaje y, a partir de ello, trabajar sobre algo más seguro y con menor margen de error.

Por todo ello, es hora de que en la educación tenga cabida otras disciplinas como lo son la neurociencia o la psicología cognitiva, para que de un modo conjunto se obtengan resultados que sean más beneficiosos para todo aquel que está aprendiendo. Es decir, se trata de llevar a cabo una educación multidisciplinar donde diferentes disciplinas aporten sus saberes o conocimientos y partiendo desde aquí, se comience a trabajar en las diversas áreas clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje, como es la lectura.

Al hablar de neuroeducación se pretende concienciar y afrontar la realidad de que actualmente es necesario relacionar aquellos aportes más coetáneos de la psicología cognitiva y de las neurociencias con los progresos pedagógicos que nacen del aprendizaje escolar, y de esta manera, poner fin al alejamiento que existe entre las ciencias y la pedagogía. En definitiva, se pretende cambiar el enfoque tradicional de la práctica educativa para que los docentes dejen de defender orgullosamente su estilo de educar, que generalmente es el mismo con el que ellos mismos aprendieron, y que comiencen a leer, investigar y a informarse sobre los procesos cognitivos con los que los alumnos aprenden, porque como apuntó Luria (1966): “no hay ningún aprendizaje que no ocurra en el cerebro” (p. 34).

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Concepto de neurociencia y neuroeducación

En los tiempos que corren, está tomando cada vez más importancia el término de “Neurociencia” y “Neuroeducación o neurociencia de la educación”. En primer lugar, abordaremos el término de neurociencia, y por ello, como primer punto a tener en cuenta, sería la definición del mismo desde la perspectiva de diferentes autores. Las definiciones que se aportan con posterioridad son relativamente actuales y su presencia se marca como objetivo primordial, tratar de emitir información relevante acerca de esta terminología. Cabe destacar, que se han propuesto muchas definiciones para este término, y que no existe una definición única del mismo, aunque si es cierto, que hoy en día se utilizan varias para dar significado al respecto (Galvagno y Elgier, 2018).

Por una parte, Blakemore y Frith (2011) sostienen que el término de neurociencia es un tipo de paraguas que alberga diferentes conocimientos, y en el que se reúnen disciplinas como la física, la medicina, la biología o la psicología entre otras, con la meta de conocer tanto la función, el desarrollo y la estructura del cerebro, así como el funcionamiento de las neuronas y la patología del sistema nervioso, para poder conocer las bases biológicas que sustentan la conducta humana. De este modo, cabe la posibilidad de establecer una correlación entre las funciones cognitivas y los comportamientos del ser humano, desarrollando así un nuevo estilo de comprender la mente. Por otra parte, Mora y Sanguinetti (1996) definen que la neurociencia es una disciplina encargada de estudiar la estructura, función, desarrollo, patología y farmacología del sistema nervioso. Además, Reyes (2016) afirma que el objetivo principal de la neurociencia es comprender cómo el encéfalo es capaz

de producir la individualización de la acción en el ser humano. Así pues, responde al desafío de integrar el conocimiento sobre diferentes niveles de análisis en un conocimiento apropiado con la función y estructura cerebral. Sin embargo, aunque la neuroeducación abra horizontes nuevos, reafirmando otros existente, no tiene respuesta para todo.

Una vez que se ha definido el concepto de neurociencia atendiendo a las aportaciones de los autores previamente citados, es el turno de hacer lo propio con el concepto de neuroeducación, el cual guarda una estrecha relación con el ya nombrado. Igualmente, pese a la existencia de esta conexión, es de importancia recalcar antes de mostrar las diversas definiciones, que no todo lo relativo a las neurociencias tiene aplicabilidad al campo educativo. Por esto mismo, es el docente quien ha de tener un marcado criterio para saber y poder distinguir entre aquello que es significativo y realista para aplicar en la práctica docente y lo que son, meramente, opiniones sin fundamento alguno. En primer lugar, resaltamos que la neurociencia incide en la capacidad que tiene el cerebro para ir cambiando, adaptándose a diferentes aprendizajes a lo largo de la vida. Es lo que se conoce como neuroplasticidad cerebral, siendo más plástico durante la etapa infantil y facilitando así, la consolidación de nuevos aprendizajes. En atención a lo anterior, la neurociencia señala, que si cualquier aprendizaje produce una modificación en nuestro cerebro, la educación hará de mecanismo de modificación guiada del cerebro humano. Por tanto, se trata de un acto intencionado (Purves, Augustine y Fitzpatrick, 2006). En segundo lugar y centrándonos ahora sí en la neuroeducación, Paterno (2014) la considera una disciplina aún en construcción, que se encarga de la optimización del proceso de aprendizaje y enseñanza, teniendo como sustento el desarrollo cerebral. De esta forma, otros autores aprovechan para afirmar de manera semejante, que la neuroeducación está capacitada para sacar provecho a diferentes imágenes cerebrales con el fin de mejorar las técnicas de enseñanza y adaptar las mismas a cada cerebro del estudiante (Dehaene, 2007). Igualmente, Béjar (2014) afirma que la neuroeducación pretende utilizar los conocimientos que se basan en la imagen neuronal, para impulsar una prueba que atienda a la forma de realizar interacciones del cerebro con el entorno en el que se lleva a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En resumen, respecto a las neurociencias y su aplicación al ámbito educativo, un docente debe comprender la neurociencia como un modo de saber más extenso sobre todo lo que sucede en el cerebro. O sea, cómo aprende, cómo es, como procesa, conserva, registra y evoca la información, entre otras tantas funciones, para que partiendo de este conocimiento cerebral, se pueda trasladar al aula una amplia diversidad de mejoras en cuanto a experiencias y propuestas académicas o de aprendizaje.

3.2. Objetivos de la neurociencia en la educación

Seguidamente, tratamos de explicar los objetivos que la neurociencia pretende alcanzar en el campo de la educación. Para ello, partimos de que esta ciencia emergente se caracteriza por almacenar información que se dirige a visualizar las funciones del cerebro, y que por tanto, es de un alto beneficio para entender una amplia gama de procesos, quehaceres, trastornos o dificultades que poseen los estudiantes.

Por una parte, Mendoza, Murillo y Maldonado (2019) entienden que para afrontar con éxito las aportaciones de la neurociencia en la educación, es necesario un tipo de comportamiento docente que sea ante todo, emocionalmente inteligente, y que esté capacitado para la búsqueda de otras posibilidades didácticas que antecedan a la neurociencia, considerándola, como un instrumento de carácter científico y de investigación. Por otra parte, se sigue confirmando el innegable impacto de la neurociencia en el proceso de aprendizaje. De ahí, De la Barrera y Donolo (2009) concretan que llevar a cabo en el aula estrategias didácticas y metodológicas, en relación con los resultados científicos provenientes de estudios neurocientíficos, repercute de manera positiva en los efectos de un aprendizaje significativo real, el cual, optimiza el propio proceso de enseñanza y aprendizaje. Dado que la neurociencia tiene un interés particular en cómo las actividades del cerebro guardan relación con la conducta y aprendizaje de la persona, es fundamental que se emprenda necesariamente un diálogo entre neurocientíficos y docentes, con el propósito de sacar a la luz otras muchas bondades que esconde el cerebro humano dentro del repertorio de respuestas cognitivas que acontecen en la enseñanza y aprendizaje del discente (Puebla y Paz, 2011).

En conclusión, las nuevas formas de educar deben partir de la integración de las cualidades emocionales tanto de los docentes como del alumnado, lo que implica, tener en cuenta el conocimiento aportado por la neurociencia. Para que esto suceda de forma adecuada, es recomendable que los agentes educativos y la educación en sí, cumplan con las seis competencias pedagógicas que proponen Navarro, Fernández y Soto (2012). Estas son: reacondicionar las condiciones del aprendizaje a las necesidades de estimulación de las capacidades cognitivas; ofrecer estrategias de aprendizaje y enseñanza que tengan como objetivo el entrenamiento mental; considerar las necesidades del cerebro en estado de desarrollo; atender a la motivación e incorporarla para perfeccionar las condiciones del aprendizaje significativo; orientar los esfuerzos en la búsqueda de potencialidades

individuales; trabajar la creatividad y eliminar el miedo al fracaso; y por último, incorporar las nuevas tecnologías con el objetivo de desarrollar las capacidades neurocognitivas (p. 39).

En definitiva, en el proceso de aprendizaje intervienen muchos de los órganos que poseemos los seres humanos. Obviamente, el cerebro es el que más importancia tiene en este proceso, ya que es el que dirige los resultados que se producen en el mismo y, donde actúan diversos componentes emocionales y cognitivos. Por tanto, podemos afirmar que cada cerebro es irrepetible y singular, y por esto, las neurociencias demuestran al mundo educativo cuál es el recorrido que debe seguir la pedagogía de hoy en día.

3.3. Didáctica de la neurociencia y sus limitaciones

El propósito del presente apartado es reflejar algunas ideas que manifiestan el supuesto modo de hacer didáctica bajo los saberes de la neurociencia. Esto es, lo que anteriormente denominábamos como neuroeducación, será tratada desde las posibilidades que arrojan algunos autores de esta ciencia para hacer didáctica, surgiendo así lo que se conoce como neurodidáctica o didáctica de la neurociencia. Sin embargo, no todas las oportunidades que ofrece la neurodidáctica tienen una verificación totalmente comprobada en el aula. Puesto que, la mayoría de las personas que se interesan por esta temática tan novedosa como es la neurodidáctica, lo hacen al calor de la moda, intentando defender unas ideas más próximas a criterios personales. Esto da lugar, en muchos casos, a limitaciones y a la imposibilidad de aplicarse a la realidad del aula. Pese a ello, no significa que sus planteamientos sean falsos, sino que la neurodidáctica juega en otro nivel diferente al de la neurociencia, basándose más en principios subjetivos que objetivos y actualmente, casi inalcanzables (Carballo, 2019).

Si bien, dejando de lado aquellas aportaciones que no conducen a una finalidad constructiva, existen otras investigaciones que provocan un progreso positivo, acercándose más a la realidad que rodea el mundo educativo. Asimismo, aquellas personas que se interesan por la neurodidáctica, deberían conocer diversas cuestiones éticas, entre las que destacan: ser conscientes del estado de las explicaciones biológicas del comportamiento, tener sentido de comunicación interdisciplinar y poseer un manejo apropiado de las limitaciones entre diversas disciplinas y sus metodologías (Mangels, Butterfield, Lamb, Good y Dweck, 2006). Siguiendo esta línea, Ortiz (2009) considera que desde el punto de vista de la neurociencia, el aprendizaje es un punto interesante durante la etapa escolar, debido a que, en este momento, el cerebro desarrolla múltiples conexiones que con posterioridad se convertirán en redes de conocimiento, dando lugar a la memoria. Por ello, el aprendizaje de un nuevo

conocimiento permite la producción de neuronas y enlaces detríticos, creándose una red de neuronas más compleja y grande. Del mismo modo, Goswami (2004) defiende que el aprendizaje, visto desde la neurociencia, supone, sobre todo, cambios en la conectividad de las neuronas, alteración de la liberación de neurotransmisores, así como el fortalecimiento o eliminación de neuronas debido a la experiencia y al aprendizaje.

Dicho esto, Forés y Ligoiz (2011) concluyen que la neurodidáctica es una variante de la pedagogía sustentada en la neurociencia, fundamentada en la aplicación de conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro y en cómo los procesos neuronales intervienen en el aprendizaje para auxiliar a que este sea más óptimo. Su finalidad consiste en apoyar las estrategias metodológicas y didácticas ya existentes, para promover un desarrollo cerebral mayor en términos que los educadores puedan comprender e interpretar, ya que sin esto último, su puesta en marcha sería imposible.

Todo lo dicho hasta el momento, aparenta ser tarea fácil si cualquier docente con conocimientos suficientes se propusiera aplicar esta disciplina en su aula, tenerla en cuenta a la hora de llevar a cabo un determinado estilo de enseñanza o dar sentido a los resultados de los estudiantes, pero la realidad es bastante contradictoria. Lo es así, ya que poner en práctica la neurodidáctica conlleva un proceso dificultoso, sabiendo que integrar los conocimientos del cerebro y llevarlos a la educación, conforma un trabajo de gran complejidad y que no se ajusta a la realidad educativa. Por una parte, la educación no es una disciplina que tenga entre sus prioridades realizar investigaciones y por otra parte, no existe un conocimiento exacto de cuál es el funcionamiento del cerebro en ciertas situaciones de aprendizaje (Justis, 2019). Por consiguiente, para que esta nueva disciplina pedagógica tuviera cabida en el aula, sería conveniente una adecuada formación interdisciplinar tanto de investigadores neurocientíficos como de educadores. Claramente, sería una buena oportunidad siempre y cuando, los neurocientíficos se familiarizaran con la investigación educativa, y a viceversa. Es decir, que los agentes educativos recibieran una formación concreta acerca de los hallazgos, teorías y métodos neurocientíficos. Por lo cual, la puesta en práctica de la neurodidáctica se quedaría en una simple propuesta, como lo es hoy en día, hasta que no exista un conocimiento básico y comprensivo de la neurociencia, así como del cerebro y de la neuroimagen estructural por parte de los profesionales de la educación. Asimismo, los especialistas en neurociencia frecuentemente desconocen los enfoques pedagógicos empleados en las aulas, y de este modo, carecen de conocimiento sobre la realidad de lo que se enseña, cómo se enseña y cuáles son las expectativas que se establecen en los currículos (Ansari, Smedt, Grabner, 2011).

En síntesis, la intención de optimizar el proceso de aprendizaje del alumnado a través de la aplicación de los conocimientos neurocientíficos está en crecimiento. No obstante, se carece de un entendimiento profundo sobre esta posibilidad. Finalmente, la mayoría de las ideas pedagógicas presentadas como neuroeducativas no son nuevas, sino que en tiempos pasados ya fueron postuladas por otros conocidos pedagogos. Con esto, nos referimos, a que los neurocientíficos no deberían sugerir estrategias didácticas ni mágicas soluciones a desafíos educativos de base cerebral, sino que su rol más apropiado sería el de mantener las teorías didácticas. Mientras que los educadores, son quienes dan respuesta a las necesidades educativas y ofrecen experiencias de aprendizaje a los estudiantes (Carballo, 2019).

4. EL APRENDIZAJE DE LA LECTURA

En esta sección se discurre a dilucidar en qué se basa y cómo se produce en el ser humano, el aprendizaje de uno de los soportes imprescindibles en el proceso de alfabetización de un individuo, así como, de una habilidad necesaria para dar sentido a la inmensurable información que nos rodea desde el momento de nuestro nacimiento, esta es, la lectura. Como se detalló en los apartados iniciales, el objetivo primordial de este trabajo, es poder explicar la implicación de la neurociencia en el entendimiento del proceso de aprendizaje lector. Asimismo, en las secciones precedentes se detallan diferentes aspectos básicos a la hora de entender cómo se aprende a leer. Comenzaremos con la exposición de los procesos cognitivos implicados en la habilidad que estudiamos, prosiguiendo con la descripción de las dos vías o rutas necesarias para tener acceso a la lectura, y concluyendo, con la explicación de las etapas por las que se debe avanzar con objeto de desarrollar o alcanzar la lectura.

4.1. Procesos cognitivos implicados en la lectura

A continuación, nos ceñimos a dar cobertura a aquellos procesos cognitivos que entran en juego durante la actividad lectora. Estas habilidades y procesos son numerosos, y destacan: los procesos perceptivo-visuales, los procesos fonológicos, las habilidades de conciencia fonológica, las habilidades de memoria operativa fonológica, las habilidades de entrada al léxico, los procesos de automatización, los procesos morfológicos y por último, los procesos prosódicos (Defior, Serrano y Gutiérrez, 2015).

A propósito de lo que estamos tratando, previo a dar explicación a los procesos y habilidades enumeradas, cabe decir, que la lectura es una habilidad que se adquiere por medio

de un gran esfuerzo y por tanto, de mucho tiempo dedicado a su práctica. Como ya sabemos, leer, es una actividad principalmente fonológica, pero también es una tarea que trabaja la percepción visual. De igual modo, para entender esta habilidad interesa exponer los procesos y habilidades que interceden en ella. En primer lugar, en cuanto a los procesos perceptivos y visuales, destacamos que la lectura siempre parte de una entrada visual. Además, el reconocimiento de las letras es clave para predecir el aprendizaje lector en los sistemas alfabéticos (Caravolas *et al.*, 2012). También, es importante la atención visual mientras se lleva a cabo la decodificación de las cadenas de letras, por lo general, de izquierda a derecha, especialmente en palabras desconocidas y en pseudopalabras (palabras que aparentemente parecen reales pero que en realidad no existen) (Bosse, Tainturier y Valdois, 2007).

En segundo lugar, en lo relativo a los procesos fonológicos, es de resaltar, la relación entre la adquisición de la lectura y la escritura, y tres áreas del procesamiento fonológico, siendo las siguientes: la memoria a corto plazo verbal, la conciencia fonológica y el léxico fonológico. La primera habilidad es implícita, la segunda es explícita y la última, es implícita (Defior y Serrano, 2011). En tercer lugar, las habilidades relativas a la conciencia fonológica, se refieren a aquellas que tienen como fin, indicar el conocimiento que cada persona tiene explícito acerca de los sonidos de su lengua. En este sentido, consiste en la capacidad para segmentar, identificar o fusionar de manera intencionada las sílabas y fonemas de una palabra. Dentro de esta habilidad, existen distintos niveles, entre los que se encuentra, la conciencia léxica, la rima, la silábica, la intrasilábica y la fonémica (Defior, Justicia y Martos, 1998).

En cuarto lugar, las habilidades de memoria operativa fonológica, apuntan a la capacidad de codificar una minúscula cantidad de información verbal, para posteriormente acumularla y mantenerla de manera temporal utilizando un sistema de representación sonora, al mismo tiempo que se va procesando nueva información. En suma, estas habilidades, que son aplicadas a la lectura de las palabras, persiguen mantener los fonemas que ya se han procesado, al mismo tiempo que se procesa la información que entra en dicho sistema (Gutiérrez, Raya y Palma, 2009). En quinto lugar, hacemos hincapié en las habilidades de entrada al léxico. Estas habilidades, se encomiendan de la recuperación automatizada de las fonologías de palabras familiares, sin que se tenga que llevar a cabo un pensamiento o tiempo de reflexión explícito, como pueden ser los colores, las letras, los números, etc.

En sexto lugar, los procesos de automatización suponen la automatización, propiamente dicha, de las reglas de conversión grafema-fonema. En penúltimo y séptimo lugar, los procesos fonológicos se refieren al incremento del conocimiento de los grafemas que se produce conforme se va progresando en la lectura, reconociendo los grafemas como

unidades abstractas, ya que se tiene que procesar un alto número de palabras con cuatro o más sílabas, consideradas más complejas morfológicamente hablando. Del mismo modo, se ha podido demostrar que estas habilidades relativas a la morfología tienen múltiples ventajas en los lectores (Nunes y Bryant, 2006). Por último lugar, los procesos prosódicos, muestran su interés en el desarrollo y adquisición de la lectura y escritura, conociéndose también como fonología de tipo suprasegmental (Peterson y Pennington, 2012).

4.2. Rutas de acceso a la lectura

En esta sección nos ocupamos de realizar una descripción detallada de las dos rutas existentes para acceder a la lectura. Para comenzar y desde una perspectiva lingüística, hay que señalar, que la comprensión lectora y el reconocimiento de las palabras escritas conforman los dos grandes sustentos de la lectura. Entre ambos elementos existe una relación desigual, esto es, que la comprensión de lo que se lee requiere un adecuado conocimiento de las palabras de cualquier texto (Share, 1995). En la lectura, las señales visuales se comportan como señales auditivas en los sistemas alfabéticos y silábicos, debido a que, la información ocular transmite información fonológica y lingüística. Por tanto, los esquemas alfabéticos constituyen los fonemas de una lengua, dando lugar, a la posibilidad de representar todas las palabras y mensajes posibles como un conjunto de símbolos, siendo también necesario, conocer las correspondencias sonoras de cada símbolo del alfabeto para poder producir palabras. Así, para poder leer, el lector debe identificar y diferenciar entre los diversos símbolos visuales, aislados y en grupo, debe otorgar a cada símbolo un sonido, y mayormente, reconocer cada palabra como una configuración ortográfica significativa, dándole una pronunciación. Todo ello, quiere decir que la ortografía, la fonología y la semántica, son unos elementos cruciales en la lectura se refiere (Defior, Serrano y Gutiérrez, 2015).

Para poder entender lo expuesto previamente, es de vital importancia, saber distinguir entre decodificación e identificación de las palabras escritas. Lo primero hace referencia a la asignación de un sonido al estímulo visual y lo segundo, se refiere poder llegar al significado de una palabra. O sea, para que un niño pueda llevar a cabo una decodificación correcta, es necesario que comprenda la forma en la que se coaccionan los grafemas con sus correspondientes sonidos (Defior y Serrano, 2007). De acuerdo con lo que defienden los autores nombrados, Dehaene (2011) afirma que para saber leer es suficiente reconocer el sonido que tiene cada letra. En la lectura, la mayoría de las palabras de una lengua, en nuestro

caso, el español, pueden leerse mediante la conversión de los grafemas en fonemas. Por ello, el grado de dificultad para aprender a leer es diferente según la lengua.

Una vez dicho todo lo anterior, la descripción de la doble ruta de acceso a la lectura de palabras escritas resultará más sencilla de comprender, ya que conocemos en qué consiste la decodificación y la identificación de las palabras escritas, así como el papel de los estímulos visuales y las reglas de conversión grafema-fonema. Por tanto, el modelo de la doble ruta propone la utilización de una vía directa, también llamada visual o léxica y de una vía indirecta, también conocida por fonológica o subléxica.

En cuanto a la ruta visual o léxica, a juicio de Cuetos (2008), es usada cuando se entra de un modo directo al léxico visual que tiene cada sujeto, estando este formado por las representaciones ortográficas de las palabras que el individuo ha ido añadiendo durante su tiempo de experiencia con la lectura. El acceso a este tipo de “depósito” léxico, no supone necesariamente poder obtener el significado concreto de la palabra, sino todo lo contrario, esto es, conectar o enlazar con el sistema semántico. Es decir, el lector puede reconocer una palabra sin que verdaderamente conozca su significado. De este modo, este depósito organiza los conceptos en diversas categorías. Si la lectura se produce en voz alta, se tendrá que activar el léxico fonológico, formado por sus respectivas representaciones fonológicas, procediendo a la articulación de la palabra que se quiere leer. Por consiguiente, la ruta descrita está constituida por tres elementos: el léxico visual, el léxico fonológico y el sistema semántico. Sin embargo, aunque estos elementos difieren entre sí, interactúan paralelamente con la finalidad de conseguir acceder de forma rápida a la palabra como si de un todo se tratara.

Por su parte y atendiendo de nuevo a Cuetos (2008), la ruta fonológica o indirecta es aquella que permite al lector realizar una lectura de las palabras mediante la conversión gradual de las letras en sonidos, lo que se conoce como proceso de conversión grafema-fonema, del que ya hemos hablado anteriormente. Dicho proceso está conformado por diferentes sub-procesos. El primero, el análisis de los grafemas, en el que se separa los grafemas, el segundo, la asignación de los fonemas, cuya función es identificar los sonidos correspondientes a cada grafema; y el tercero, el acoplamiento de los fonemas, el cual permite que se produzca la articulación.

En relación a la ruta visual y la implicación de la misma con las funciones cerebrales, resulta de interés decir que para poder interpretar las palabras escritas, una región del cerebro, más específicamente, la de la corteza visual, llamada área de la forma visual de las palabras, ejerce la función de almacenamiento de los conocimientos visuales que poseemos sobre las letras y sus múltiples combinaciones. La respuesta de esta área se incrementa a medida que se

va mejorando en el aprendizaje de la lectura, en virtud de que las neuronas empiezan a especializarse con las letras y palabras más frecuentes en nuestro entorno y vocabulario. Seguidamente, se procede a representar gráficamente la ruta visual y fonológica de acceso a la lectura (Figura 1), para facilitar el entendimiento de lo anteriormente explicado.

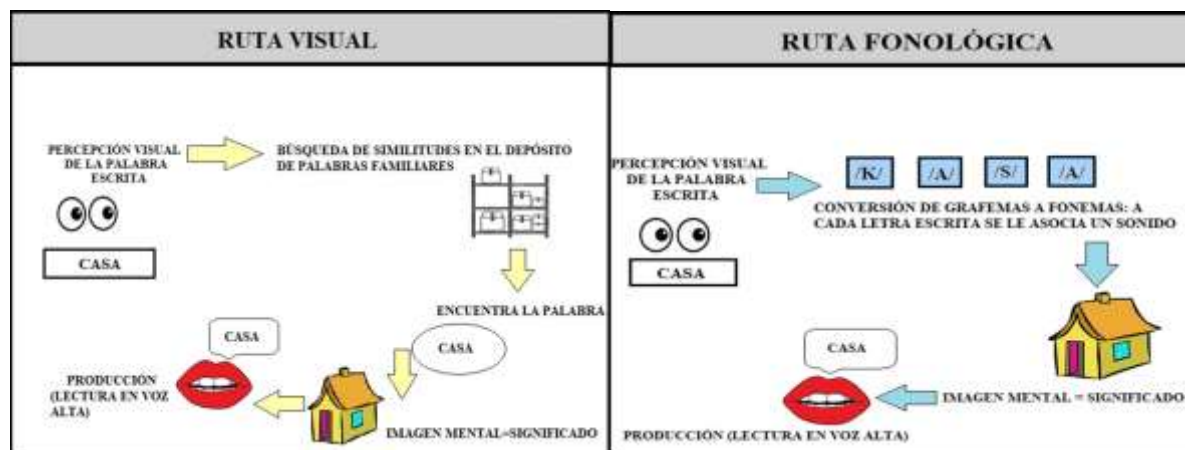


Figura 1. Representación gráfica de la ruta visual y fonológica de acceso a la lectura.

Fuente: elaboración propia.

Es síntesis, visto desde esta perspectiva, como señalan Cohen y Dehaene (2004), aprender a leer es aprovechar una parte de la corteza visual, para que las neuronas que se encuentran allí, den sentido a las formas de las letras y por ende, a sus combinaciones. Por tanto, en la zona cerebral de la forma visual de las palabras, a medida que el aprendizaje de la lectura se hace mayor, se acrecienta las respuestas hacia las palabras escritas, pero al mismo tiempo, decrecen las respuestas ante lo que no está escrito. Esto es, la lectura comienza a formar parte competencial de los conocimientos que ya estaban en la corteza antes mencionada (Binder, Medler, Westbury, Leibenthal y Buchanan, 2006).

4.3. Etapas de la lectura

Dejando de lado lo descrito hasta el momento, o sea, los procesos cognitivos implicados en la lectura y la descripción de las rutas de acceso a la lectura, ahora es el turno de dar por finalizada esta sección a través de la explicación de las etapas por las que un sujeto debe pasar para poder conseguir un adecuado aprendizaje de la habilidad lectora.

Es de vital importancia comenzar diciendo, que la lectura no consiste en una habilidad natural para el niño, esto es así, porque nuestro código genético no contiene la capacidad de

dar instrucciones ni rutas destinadas para poder leer. Sin embargo, pese a que la lectura no sea algo intrínseco en nosotros, con mucha práctica y esfuerzo, se puede llegar a reutilizar diversas predisposiciones que existen en el cerebro, y de esta forma, convertirnos en mejores lectores o dicho de otro modo, automatizar la lectura. Aunque un niño no nazca aprendiendo a leer, mucho tiempo antes de que se produzca una lectura de las primeras palabras, el niño por raro que parezca, tiene un control del lenguaje hablado (Picq, Sagart, Dehaene y Lestienne, 2008). En este sentido, las imágenes del cerebro de un niño durante los primeros meses de vida, acreditan que este es capaz de oír oraciones o palabras de su lengua materna, suponiendo así, que el infante activa las idénticas áreas cerebrales que activarían las personas adultas. De esta manera, esto significa que en un bebé con escasos meses, en el hemisferio izquierdo de su cerebro, generalmente en el predominante para el lenguaje, se producen circuitos neuronales que dan respuesta a la voz, especialmente, a la de su madre. Desde entonces hasta unos meses más, estas áreas cerebrales se van a focalizar en el tratamiento de la lengua de la madre.

Antes de que el niño aprenda a leer, su cerebro se organiza en dos áreas, la del lenguaje hablado y la de las áreas de la visión. Conforme se va aprendiendo a leer, una porción de estas áreas se concentran en el reconocimiento de los grafemas y de los fonemas (etapa imprescindible durante el primer año de lectura), pasando así, de una lingüística universal a una lengua especial, la de su madre o familia más cercana. Este paso, se produce entorno al año de edad, momento en el que niño empieza a asimilar las reglas fonológicas de la lengua, permitiendo producir una combinación de los fonemas con el propósito de crear palabras. Unos años después, entorno a los 4 años, el niño empieza a realizar frases de una forma más elaborada, causa de ello, es que con esta edad, el vocabulario del menor aumenta diariamente, alrededor de unas diez palabras cada día. De todos modos, el niño no es consciente del conocimiento que tiene de la lengua. Dicho de otra manera, se puede decir que el niño no sabe lo que sabe, porque el conocimiento del lenguaje, como ya se ha dicho, es inconsciente y subyacente, debido a que no tiene una conciencia de las estructuras del lenguaje oral, componiendo estas estructuras: las palabras, las sílabas y los fonemas. Dichas estructuras se convierten en accesibles cuando se sigue la vía de la visión (Dehaene, 2011).

La conciencia fonológica, a la cual le dedicaremos tiempo posteriormente, es una de las habilidades o competencias más determinantes de adquirir a la hora de aprender a leer de manera adecuada. Conforme a lo dicho, el hecho de tener conciencia de que la lengua oral está formada por sonidos esenciales, es decir, los fonemas, se denomina conciencia fonológica. Dehaene (2011) procede a dar una explicación detallada de cómo esta competencia lectora se va adquiriendo con el transcurso de los años. Así mismo, en un

principio, un infante en la etapa de pre-lectura, focaliza su atención directamente en las palabras completas. Sin embargo, para que se produzca un aprendizaje de la lectura, es necesario que se produzca un cambio en cuanto al nivel de atención que tiene el menor. Para que esta modificación atencional ocurra, primeramente, tiene que aprender a realizar descomposiciones de las palabras habladas en sílabas, por ejemplo, (*patito* → *pa – ti – to*). Las sílabas en las que se descompone la palabra están constituidas por una agrupación de consonantes iniciales. Al mismo tiempo, cada una de estas sílabas se puede fragmentar en otras porciones más pequeñas, los fonemas (/p/, /a/, /t/, /i/, /t/, /o/). En resumen de lo que se ha expuesto, la atención selectiva, es considerada como una de las funciones cerebrales más esenciales para la lectura (Yoncheva, Blau, Maurer y McCandliss, 2010, p. 432).

En correspondencia con lo precedente, la conciencia fonológica, puede considerarse como una de las fases indispensables en el trayecto de la lectura. De todos modos, algunas investigaciones, demuestran que la adquisición de la conciencia de los fonemas puede producirse a edades más tempranas, en el caso de que el docente lleve a cabo con el niño diversos juegos lingüísticos, así como, canciones, rimas, encontrar palabras que acaben con un sonido, preguntar al niño si ha oído una palabra escondida en una frase, etc. Es decir, se puede cambiar el momento de la consecución de la conciencia fonológica mediante todo lo que suponga para el niño, la manipulación de los sonidos que se le prepare posteriormente para la lectura (Ehri, Nunes, Stahl y Willows, 2001).

5. LA FLUIDEZ LECTORA

En relación con la sección que ha concluido anteriormente, en las líneas venideras nos ocuparemos de manifestar los aspectos más peculiares de uno de los elementos imprescindibles para poder conseguir ser un lector eficaz, siempre y cuando se haya producido un adecuado aprendizaje de la lectura, tal y como se ha expuesto en el apartado previo. En consecuencia, a lo largo de este capítulo se tratará de clarificar las características principales que subyacen de esta habilidad lectora, la fluidez. Además, atenderemos al desarrollo de la fluidez lectora y a los procesos cognitivos implicados.

Antes de sumergirnos más a fondo en las dimensiones de la fluidez lectora, resulta de interés comenzar ofreciendo una definición de lo que consiste una lectura fluida. De este modo, podríamos decir que la lectura fluida, es aquella que se lleva a cabo por parte del lector sin que este cometa errores en lo que al reconocimiento y decodificación de palabras respecta, con una expresión y ritmo conveniente. Igualmente, para leer de forma fluida, el leyente debe

detener o acelerar la lectura cuando así se precise, con el propósito de encontrar el sentido correcto de lo que lo lee, debe realizar las pausas que convengan en función de los signos de puntuación, y discriminando el tono de las diferentes palabras o frases, apoyando así la comprensión precisa del texto (Calero, 2014).

5.1. Principales rasgos de la fluidez lectora

Seguidamente, trataremos de discriminar las características más peculiares de la habilidad lectora que estamos examinando. En primer lugar, retomando la idea con la que iniciamos el capítulo presente, para que un lector sea considerado eficaz es necesario que en su lectura esté presente del mismo modo, la fluidez y por ende, su lectura será apropiada. De igual modo, en el proceso de aprendizaje de la lectura, los lectores se van habituando poco a poco con la palabra escrita hasta que consiguen realizar una lectura fluida. En el avance de dicho proceso, los niños transitan de leer palabra por palabra de manera monótona sin atender a los signos de puntuación, a leer de forma más automatizada, exacta y expresiva, facilitando una idónea comprensión. Por tanto, se puede afirmar la existencia de una estrecha relación entre la fluidez y la comprensión lectora (Veenendaal, Groen y Verhoeven, 2019).

En segundo lugar y aludiendo a las características esenciales de lo que estamos estudiando, en adición a lo que ya se ha expuesto en cuanto a esta habilidad, otro de los elementos básicos de la fluidez lectora es la prosodia. Con esto, queremos decir que para que se produzca una lectura fluida no basta solo con tener una buena velocidad lectora, factor clave, de cuya implicación hablaremos posteriormente, sino extraer el significado de lo que se lee. Por este motivo, la lectura fluida no puede consistir nada más, que en una sencilla y repetitiva tarea de reconocimiento y decodificación de palabras, sin que haya un pensamiento estratégico sobre lo que el discente está leyendo en un determinado momento, y lo que es aún más importante, acerca de cómo está leyendo. Esto es, el punto álgido en el que la fluidez lectora se enlaza directamente con la comprensión de un texto mediante la prosodia. De acuerdo con Calero (2012), la velocidad lectora más que una aspecto, es un indicador de la fluidez lectora, y es que, un estudiante puede tener una lectura que sea escasamente fluida mientras lee a una velocidad alta, puesto que no centra sus tareas cognitivas en la manipulación de las destrezas prosódicas, como puede ser la entonación, el acento, las pausas, etc.

5.2. Evolución de la fluidez lectora

Dejando de lado los rasgos más significativos de la fluidez lectora, ahora revelaremos el modo en el que esta destreza evoluciona y se desarrolla en el lector. Como bien afirman L. Fuchs, D. Fuchs, Hosp y Jenkins (2001), el desarrollo de la fluidez lectora acontece de manera gradual durante los primeros años de escolarización, comenzando con la adquisición de las habilidades que conciernen la decodificación, apareciendo a posteriori, la velocidad y la automatización respectivamente y, en última instancia, el ritmo y la entonación, ambos elementos prosódicos. Por consiguiente, para realizar una lectura de carácter fluido, se requiere, por un lado, manejar los componentes ortográficos y la decodificación de los mismos. Por otro lado, una vez que el discente tenga una buena práctica de la lectura, se irán viendo los efectos de esta mayor experiencia y práctica en la conversión de habilidad a una acción automática que conlleva de manera simultánea un incremento de la velocidad lectora. Dicho esto, cuando el lector posea una automatización de la decodificación y una buena velocidad mientras lee, contribuirá a que el alumno conceda una mayor atención a la actividad, tenga una menor cantidad de distracciones y un agotamiento inferior, a causa de la liberación de recursos relativos a la memoria de trabajo. A todo ello, se incorpora el perfeccionamiento de la expresividad de la lectura, es decir, la prosodia. En atención a lo cual, la fluidez lectora es un peldaño importante, comprendido entre la identificación de las palabras y la comprensión del texto (Oullette y Van-Daal, 2017).

Sin abandonar el desarrollo de la fluidez lectora, Miller y Schwanenflugel (2008), sostienen que a la par que se avanza en las destrezas decodificadoras y de fluidez, la prosodia lo hace también, aproximando así a un tono semejante al de los adultos. Así pues, centrándonos en lo que consideran Defior, Jiménez-Fernández y Serrano (2009), la generalidad de los estudiantes consiguen leer fluidamente, sin embargo, no siempre es así. En el caso afirmativo, o sea, que lo consigan, esto se produce entre el primer y el tercer curso de Educación Primaria. Desde entonces, en los cursos posteriores de esta etapa y la de secundaria, las mejoras observadas en cuanto a la fluidez son notablemente inferiores.

5.3. Procesos cognitivos implicados en la fluidez lectora

A partir de ahora nos centraremos en dilucidar los principales procesos cognitivos involucrados en la fluidez de la lectura, siendo estos, tanto de una naturalidad específica como

de carácter general. Por lo cual, según Rasinski (2004), “la fluidez se compone de la determinación en la decodificación, el automatismo en cuanto al reconocimiento de las palabras y la prosodia, conllevando esta última la expresividad” (p. 49). Los elementos mencionados mantienen una conexión entre sí, ya que dos de ellos, la automaticidad y una correcta decodificación, constituyen los pilares de una lectura comprensiva, prosódica y expresiva. Así pues, a continuación detallaremos cada uno de estos componentes.

La exactitud en la lectura de las palabras hace referencia a la capacidad que posee el lector para reconocer las palabras adecuadamente o para decodificarlas. Para que esto ocurra, es preciso decodificar los vocablos de manera óptima, bien por medio de la utilización de las reglas de conversión grafema fonema, o bien comparando su forma escrita con el léxico que se encuentra almacenado en su memoria (Hudson, Lane y Pullen, 2005, p.703).

En cuanto a la automatización del reconocimiento de palabras que ya hemos descrito, cabe decir, que una lectura precisa y adecuada, no es suficiente para que se produzca una correcta comprensión del texto que se está leyendo. Para ello, se requiere que el lector lea a una velocidad acertada, siendo también de modo automático (Kuhn y Stahl, 2003).

En lo que a la prosodia se refiere, se corresponde con la utilización de los caracteres expresivos propios del ritmo y la entonación durante la lectura, entendiéndose ambos, como aspectos que se relacionan directamente con la comprensión lectora. La expresividad envuelve aquellas características que subyacen del tono, el ritmo, el acento y las pausas. El componente que tratamos, va más allá del reconocimiento o la automatización, sino que atiende a todos aquellos factores que dotan a un texto de la expresividad necesaria para que tenga sentido y que del mismo modo, caracteriza también el habla (González-Trujillo, 2005).

A modo de conclusión, resulta atractivo acabar este capítulo con una comparación que establecieron Rasinski y Samuels (2011), y que resume significativamente la relación existente entre la velocidad y comprensión lectora. Se trata de una comparación entre la lectura que lleva a cabo un lector que lee a una alta velocidad, pero sin comprensión alguna, con la de un vehículo en punto muerto:

“Un conductor puede ser capaz de poner el motor de su coche girando a muchas revoluciones por minuto, sin embargo, hasta que no se produzca una activación del cambio de marchas, el coche permanecerá detenido. Este tipo de lectores, por lo general no ensamblan correctamente la comprensión a la lectura que llevan a cabo. Es por ello, por lo que muchos estudiantes poseen una pobre comprensión y una buena velocidad lectora. La causa es que al igual que el conductor no cambia de marchas, estos lectores no han enlazado su capacidad de decodificación con la comprensión de la lectura” (p. 96).

6. NEUROCIENCIA DE LA LECTURA

Como se viene adelantando desde el inicio del presente estudio, el principal objetivo que se persigue alcanzar, es básicamente, analizar y conocer mediante la neurociencia, el funcionamiento, desarrollo y comportamiento del cerebro humano durante la lectura. Por tanto, como bien indica el título del capítulo en el que nos encontramos, es el momento para poner sobre la mesa todas las aportaciones que la neurociencia ha realizado acerca de la lectura, habilidad y aprendizaje que previamente ya hemos descrito al detalle. Igualmente, pondremos fin a este capítulo, con una breve exposición de los factores neurobiológicos envueltos en uno de los componentes que está presente en la lectura, y que anteriormente hemos estudiado, la fluidez lectora. En definitiva, qué ocurre en el cerebro mientras se lee y la comprensión de esto, es la cuestión fundamental que examina este capítulo, esencial para dar sentido a la totalidad de los apartados que lo anteceden.

Antes de examinar más profundamente el tema que tratamos, resulta interesante reflejar como comienzo de esta sección, unas palabras de Wolf (2008), que pueden anticiparnos una idea de lo que nos vamos a encontrar con posteridad, manifestando “Nuestro cerebro no ha sido creado para leer, en diferente modo de la visión y el lenguaje, que sí que están programados genéticamente, la lectura no está programada para poder transmitirse a otra generación próxima” (p. 127). Relativo a esta afirmación, podemos decir que la lectura es de los aprendizajes más dificultosos que el ser humano lleva a cabo; este aprendizaje requiere de una interacción de sistemas cerebrales auditivos, visuales, motores, de lenguaje y cognitivos, ejecutándose todos ellos de manera coordinada. Aunque el lenguaje o lengua hablada consta de un desarrollo innato en la que intervienen las influencias ambientales, la lectura tiene que ser enseñada de un modo explícito y por ello, se trata de un constructo cultural. Del mismo modo que el aprendizaje de esta habilidad requiere de un arduo trabajo, aquello que acontece en el cerebro de un lector no es otra cosa que un reflejo de esta dificultad. Es así, debido a que en este órgano existe un alto número de mecanismos que se aúnan para que se produzca la lectura. Pues bien, a lo largo de este capítulo nos ocuparemos de desvelar las maravillas que acontecen en esta parte del cuerpo humano, desenmarañando todo aquello que subyace de los circuitos cerebrales en la actividad lectora. Es bien cierto, que los conocimientos que esconde el cerebro no podrían ser descubiertos sin la existencia de métodos vanguardistas en imágenes cerebrales, capaces de revelar de manera instantánea, las áreas cerebrales activadas en el momento que desciframos una palabra escrita. (Dehaene, 2009a).

En síntesis, la lectura es un eslabón primordial en el desarrollo de cualquier niño. Para alcanzar el pleno desarrollo, se precisa de mucho tiempo de trabajo previo a que la máquina que tenemos en el interior de nuestro cráneo, trabaje tan rápido que nos parezca inexistente. Destaca el descubrimiento por parte de la neurociencia de que:

En el cerebro de una persona alfabetizada subsisten mecanismos corticales destinados exquisitamente al reconocimiento de las palabras escritas, siendo sorprendente, que estos mecanismos, sin excepción en ningún ser humano, están situados en áreas cerebrales iguales, como si existiera un órgano cerebral destinado a la lectura (Dehaene, Cohen, Sigman, Vinckier, 2005, p. 338).

Es curioso, que pese a que el alfabeto lleve entre nosotros solamente tres mil ochocientos años, cantidades mínimas hablando desde la evolución, en el *Homo sapiens* aún no había dado tiempo a desarrollarse los circuitos especialistas en lectura que posteriormente hemos nombrado. Hasta el momento, todo lo anterior tiene el propósito de anticiparnos en cierto modo lo que en las secciones venideras de este capítulo nos vamos a encontrar, y de esta manera, construirnos una idea general de lo que intenta hacernos saber la neurociencia de la lectura. Así pues, en las secciones nombradas hablaremos de aspectos más concretos en los que se centra esta ciencia en cuanto a la lectura. En primer lugar, llevaremos a cabo un acercamiento a la estructura propia del cerebro humano, ya que tener un conocimiento básico sobre ella, resultará elocuente a la hora de entender mejor después el comportamiento de las mismas. En segundo lugar, una vez situados en el cerebro, detallaremos aquellas áreas, regiones o mecanismos cerebrales que intervienen en la lectura y que previamente ya hemos nombrado. En tercer lugar, trataremos el grueso de este capítulo, la descripción de todo lo que sucede en nuestro cerebro mientras leemos, qué zonas se activan, cómo se relacionan, cuáles son sus funciones, así como el orden de activación. En último lugar, detallaremos los aspectos elementales que caracterizan la fluidez lectora desde el punto de vista neurobiológico.

6.1. Aproximación a la estructura del cerebro humano

En esta primera sección se pretende introducir los conocimientos básicos acerca de la constitución del cerebro del ser humano, con el objetivo secundario de facilitarnos el entendimiento de ciertos términos que próximamente irán apareciendo, en lo que respecta a las regiones, conexiones y mecanismos cerebrales que son objeto de estudio de la neurociencia. Antes de nada, cabe subrayar, que el estudio de la estructura del cerebro se lleva a cabo en dos niveles; un nivel microanatómico constituido por las neuronas y las células

gliales; otro nivel macroanatómico, formado por las diferentes áreas o regiones que constituyen la estructura del órgano que estudiamos.

Así pues, por un lado, la microestructura del cerebro humano la integran como anticipamos antes, las neuronas y las células gliales. Las neuronas están compuestas por un cuerpo celular, dendritas y una ramificación llamada axón. Estas se comunican entre ellas mediante la sinapsis, momento en el que la señal eléctrica se transforma en una señal química, permitiendo así, la formación de redes de circuitos neuronales. A pesar de que el funcionamiento se asocia generalmente a un nivel macroestructural, no hay que obviar que las macrofunciones tienen su origen en niveles microestructurales. Es por ello, por lo que, entender las funciones y estructuras del cerebro a nivel macroestructural favorece la comprensión del proceso de adquisición de la lectura en el cerebro, dependiendo dicho proceso, de los cálculos ejecutados por una serie de neuronas. Aunque posteriormente atenderemos a este proceso más profundamente, podemos afirmar, que la lectura puede aprenderse, en parte, gracias a la plasticidad cerebral, ya que cuando un niño aprende a leer, se produce una transformación en su cerebro a nivel fisiológico e intelectual, la cual permanece para siempre. Por tanto, la consecución de la lectura se interpreta como un cambio en las conexiones neuronales, dando lugar a un cambio perenne en el cerebro debido a la creación de circuitos y conexiones neuronales que antes no existían (Berninger y Richards, 2002).

Por otro lado, la macroestructura del cerebro consta a su vez de tres niveles: el nivel medular, el nivel encefálico bajo y el nivel encefálico alto o cortical. En primer lugar, el nivel medular lo componen la médula espinal y el romboencéfalo. En segundo lugar, el nivel encefálico bajo está constituido por el tercer ventrículo, bulbo, mesencéfalo, hipotálamo, tálamo y ganglios basales. Esta estructura es la que controla la conocida como actividad subconsciente del ser humano. En tercer lugar, el nivel alto o cortical, lo forman el sistema límbico, ganglios basales, los dos hemisferios cerebrales, los ventrículos laterales y la corteza cerebral. En este nivel se envía y recibe información de los niveles inferiores del cerebro (López-Escribano, 2009). Respecto a este último nivel, tanto el cerebro como el cerebelo, quedan divididos en dos hemisferios, el derecho y el izquierdo, ambos conectados mediante haces de fibras cruzadas, sobresaliendo el cuerpo calloso. La superficie de estos hemisferios es el córtex, distinguiéndose este por sus circunvoluciones: depresiones y prominencias que se conocen como surcos y giros respectivamente (girus supramarginal y girus angular). Además, en cada hemisferio aparece una parte más pronunciada de estas circunvoluciones, que se

emplean para diferenciar cuatro lóbulos: frontal o región anterior, temporal, parietal y occipital o región posterior (Véase en la Figura 2).

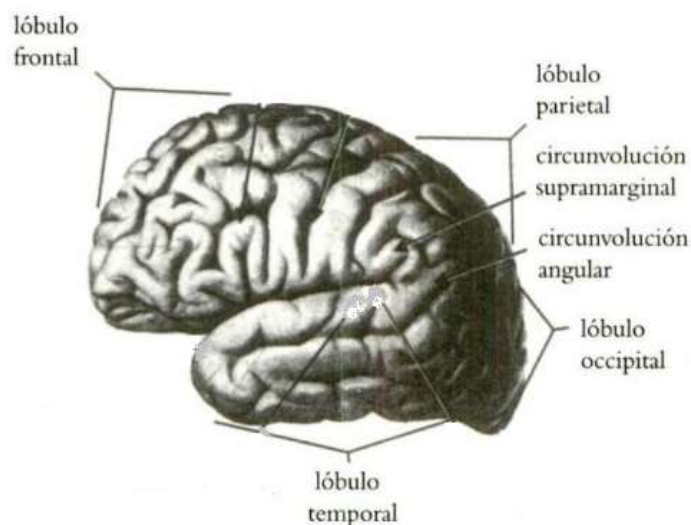


Figura 2. Los lóbulos y circunvoluciones más importantes del córtex.

Fuente: Obler y Gjerlow (2001, p. 37).

Otro modo de distinguir las regiones cerebrales dentro de los hemisferios, es atendiendo al tipo de célula existente en cada región, como hizo Korbinian Brodmann allá por el siglo XIX. De ahí, el nombre que recibe esta clasificación, Brodmann. Se trata de una clasificación donde las áreas cerebrales quedan divididas en un sistema de 47 áreas situadas en la corteza cerebral. En consecuencia, usando este tipo de clasificatoria, muchas de las áreas del cerebro que están relacionadas con el lenguaje, se pueden referenciar tanto por su nombre como por su número. Teniendo en cuenta esta disposición, algunos de los nombres que reciben las áreas cerebrales que la componen, aparecerán en las secciones próximas, ya que una parte de ellas intervienen en la lectura. En atención a lo cual, algunas de las áreas que encontraremos serán, el área dorsal, área visual primaria, área de Wernicke, área frontal, área de Broca, etc. (Obler y Gjerlow, 2001).

En conclusión, mediante este repaso general de las partes más importantes de la estructura cerebral, se posibilita un acercamiento a diferentes términos no tan comunes y que resulta de interés refrescar o conocer, para que a continuación nos resulten más familiares y sepamos de una mejor forma lo que ocurre en el cerebro.

6.2. Áreas cerebrales implicadas en la lectura

Una vez que conocemos cuál es la constitución del cerebro humano, conocimiento básico sobre el que se apoya la neurociencia y órgano principal de estudio, es la ocasión de seleccionar parte de todas esas piezas que conforman dicho órgano, para focalizarnos en aquellas que interfieren en la habilidad que examinamos. Es decir, en esta parte del capítulo, la finalidad consiste en especificar cómo es la organización del cerebro durante la lectura, haciendo especial hincapié en la identificación y localización de sistemas neuronales que se emplean para leer. Ahora bien, la explicación de lo que respecta no va a resultar de gran extensión, debido a que en la sección siguiente abordaremos, ahora sí, cómo es el funcionamiento y los detalles del trabajo conjunto que se lleva a cabo entre estos mecanismos.

Para la lectura, se requiere que muchas áreas cerebrales funcionen de forma cooperativa mediante una compleja red de neuronas. Sin embargo, tiene que quedar claro, que no existe una región del cerebro que se dedique específicamente a la lectura, sino que el “sistema lector” se construye previamente sobre una serie de estructuras cerebrales. O sea, otros sistemas del cerebro operan de un modo conjunto con el propósito de poder crear un nuevo sistema funcional y conformar una función, siendo esta, la lectura. Sabemos, que la lectura no es un proceso simple, ya que intervienen múltiples factores como: la discriminación de sonidos y formas, la percepción, factores visuales, motores, atención, memoria, etc. Por lo tanto, la complejidad que caracteriza a esta tarea se ve reflejada en la amplia diversidad de regiones cerebrales que están implicadas en la lectura, desde sistemas cerebrales sensoriales, hasta los relativos a la atención y el control ejecutivo, pasando por los motores, de lenguaje, cognición o memoria. Pues bien, esta remodelación de sistemas cerebrales que trabajan simultáneamente, no se origina de manera instantánea, sino que se desarrolla con el paso del tiempo, desde que el niño comienza a tener los contactos iniciales con las letras, hasta que adquiere la lectura experta. De hecho, es de interés conocer que los procesos corticales implicados en la lectura no son iguales en un lector que está comenzando a leer, que en un lector con una mayor experiencia (López-Escribano, 2009).

El desarrollo de la lectura, está condicionado por una coordinación de ciertos componentes presentes en el reconocimiento de las palabras, ortográfico, fonológico y semántico. Estos componentes están configurados en un sistema funcional comprendido en las estructuras corticales. Gracias a los avances llevados a cabo en neuroimágenes, se nos facilita una buena identificación de este circuito lector del que hablamos, el cual se desarrolla a lo largo del aprendizaje de la lectura. Según proponen Perfetti y Bolger (2004), este circuito

lector incluye principalmente tres áreas cerebrales, localizadas en el hemisferio izquierdo del cerebro, en las que encontramos, (a) el área ventral (occipito-temporal), (b) el área dorsal, siendo esta un área temporo-parietal, correspondiéndose básicamente con la conocida área de Wernicke, y (c) el área frontal izquierda, en la que se incluye el área de Broca, el giro frontal inferior y el córtex insular. Las tres áreas que hemos mencionado están implicadas en aquellas funciones esenciales para la lectura. Asimismo, en el área ventral tienen lugar los procesos visuales y ortográficos, en el área dorsal o área de Wernicke acontece los procesos de decodificación y fonológicos, y en el área frontal o de área de Broca, tienen lugar los procesos articulatorios-fonológicos y semánticos. En la figura 3 se pueden visualizar las áreas y estructuras a las que hemos hecho referencia.

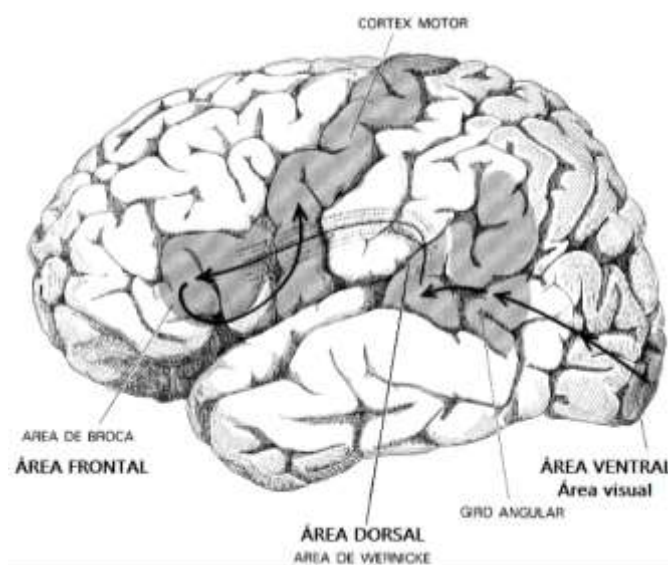


Figura 3. Áreas lectoras del cerebro.

Fuente: Geschwind (1996, p. 82).

Hruby y Goswami (2011) sugieren, por una parte, que los procesos sintácticos se encuentran asociados a una actividad en el giro frontal izquierdo o en el área de Broca. Por otra parte, los procesos semánticos se ubican en un área u otra dependiendo de si se encuentran o no a nivel de la palabra (temporal superior posterior y áreas parietales temporales; por ejemplo, el área de Wernicke y el giro supramarginal o surco temporal). A nivel de la oración, se sitúa en el área frontal izquierda, próxima al área de Broca, y a nivel de texto se encuentra en la zona del lóbulo frontal y parietal (p. 10).

En definitiva, llegados hasta aquí, tenemos conciencia de las principales áreas cerebrales implicadas en la tarea lectora. Sin extendernos mucho más en cómo se produce ese

proceso de interconexión entre cada una de estas regiones, ya que de ello nos encargaremos en la sección que prosigue.

6.3. Cómo se produce la lectura en el cerebro

En esta penúltima sección del capítulo, nos dirigimos a pormenorizar el camino que sigue la lectura en el cerebro, pudiendo ahora sí, enlazar aquellas áreas que anteriormente quedaban desencajadas y a las que solamente hacíamos alusión. En líneas generales, el objetivo propuesto a alcanzar, radica en describir con toda precisión los pasos que secundan las múltiples zonas corticales, con el fin de completar el puzle de la lectura en el cerebro.

Por un lado, destacamos que la lectura requiere de la interacción de varias partes del cerebro, que al interrelacionarse forman un circuito cerebral. Dicho esto, sería incorrecto afirmar que este circuito cerebral del lenguaje escrito se asienta únicamente en el hemisferio izquierdo. En relación a lo cual, cabe subrayar que para una amplia mayoría de la población, alrededor de un 87 %, la lectura tiene predominancia en el hemisferio izquierdo; sin embargo, para un porcentaje pequeño, alrededor del 8%, se ubica en el hemisferio derecho; para el resto, un 5%, se distribuye tanto en un hemisferio como en el otro, sin que exista una definición clara. Por lo tanto, se ha comprobado que la lateralización del lenguaje no coincide siempre con la lateralidad manual, hecho, que ha dado lugar a que los especialistas en neurología no consideren correcto usar el término de hemisferio dominante de la lectura, sino a contemplar que ambos hemisferios son predominantes, sujetos a su función (Narbona y Fernández, 1996). Por otro lado, el aprendizaje de la lectura produce cambios en el procesamiento cognitivo. Esto es, una vez que un niño aprende a leer, las áreas cerebrales que anteriormente eran utilizadas para procesar estímulos diferentes, pasan a ser parte de una nueva área especializada, el área de la forma visual de las palabras, de la que hablaremos más tarde. Por ello, esta reutilización es lo que se conoce como reciclaje neuronal (Muñoz, 2016).

En general, ya sabemos que la lectura no es igual en todos los individuos. Además de localizarse en un hemisferio u otro, ocurre lo mismo según el idioma, y es que los circuitos cerebrales que se activan, difieren en función de este último factor. De esta manera, en unos idiomas existe una relación sonido-letra, como es en nuestro caso, el castellano, donde hay una estimulación mayor en el área de Wernicke y en el giro angular, favoreciendo así la creación de nuevas palabras. En virtud de ello, Gabrieli, Christodoulou, O'Loughlin y Eddy (2010) indican que actualmente se conoce con precisión, que la región posterior izquierda del

cerebro es la que se encarga de responder selectivamente a palabras y letras. Igualmente, para Dehaene (2009c), el aprendizaje lector consiste en la conexión de dos conjuntos de áreas cerebrales que se encuentran presentes desde edades tempranas: el sistema de reconocimiento de objetos (visual) y el circuito del lenguaje.

En consecuencia a todo lo anterior, de aquí en adelante, procederemos a revelar cómo se produce la conexión entre ambas áreas cerebrales envueltas en la lectura. Así que, la lectura queda dividida en una serie de fases de procesamiento de la información, yendo desde la transformación de la imagen en la retina para el reconocimiento de los morfemas, sílabas y grafemas hasta el acceso a su significado y la pronunciación o la articulación de dichos morfemas. En la fase inicial, el primer gran activador del circuito neuronal de la lectura es el visual, a partir de la reacción que se produce en la región occipital mediante la entrada visual de la palabra escrita. Esto ocurre en una décima de segundo. Sin que exista esfuerzo alguno, el cerebro humano tiene la habilidad del reconocer visualmente las palabras escritas gracias a una región cerebral específica para ello. Dicha discriminación tiene su origen en los ojos, siempre en movimiento cuando leemos. Únicamente, el centro de la retina, conocido como fovea (abarca aproximadamente el 15 ° del campo visual), es la sección de la retina más útil para la lectura, teniendo una resolución bastante óptima para permitir la identificación de las letras más pequeñas. El ojo, únicamente percibe con claridad el punto exacto donde la mirada cae. Más lejos de ese punto, generalmente, no se es sensible a la identificación de las letras, codificando solamente los espacios entre unas palabras y otras, apreciando los alrededores de forma borrosa (Sere, Marendaz y Hérault, 2000). Seguidamente, una vez que la palabra ha entrado por la retina, es separada en múltiples porciones por las neuronas que existen en la retina. Porciones que se acoplan previamente para después decodificar los grafemas que la forman antes de reconocer la palabra. Por consiguiente, nuestro sistema visual es capaz de reducir la palabra que visualizamos al esqueleto que la conforma, obviando su tamaño o fuente, generando así un código estándar por palabra. Esta codificación suscita una jerarquización de la palabra, pasando de verla como un todo a la producción de una descomposición de la misma, en morfemas, sílabas y grafemas.

Gracias las neuroimágenes, sabemos que en la región que era activada a causa de la entrada de un estímulo visual, la región occipito-temporal, se confirma la presencia de un área del sistema visual izquierdo del cerebro, que produce una alteración de la lectura de manera selectiva. Esta área tiene un rol esencial y específico en la lectura, y recibe el nombre de “caja de letras” del cerebro, siendo aquí donde comienza la segunda fase de la lectura en nuestro

cerebro. Esta área se localiza en la misma zona cortical en todos los lectores y responde de una forma automática a las palabras escritas. Por una parte, tiene la facultad de obtener la identidad de una cadena de letras en menos de un quinto de segundo, sin que la forma, tamaño o posición de las letras supongan un problema. Por otra parte, las regiones posteriores del hemisferio izquierdo no tienen la función selectiva en la lectura. Estas regiones (occipitales) están implicadas en los primeros periodos del análisis visual, sin ser específicas en la lectura, sino que ayudan al reconocimiento visual de una forma, objeto o color. De modo que, el área temporo-occipital de la llamada “caja de letras” discrimina la forma visual de las palabras. A posteriori, reparte esta información visual a diferentes regiones del hemisferio izquierdo, donde se codifica tanto el significado de las cadenas de letras y su sonido, a través de alguna de las dos rutas del lenguaje, como su articulación (Wolf, 2008)

En efecto, esta área de la forma visual de las palabras o caja de letras del cerebro, ejerce un rol crucial, ya que es la encargada de conectar la entrada visual con las redes del lenguaje, ejerciendo así pues, de área de asociación. En atención a las dos redes cerebrales del lenguaje (la ruta fonológica y la ruta léxica), mencionadas en diferentes ocasiones, ambas entran en juego de un modo paralelo, sin embargo, siguen un camino desigual en nuestro cerebro. Respecto a la ruta fonológica o indirecta, se dirige hacia el lóbulo temporal, en el que se efectúa la correspondiente conversión de los grafemas a fonemas. Los fonemas son analizados en el giro supramarginal para después generar su significación, seguido esto de la composición de la palabra en un todo, para en un último lugar articularla. Cabe decir, que esta ruta es usada para leer palabras nuevas y por tanto, para lectores aprendices. En cuanto a la ruta léxica o directa, es empleada para palabras que no descomponemos morfológicamente sino que utilizamos de forma recurrente. Así pues, esta ruta conduce la señal visual hasta el giro supra temporal para dotar los grafemas de significado, sin necesidad de recurrir a una representación fonológica. Por otro lado, las relaciones semánticas ponen en funcionamiento a una nueva región, la corteza prefrontal interior izquierda, que generalmente se vincula con el pensamiento creativo (Hasson, Harel, Levy y Malach, 2003, p. 32).

De acuerdo con Pugh (2006), la “caja de letras del cerebro” se vuelve más activa conforme los lectores principiantes aumentan de edad, al mismo tiempo que se convierten en mejores lectores. Además, sugiere que esta área se encuentra activada cuando aparecen palabras sin sentido, lo que da a entender, que no es únicamente un área puramente sensible a la forma de visual de las palabras, sino que parece ser capaz de dar respuesta a cualquier secuencia de letras que tengamos delante de nuestros ojos, con o sin sentido. No obstante, su actividad es mayor en el momento que se presentan cadenas de grafemas que resultan

familiares para el leyente, de modo que, la lectura de palabras reales y familiares provoca una más elevada activación cerebral. En síntesis, esto demuestra que nuestro cerebro fragmenta su desempeño en diversas categorías, procesadas estas por áreas de la corteza cerebral. Asimismo, una parte de esta área se decanta antes por las palabras escritas que por una amplia diversidad de estímulos visuales distintos (objetos, rostros, etc.).

A continuación, para una mejor comprensión, se representa mediante una imagen, el circuito neurológico de la lectura en el cerebro humano, incluyéndose todas las áreas involucradas con sus respectivas funciones (Figura 4).

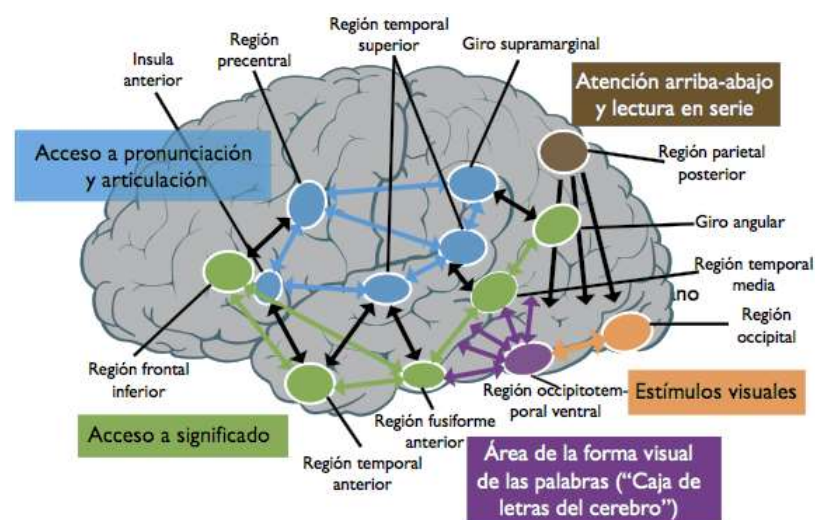


Figura 4. Áreas cerebrales implicadas en la lectura junto a sus correspondientes funciones.

Fuente: Dehaene (2009a, p. 72).

Como ya sabemos, la activación de unas u otras áreas cerebrales difieren en relación a ciertas categorías. En consecuencia, la parte inferior cerebral se encuentra cubierta por un entramado de detectores visuales especializados, dando lugar a que cada región cortical responda de forma preferencial a una categoría concreta. Dicho patrón de preferencia, aparece en el siguiente orden: caras, palabras y objetos. La lectura, activa una región localizada entre las respuestas a caras y a objetos (Ishai, Ungerleider, Martin y Haxby, 2000). Mediante los estudios de neuroimagen, se ha confirmado que en las regiones occipitales se hallan activaciones directamente expulsadas al hemisferio contrario a aquel en el que la palabra ha sido representada. Corroborándose así, que si una palabra es presentada en el lado izquierdo de un soporte, luego es transmitida a las áreas visuales del hemisferio derecho y del mismo modo, las palabras representadas en la derecha son transmitidas al hemisferio izquierdo.

En conclusión, en la lectura no existe un hemisferio dominante, leer implica un reciclaje neuronal y la involucración de una amplia red neuronal. Para Dehaene (2009b), leer,

es entonces, desarrollar una conexión entre las áreas visuales y las áreas del lenguaje, siendo estas y todas las conexiones, bidireccionales.

6.4. La fluidez lectora en el cerebro

En este último apartado, nos ocupamos de descifrar brevemente, los factores neurobiológicos relativos a la fluidez lectora, previamente ya analizada. En relación a esta competencia, Pikulski y Chard (2005) revelan la existencia de áreas cerebrales que intervienen en los procesos de lectura, activados de manera selectiva cuando se está llevando a cabo una lectura fluida. De esta forma, la base neurológica relacionada con la fluidez lectora, se sitúa en el circuito neuronal que también está implicado en la lectura de carácter general, incluyéndose del mismo modo, las configuraciones que están presentes en una decodificación básica de palabras escritas y las estructuras envueltas en la comprensión lectora. Pese a ello, aún no existe una determinación exacta de esta base neuronal, debido en gran parte, a la escasez de investigaciones de neuroimagen llevadas a cabo en este ámbito.

Igualmente, en la destreza de la lectura fluida, se ha hallado la activación, especialmente, de diversas regiones cerebrales, siendo estas, las áreas occipitotemporales, cerebelares y orbitales. Aparte de las nombradas, la neurociencia desvela que al mismo tiempo que la velocidad lectora se incrementa, se activan otras zonas cerebrales: la zona occipital inferior, la región temporal superior y la red orbital (Kujala, Gross y Salmelin, 2008). Estas zonas involucradas en la fluidez lectora, ejecutan respuestas de manera distinta, en función de la velocidad a la que se lee un texto. Oportuno a esto, es por lo que autores como Langer, Benjamin, Minas y Gaab (2013) en un estudio llevado a cabo, encontraron que algunas de las áreas cerebrales implicadas en la lectura parecen estar más activadas cuando se lee de forma más veloz, primordialmente, el área fusiforme occipital bilateral, el área temporal medial izquierda y el giro frontal inferior. Además, a medida que aumentaba la velocidad lectora, aumentaba consigo la activación de una de las áreas más esenciales en la lectura desde la visión de la neurociencia, el córtex fusiforme occipital. Por tanto, el giro frontal inferior y el giro fusiforme temporooccipital, parecen activarse solo cuando la lectura que se lleva a cabo es más acelerada de lo normal. En definitiva, el giro fusiforme es considerado un factor cerebral clave en una lectura rápida y al mismo tiempo fluida.

7. IMPLICACIONES DE LA NEUROCIENCIA EN EL TRATAMIENTO EDUCATIVO DE LA LECTURA

En este último capítulo, prestamos especial atención a las diversas implicaciones que la neurociencia ha llevado a cabo en el aula respecto a la enseñanza de la lectura. En esta línea, también analizaremos algunas de las aportaciones de esta ciencia en cuanto al tratamiento de la dislexia, mediante la descripción de algunos programas de intervención.

Berninger y Richards (2002) describen una serie de prácticas educativas basadas en la neurociencia, que deben llevarse a cabo progresivamente según se va avanzando en el aprendizaje de la lectura. En primer lugar, hablamos de los programas de estimulación temprana. Sería adecuado aplicar estos programas en torno a los 18 meses, momento en el que las dendritas están aumentando en el hemisferio izquierdo y el lenguaje expresivo empieza a resurgir. Pues bien, durante este tiempo es fundamental conversar con los infantes y leerles cuentos, pese a que su capacidad expresiva sea baja. De este modo, es esencial estimular el lenguaje, ya que las áreas posteriores destinadas a la comprensión del lenguaje avanzan más rápidamente que las áreas frontales, enfocadas en la producción del mismo. Además, estos autores señalan que en la enseñanza de las letras y las palabras, es importante la creación de múltiples conexiones entre ellas, debido a que las diversas formas de las palabras se encuentran en áreas distintas del cerebro. Sin embargo, están superpuestas y conectadas entre sí, por lo general, distribuidas en el hemisferio izquierdo del cerebro. Para que estas conexiones sean eficaces, es vital que las conexiones sean visibles y explícitas.

En relación al desarrollo de la conciencia fonológica, sería útil llevar a cabo una retroalimentación articulatoria, de modo que el lector sea consciente de la posición de la lengua y de los labios en la pronunciación. Otras técnicas, destacan la posibilidad de usar colores para distintas letras o pedirle al alumno que preste más atención a una palabra que se le presenta durante poco tiempo, pidiéndole que nos diga las letras que ha visto. De esta forma, los lectores principiantes mantienen la forma visual de las palabras a corto plazo en la memoria fonológica (Moats, 2004). Por una parte, la enseñanza de técnicas de autorregulación en la lectura permitirá una mayor maduración de los lóbulos frontales. Por tanto, la regulación de mano de un adulto, le puede facilitar al lector pistas explícitas de cómo se lee, mediante instrucciones guiadas o andamiaje. Por otra parte, la lectura repetitiva de los textos provoca la automatización del reconocimiento de las palabras, y dicho proceso, se traslada a los circuitos que involucran el cerebelo (Santiuste y López-Escribano, 2005).

Respecto a los métodos de aprendizaje y enseñanza de la lectura, desde hace tiempo reinan dos, el fónico y el global. Existen controversias entre los beneficios e inconvenientes de uno u otro. Por un lado, el método fónico tiene como objetivo enseñar intencionada y sistemáticamente la correspondencia grafema-fonema, permitiendo al niño leer cualquier palabra. Por otro lado, el método global, propone enseñar al lector el reconocimiento de las asociaciones directas que existen entre las palabras escritas y sus respectivos significados, sin llevar a cabo una decodificación fonológica. Este último método, da lugar a resultados muy limitados, sin embargo, muchos pedagogos lo defienden. Lebrero, Fernández-Pérez y García-García (2015) consideran que la inmediatez de la lectura se aproxima a una ilusión provocada por la automaticidad de las etapas que la conforman, sin una percepción consciente. Lo que si es cierto, es que comprender y aprender el código de conversión grafema-fonema es importante en el aprendizaje y enseñanza de la lectura. De este modo, nuestro cerebro reconoce las palabras separándolas en letras y grafemas, procesándose en paralelo en el área de la caja de letras del cerebro, situada en la corteza temporo-occipital izquierda. Por ello, Dehaene (2011) respalda que el método fónico es el más óptimo a la hora de enseñar a leer, debido a que la enseñanza sistemática de la correspondencia grafema-fonema ofrece un mejor rendimiento, teniendo mejores resultados en la comprensión de los textos gracias a la correcta e indispensable decodificación. Así pues, mientras más se automatiza las conversiones de grafemas a fonemas, más se concentra el lector en el significado de lo que está leyendo.

Dejando de lado las aclaraciones generales entre neurociencia y enseñanza de la lectura, la ciencia ya nombrada, ha investigado y arrojado conocimientos acerca de varios programas educativos que mejoran las dificultades lectoras y la activación de la áreas cerebrales que estos generan en el cerebro de los lectores disléxicos. Las neuroimágenes develan, que en el cerebro de los niños disléxicos se produce un incremento en la activación de las regiones posteriores del hemisferio izquierdo. Por ello, se han propuesto programas de intervención educativa basados en el modelo del déficit fonológico, cuya principal finalidad radica en la estimulación de la conciencia fonológica de alumnos con este tipo de trastorno. De esta manera, la primera fase en relación a este tipo de programas, consiste en hacer que el alumno empiece a tomar conciencia del sistema hablado propio, así como del sonoro, enseñándolo a escuchar y a mantener la atención, observando al hablante detalladamente, más específicamente la posición de sus labios y lengua. Por lo cual, se comienza primeramente con el estudio del sonido, la unidad menor, es decir, el fonema, y poco a poco, se avanza a unidades mayores, siendo estas, la sílaba, la palabra y por último, la frase y el texto, llevándose a cabo siempre en un orden que aumente de dificultad. Simos *et al.* (2002) afirman

que una vez que se ha completado con éxito esta intervención con programas fonológicos, acontecen variaciones significativas en los perfiles de activación cerebral en el alumnado que presenta dislexia, produciéndose mejoras en la decodificación lectora y mostrando importantes cambios en la activación de las áreas temporo-occipitales del hemisferio izquierdo, ahora sí, con una activación más propia de los estudiantes no disléxicos.

Temple *et al.* (2003) enfocan su estudio en la relación entre la percepción de sonidos verbales y no verbales, y el procesamiento fonológico producido. Estas autoras defienden que la dislexia se trata de un déficit del procesamiento auditivo rápido, basando así su tratamiento educativo en la estimulación auditiva, mejorando el lenguaje oral y la lectura. De igual manera, Goswami (2015) sugiere que la investigación acerca de las diferencias individuales acerca de las habilidades del procesamiento auditivo, da lugar a que ciertos procesos auditivos básicos permanezcan alterados en alumnos que presentan dislexia. Por lo tanto, sabiendo que el tiempo de subida se trata de un predictor importante sobre la conciencia fonológica, se ha demostrado, que los niños disléxicos presentan deficiencias en la percepción del tiempo de subida de una palabra u oración (experiencia perceptiva del ritmo y entonación del lenguaje).

A modo de conclusión, destacar que los estudios del cerebro proporcionados por la neurociencia a la educación, muestran que las personas disléxicas, sobre todo, presentan dificultades en tareas de procesamiento auditivo, fonológico y visual. Por consiguiente, presentan una menor actividad en el hemisferio izquierdo del lóbulo temporo-occipital y parietal durante las tareas nombradas previamente (López-Escribano, 2007).

8. CONCLUSIONES FINALES

Una vez llegados al final de la presente revisión bibliográfica, extraemos una serie de conclusiones acerca de lo que se ha desarrollado a lo largo de la misma. Contrastando así, el alcance o no de las metas propuestas en un principio.

En primer lugar, la neurociencia resulta ser una ciencia emergente y colaborativa, que tiene un interés principal en el estudio de la anatomía y comportamiento del cerebro humano. Por tanto, facilita el entendimiento de cómo el cerebro tiene la capacidad de producir la individualización de las acciones de un sujeto, y de este modo, aplicar parte de ello a explicar la forma de actuar de niños y niñas durante la etapa escolar.

En segundo lugar, la neuroeducación es entendida como una rama de la pedagogía que guarda relación con la psicología cognitiva y la neurociencia. De esta manera, la neuroeducación puede entenderse como oportunidad ideal para aprovechar los conocimientos

arrojados por la neurociencia con el fin de optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje, teniendo como base, el funcionamiento cerebral de los estudiantes. Sin embargo, la neurodidáctica, es decir, la forma de enseñar basada en las aportaciones de la neurociencia, es susceptible de correr peligro en su verdadera aplicación, puesto que abunda la palabrería oportunista por parte de algunos en torno a este término. Así pues, estos individuos no aportan afirmaciones objetivas y contrastadas científicamente, o simplemente hacen de contribuciones históricas una novedad, todo ello, sustentado bajo la subjetividad, más cerca de un afán por la moda que por una verdadera significación de sus aportes. En suma, pese a que la neuroeducación y la neurodidáctica sean unas propuestas magníficas para llevar al aula, aún quedan lejanas, ya que la realidad en el mundo de la educación no se corresponde con las ideas que nacen en relación a estas disciplinas, entre otros motivos, por la falta de formación de los estudiantes de educación respecto al empleo de la neurociencia en la escuela.

En tercer lugar, el aprendizaje de la lectura es una habilidad de carácter imprescindible y básico para el desarrollo de cualquier persona en una sociedad alfabetizada. Ahora bien, su adquisición es compleja y diversa en función de las necesidades del aprendiz. Además, su aprendizaje, que pasa por diversas etapas, requiere progresión, revisión y cautela, puesto que leer bien no solo depende de la velocidad, sino de una adecuada comprensión.

En cuarto lugar, poseer unos saberes básicos sobre la morfología cerebral, nos aproximará a percatarnos de cuál es la organización y actividad cohesionada de las partes que componen este complejo órgano, para que posteriormente, podamos así especializarnos en aquellas áreas o regiones implicadas en la lectura.

En último lugar, las aportaciones de la neurociencia en el tratamiento educativo de la lectura, resultan beneficiosas a la hora de atender a los estudiantes de acuerdo a sus características y necesidades individuales durante el aprendizaje de la lectura. Además, permite a los educadores conocer qué programas educativos son los más apropiados de aplicar en alumnos disléxicos, en función de aquellas áreas cerebrales en las que recaen este déficit lector, y de esta forma, apaliar las dificultades que estos lectores presentan.

En definitiva, la neurociencia y los estudios de neuroimagen, nos desvelan las múltiples posibilidades del cerebro humano, holístico en funciones y en tareas tan dificultosas como es la lectura, donde las redes neuronales son capaces de englobar al mismo tiempo diversas estructuras, áreas y regiones cerebrales. Por ello, en un futuro cercano, la armonía entre la neurociencia y las ciencias educativas, sería enriquecedora para favorecer el desarrollo y acercamiento del comportamiento cerebral en tareas de aprendizaje.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ansari, D., De Smedt, B., y Grabner, R. (2011). *Neuroeducation: a critical overview of an emerging field*. doi: 0.1007/s12152-011-9119-3.
- Béjar, M. (2014). Una mirada sobre la educación. *Neuroeducación. Padres y maestros*, 355(76), 49-52.
- Berninger, V., y Richards, T. (2002). *Brain literacy for educators and psychologist*. San Diego: Elsevier.
- Binder, J., Medler, D., Westbury, E., Liebenthal, E., y Buchanan, L. (2006). Tuning of the human left fusiform gyrus to sublexical orthographic structure. *Neuroimage*, 33(2), 739-748.
- Blakemore, S., y Frith, U. (2011). *Cómo aprende el cerebro. Las claves para la educación*. Barcelona: Ariel.
- Bosse, M., Tainturier, M. J., y Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104(2), 198-230.
- Calero, A. (2012). *Cómo mejorar la comprensión lectora. Estrategias para lograr lectores competentes*. Madrid: Wolters Kluwer.
- Calero, A. (2014). Fluidez lectora y evaluación formativa. *Revista científica de investigaciones científicas sobre lectura*, 17(5), 33-48.
- Caravolas, M., Lervag, A., Mousikou, P., Efrim, C., Litavsky, M., Onochie-Quintanilla, E., y Hulme, C. (2012). Common patterns of prediction of literacy Development in different alphabetic orthographies. *Psychological Science*, 24(8), 1398-1407.
- Carballo, A. (2019). Posibilidades y limitaciones de la neuroeducación. *Mente y cerebro*, 9(8), 26-32.
- Cohen, L., y Dehaene, S. (2004). Specialization with the ventral stream: The case for the visual Word form area. *Neuroimage*, 22(1), 466-476.
- Cuetos, F. (2008). *Psicología de la lectura*. Madrid: Wolters Kluwer Educación.
- De la Barrera, M. L., y Donolo, D. (2009). Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje. *Revista Digital Universitaria*, 10(4), 2-18.
- Defior, S., Jiménez-Fernández, G., y Serrano, F. (2009). Complexity and lexicality on the acquisition of Spanish spelling. *Learning and Instruction*, 19(1), 55-65.
- Defior, S., Justicia, F., y Martos, F. (1998). Desarrollo del reconocimiento de palabras en lectores normales y retrasados en función de diferentes variables lingüísticas. *Infancia y aprendizaje*, 83(7), 59-74.

- Defior, S., Serrano, F., y Gutiérrez, N. (2015). *Dificultades específicas de aprendizaje*. Madrid: Síntesis.
- Defior, S., y Serrano, F. (2007). *La habilidad de escritura: palabras y composición escrita*. Archidona: Aljibe.
- Defior, S., y Serrano, F. (2011). Procesos fonológicos explícitos e implícitos, lectura y dislexia. *Revista de Neuropsicología, Neuropsicatría y Neurociencia*, 11(1), 79-94.
- Dehaene, S. (2007). *Les neurones de la lecture*. París: Odile.
- Dehaene, S. (Ed.). (2009a). *El cerebro lector: Últimas noticias de las neurociencias sobre lectura, la enseñanza, el aprendizaje y la dislexia*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno.
- (2009a). Áreas cerebrales implicadas en la lectura junto a sus correspondientes funciones. [Figura].
- Dehaene, S. (2009b). *Reading in the Brain: The Science and Evolution of a Human Invention*. New York: Penguin Viking.
- Dehaene, S. (2009c). Origins of Mathematical Intuitions. The Case of Arithmetic. *Academy of Science*, 13(36), 232-259.
- Dehaene, S. (Ed.). (2011). *Aprender a leer: De las ciencias cognitivas al aula*. Buenos Aires: Siglo veintiuno.
- Dehaene, S., Cohen, M., Sigman, M., y Vinckier, F. (2005). The neural code for written words: a proposal. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(7), 335-341.
- Ehri, L., Nunes, S., Stahl, S., y Willows, D. (2001). Systematic phonics instruction helps students learn to read. *Review of Educational Research*, 71(13), 393-447.
- Forés, A., y Ligioiz, M. (2011). *Descubrir la neurodidáctica*. Barcelona: Editorial UOC.
- Fuchs, L., Fuchs, D., Hosp, M., y Jenkins, J. (2001). Oral reading as an indicator of reading competence: a theoretical, empirical, and historical anylisis. *Scientific Studies of Reading*, 5(3), 239-256.
- Gabrieli, J., Christodoulou, J., O'Loughlin, T., y Eddy, M. (2010). *The reading brain. In mind, brain, anda education: Neuroscience implications for the classroom*. New York: Solution Tree Press.
- Galvagno, G., y Elgier, A. (2018). Trazando puentes entre las neurociencias y la educación. Aportes, límites y cambios futuros en el campo educativo. *Psicogente*, 21(40), 476-494.
- Geschwind, N. (Ed.). (1996). *Áreas lectoras del cerebro*. [Figura]. Recuperado de <https://hliceu.uab.es/>.

- González-Trujillo, M. (2005). *Comprensión lectora en niños: morfosintaxis y prosodia en acción* (tesis doctoral). Universidad de Granada.
- Goswami, U. (2015). Neurociencia y educación: ¿podemos ir de la investigación básica a su aplicación? Un posible marco de referencia desde la investigación en dislexia. *Psicología educativa*, 21(6), 97-105.
- Goswami, U. (2004). Neuroscience education and special education. *British Journal of Special Education*, 32(4), 175-183.
- Gutiérrez, N., Raya, M., y Palma, A. (2009). Detecting stress patterns is related to children's performance on reading tasks. *Applied Psycholinguistics*, 30(1), 1-21.
- Hasson, U., Harel, M., Levy, I., y Malach, R. (2003). Large-scale mirror-symmetry organization of human occipito-temporal object areas. *Neuron*, 37(6), 27-41.
- Hruby, G., y Goswami, U. (2011). Neuroscience and reading: A review for reading education researchers. *International Reading Association*, 46(2), 156-172.
- Hudson, R., Lane, H., y Pullen, P. (2005). Reading fluency assessment and instruction: what, why and how? *The Reading Teacher*, 58(8), 702-714.
- Ishai, A., Ungerleider, L., Martin, A., y Haxby, J. (2000). The representation of objects in the human occipital and temporal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(2), 35-51.
- Justis, O. (2019). Del neuromito a la neurodidáctica en la gestión del aprendizaje. *Opuntia Brava*, 12(1), 48-62.
- Kuhn, M., y Stahl, S. (2003). Fluency: a review of developmental and remedial practices. *Journal of Educational Psychology*, 95(1), 3-10.
- Kujala, J., Gross, J., y Salmelin, R. (2008). Localization of correlated network activity at the cortical level with MEG. *Neuroimage*, 39(4), 1706-1720.
- Langer, N., Benjamin, C., Minas, J., y Gaab, N. (2013). The neural correlates of reading fluency deficits in children. *Cerebral cortex*, 34(4), 23-27.
- Lebrero, P., Fernández-Pérez, D., y García-García, E. (2015). *Neurociencia de la lectura y la escritura. Fundamentos y estrategias didácticas*. Madrid: Síntesis.
- López-Escribano, C. (2007). Contribuciones de la neurociencia al diagnóstico y tratamiento educativo de la dislexia del desarrollo. *Revista Neurol*, 44(3), 173-180.
- López-Escribano, C. (2009). Aportaciones de la neurociencia al aprendizaje y tratamiento educativo de la lectura. *EUSAL Revistas*, 15(1), 48-76.
- Luria, A. (1966). *Human brain and psychological processes*. New York: Harper and Row.

- Mangels, J., Butterfield, B., Lamb, J., Good, C., y Dweck, C. (2006). Why do beliefs about Intelligence influence learning success? *Neurociencia social y cognitiva*, 1(2), 75-86.
- Mendoza, E., Murillo, G., y Maldonado, J. (2019). Las neurociencias y la marca personal del docente en el contexto educativo actual. *Revista Órbita Pedagógica*, 6(4), 157-166.
- Miller, J., y Schwanenflugel, P. (2008). A longitudinal study of the development of reading prosody as a dimension of real reading fluency in early elementary school children. *Reading Research Quarterly*, 43(4), 336-354.
- Moats, L. (2004). Relevance of neuroscience to effective education for students with reading and other learning disabilities. *Journal of Child Neurology*, 10(7), 840-845.
- Mora, A., y Sanguinetti, P. (1996). *Diccionario de Neurociencia*. Madrid: Alianza.
- Muñoz, S. (2016). La metodología de lectoescritura en educación infantil y su influencia en el aprendizaje lectoescritor. *Scielo*, 7(4), 11-15.
- Narbona, J., y Fernández, S. (1996). *Fondements neurobiologiques du développement du langage*. París: Masson.
- Navarro, J., Fernández, M., y Soto, F. (2012). *Respuestas flexibles en contextos educativos diversos*. Murcia: Consejería de educación, formación y empleo.
- Nunes, T., y Bryant, P. (2006). *Improving literacy by teaching morphemes*. New York: Routledge.
- Obler, L., y Gjerlow, K. (Ed.). (2001). *El lenguaje y el cerebro*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (2001). *Los lóbulos y circunvoluciones más importantes del córtex*. [Figura]. Recuperado de <https://books.google.es/>.
- Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y educación*. Madrid: Alianza Editorial.
- Oullette, G., y Van-Daal, V. (2017). Introduction to the special issue. Orthographic learning and mental representations in literacy: striving for a better understanding of a complex lead role. *Scientific Studies of Reading*, 21(1), 1-4.
- Paterno, R. (2014). Luces y penumbras de la neuroeducación. *Revista iberoamericana de Psicomotricidad y Técnicas corporales*, 4(3), 22-23.
- Perfetti, C., y Bolger, D. (2004). The brain might read that way. *Scientific Studies of Reading*, 8(3), 293-304.
- Peterson, R., y Pennington, B. (2012). Developmental dyslexia. *The Lancet*, 79(14), 1997-2007.
- Picq, P., Sagart, G., Dehaene, S., y Lestienne, C. (2008). *La plus belle histoire du langage*. París: Seuil.

- Pikulski, J., y Chard, D. (2005). Fluency: bridge between decoding and reading comprehension. *The Reading Teacher*, 58(6), 510-519.
- Puebla, R., y Paz, T. (2011). Educación y neurociencias. La conexión que hace falta. *Revista de Estudios Pedagógicos*, 37(2), 379-388.
- Pugh, K. (2006). A neurocognitive overview of reading acquisition and dyslexia across languages. *Developmental Science*, 9(5), 448-450.
- Purves, D., Augustine, G., y Fitzpatrick, D. (2006). *Neurociencia*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Rasinski, T. (2004). Creating fluent readers. *Educational Leadership*, 61(6), 46-51.
- Rasinski, T., y Samuels, J. (2011). Reading fluency. What it is and what it is not. *International Reading Association*, 21(2), 94-114.
- Reyes, M. (2016). Niveles de conocimiento sobre Neurociencia y su aplicación en los procesos educativos. *In Crescendo*, 6(2), 104-113.
- Santiuste, V., y López-Escribano, C. (2005). Nuevos aportes a la intervención en las dificultades de lectura. *Univ. Psychol*, 4(1), 13-32.
- Sere, B., Marendaz, C., y Héroult, J. (2000). Nonhomogeneous resolution of images of natural scenes. *Perception*, 29(12), 403-412.
- Share, D. L. (1995). Phonological recording and self teaching. *Cognition*, 55(12), 151-218.
- Simos, P., Breier, J., Fletcher, J., Bergman, E., Fishbeck, K., y Papanicolaou, A. (2002). Brain activation profiles in dyslexic children during non-word reading: a magnetic source imaging study. *Neurosci Lett*, 61(5), 290-291.
- Temple, E., Deutsch, G., Poldrack, R., Miller, S., Tallai, P., y Merzenich, M. (2003). Neural deficits in children with dyslexia ameliorated. *Neurology*, 23(4), 2860-2866.
- Veenendaal, N., Groen, M., y Verhoeven, L. (2019). The role of prosody in reading comprehension: evidence from poor comprehenders. *Journal of research in reading*, 42(1), 37-57.
- Wolf, M. (2008). *Cómo aprendemos a leer: historia y ciencia del cerebro*. Barcelona: Ediciones B.
- Yoncheva, Y., Blau, V., Maurer, U., y McCandliss, B. (2010). Attentional focus during learning impacts. *Developmental Neuropsychology*, 35(4), 423-445.