

1

Neurociencia de la lectura y escritura

Los seres humanos nacemos con un cerebro programado para hablar. Adquirimos el lenguaje materno sin que nadie nos lo enseñe. No recibimos clases de gramática, y a los cinco años hablamos perfectamente. Basta estar en una sociedad para que en nuestro cerebro se establezcan los circuitos neuronales que hacen posible el lenguaje. Pero no nacemos con un cerebro naturalmente programado para leer y escribir. Tenemos que aprender. Es necesario recibir clases con una metodología adecuada. Aprender a escribir y leer consiste en desarrollar un sistema de interconexiones muy eficiente entre las áreas visuales del cerebro y las áreas del lenguaje. Ambas áreas están ya presentes desde el primer año de vida.

En el aprendizaje de la lectura podemos diferenciar tres etapas: a) pictórica, una fase breve en la que los niños identifican algunas palabras; b) fonológica, en la que aprenden a convertir las letras escritas o grafemas en sonidos o fonemas; c) ortográfica o léxica, en la que reconocen las palabras y acceden a los significados rápidamente. En el proceso de aprender a leer y escribir se modifican áreas del cerebro y se establecen nuevas redes neuronales. Las investigaciones sobre los pacientes que, como consecuencia de lesiones cerebrales, pierden la competencia de leer o escribir, proporcionan datos sobre las áreas del cerebro implicadas en la lectoescritura. Pero los conocimientos más relevantes sobre la neurociencia de la lectoescritura proceden de las investigaciones con tecnologías de neuroimagen.

Las investigaciones disponibles proporcionan respuestas muy valiosas a las preguntas sobre la metodología más adecuada para enseñar y aprender a leer y

escribir, cuestionando determinados métodos. También es de gran interés la investigación sobre la dislexia, y las características presentes en el cerebro de quienes tienen especiales dificultades para aprender a leer y escribir, así como las estrategias y programas de intervención para compensar tales trastornos de aprendizaje.

1.1. Leer y escribir en la historia y la cultura

La capacidad para adquirir la lengua materna es innata. Nacemos con un cerebro especialmente programado para hablar, y adquirimos la lengua sin aparente esfuerzo, escuchando e imitando. El cerebro humano está genéticamente programado para convertir secuencias de sonidos o fonemas en significados o representaciones de sentido, pero no está programado para convertir secuencias de signos gráficos o grafemas en significados. Tiene que aprender a hacerlo y necesita de maestros que le enseñen. No recibe clases de lengua, de fonética, gramática o semántica y sin embargo, a los 5 años, el niño habla perfectamente. Los humanos estamos dotados de unos sistemas cerebrales, de un mecanismo innato de adquisición del lenguaje (Chomsky, 1998, 2003; Pinker, 1994). Pero la adquisición de una lengua concreta depende también de la estimulación que recibe en una sociedad determinada. El cerebro humano puede aprender cualquiera de las 5.000 lenguas que se estima hay en la tierra, si bien teniendo en cuenta los periodos sensibles para su aprendizaje.

Al finalizar la escuela infantil y en los primeros cursos de la educación básica el niño tiene que aprender a leer y escribir. Recibe clases con una determinada metodología y unos objetivos específicos, en un contexto de clase, y por unos profesionales que se han formado para poder enseñar adecuadamente. El aprendizaje de la lectoescritura no es natural. Nuestro cerebro no evolucionó para poder leer y escribir. Somos la especie de homo sapiens que apareció en la tierra hace 200.000 años aproximadamente, y nuestro cerebro maravilloso ha permanecido sin escritura y lectura hasta hace 5.000 años. Al aprender a leer y escribir nuestro cerebro hace un trabajo maravilloso y muy difícil, pero tiene tales capacidades y tal plasticidad neuronal que puede lograrlo, y además en un tiempo muy breve. Si los primeros escribas tardaron unos 2.000 años en perfeccionar la escritura hasta llegar al alfabeto, los niños de nuestras escuelas, en sólo dos años, lo llegan a dominar perfectamente.

La escritura apareció en dos lugares tan separados como Mesopotamia y China, hace unos 5.000 años. En la historia de la escritura se han dado diversas formas de representar el lenguaje: los primeros pictogramas descubiertos en Mesopotamia,

los jeroglíficos egipcios, los ideogramas chinos, la escritura silábica y el alfabeto fonético. En los jeroglíficos egipcios e ideogramas chinos se representan los significados lingüísticos con signos más o menos abstractos. En otras lenguas se representan los sonidos del habla con signos gráficos. En determinadas lenguas indias se emplean símbolos gráficos para representar silabas. Gracias a los fenicios y a los griegos se consiguió el sistema alfabético, que consiste en la utilización de signos gráficos o grafemas para representar los sonidos del habla, las vocales y consonantes, los fonemas. Y este gran avance ocurrió hace 2.500 años. Las formas de las letras que está leyendo en este momento tienen su origen cuando los escribas fenicios y griegos adaptaron y modificaron las formas de los jeroglíficos egipcios. Posteriormente los romanos prácticamente les dieron la forma actual. Este texto está escrito con la forma Times New Roman.

La escritura es uno de los logros más importantes de la humanidad y es un medio clave para la generación y transmisión de la cultura. Gracias a la escritura y la lectura se transmiten los conocimientos y saberes. Mediante la escritura y lectura los niños durante los años de escolarización adquieren gran cantidad de conocimientos de ciencias naturales, sociales y humanidades, acumulados por la humanidad. La alfabetización, aunque es un logro histórico tan reciente, se considera hoy un derecho humano fundamental para el desarrollo personal y sociocultural. No se puede lograr un desarrollo personal y una integración en la sociedad sin un dominio de la lectura y escritura.

1. 2. El aprendizaje de la lectoescritura

Aprender a leer supone interconectar de modo muy eficiente dos sistemas cerebrales preexistentes: el sistema visual y el sistema lingüístico. Para aprender a leer los niños cuentan con la arquitectura cerebral necesaria, proporcionada por la programación genética y la estimulación ambiental, tanto para reconocer objetos como para el lenguaje. En las interconexiones neuronales entre el sistema del lenguaje y el sistema visual se modifica la estructura y funcionamiento del cerebro, especialmente en el área temporo-occipital izquierda, que Dehaene (2014) denomina “caja de letras y buzón de palabras”, como veremos posteriormente.

1.2.1. Sistema lingüístico, visual y auditivo

Los niños consiguen un dominio del lenguaje durante los seis primeros años. Sin aparente esfuerzo, sin que nadie les de clases, adquieren los diversos y

componentes de lenguaje: los sonidos o fonemas, el léxico, la semántica, la gramática, la pragmática. Escuchando y emitiendo sonidos, imitando, interactuando con los adultos y otros niños, aprenden el complejo y maravilloso sistema de comunicación lingüística. Antes del nacimiento, a partir del sexto mes de embarazo, el feto ya puede oír y procesa los sonidos del habla de su madre, extrayendo pautas constantes de lo que oye a través del líquido amniótico. El feto no entiende nada de lo que oye, pero aprende a reconocer la melodía, las pautas rítmicas del habla y las curvas de entonación, que son propias de la voz de la madre y características de los sonidos de la que será su lengua materna. Las investigaciones con la técnica de succión no nutritiva constatan que los niños recién nacidos ya distinguen la voz de sus madres y la prefieren a otras voces femeninas. Se ha demostrado que los recién nacidos de madres que hablan francés succionan con más intensidad al oír francés que por ejemplo el ruso (Mehler y Dupoux, 1994; Karmiloff y Karmiloff-Smith, 2005). El bebé procesa los estímulos auditivos y se sensibiliza a las características importantes del flujo del habla mucho antes de que comprenda el significado de las palabras o la gramática.

Durante el primer año de vida los cerebros de los niños procesan las características de la prosodia y las pautas de los sonidos, sílabas y palabras propias del lenguaje que oyen. Al mismo tiempo va madurando el sistema de articulación y pronunciación del niño produciendo los sonidos similares a los de la lengua, en forma de gorgojeos y balbuceos primero, y después, en torno al año, las primeras palabras. Hasta el medio año de vida el bebé puede diferenciar entre todos los sonidos posibles, de modo que puede aprender cualquiera de las lenguas. Hasta ese momento el bebé es el oyente universal, pero a partir de los 8-9 meses su cerebro empieza a filtrar los sonidos que no son propios de la lengua que oye, y se va limitando a los de su lengua. Al final de su primer año los bebés pierden la capacidad de distinguir entre los sonidos a los que no están expuestos. Esta etapa es el periodo sensible para la adquisición de los sonidos.

Al inicio del segundo año comienza la producción de palabras. Al principio resulta difícil distinguir las primeras palabras del balbuceo o laleo. Por ejemplo, en qué momento las sílabas repetidas, que pronuncia el bebé como ma-ma-ma, se convierten en símbolo de madre. Gracias a la asociación oír-articular palabras, el bebé hace corresponder palabras con objetos. Al año y medio puede producir una media de 50 palabras, pero comprende muchas más, unas 300. A los dos años puede comprender unas 300 pero comprende casi 1.000. Cada día se aprenden muchas palabras nuevas. A los tres años puede producir más de 1.000, y a los cinco años el vocabulario puede alcanzar las 5.000.

Con el incremento de vocabulario el niño comienza a unir palabras en secuencias y a aplicar reglas gramaticales. Y ello sin recibir clase alguna o explicación. A los cinco años habla perfectamente. Hasta la adolescencia es el periodo sensible para la adquisición de la gramática. Pasados los trece años, podemos aprender gramática, pero de forma menos eficiente, con mucho más esfuerzo y menos éxito y empleando estrategias cerebrales diferentes que conducen a un dominio más costoso y menos automático de la gramática (García García, 2001, p. 199-205).

El cerebro procesa la semántica y la gramática en diferentes áreas cerebrales, según constata la investigación con tecnologías de neuroimagen, como EEG, IRMF, MEG. Por ejemplo, las áreas del cerebro que se activan cuando leemos palabras de contenido semántico, como casa, perro, libro, son distintas a las que se activan con palabras de función, que proporcionan información gramatical, como las preposiciones, a, de, con. El procesamiento gramatical normalmente se realiza en el hemisferio izquierdo, área de Broca y primera circunvolución temporal anterior; mientras que el procesamiento semántico activa la circunvolución temporal posterior de los dos hemisferios cerebrales. Existe un periodo sensible para la adquisición de la gramática, pero no para el aprendizaje de la semántica.

Como afirmara Chomsky, lo mejor distribuido en este mundo es el lenguaje, pero un pequeño porcentaje de niños tienen problemas para adquirir la gramática, debido a anomalías cerebrales. Se denomina trastorno específico del lenguaje. El niño puede hablar y comprender frases, pero más despacio y con dificultad. En otras capacidades mentales pueden estar bien dotados. La estructura de los sonidos, la formación de palabras y la gramática de las distintas lenguas presentan diferente grado de complejidad y se puede tardar más en su aprendizaje

1.2.2. Etapas en el aprendizaje de la lectura: pictórica, fonológica y ortográfica.

A los 5-6 años el niño ha adquirido el lenguaje de manera natural, a continuación se enfrentará al aprendizaje de la lectoescritura, que exigirá una enseñanza explícita con una metodología adecuada. Leer consiste en convertir los signos gráficos o grafemas, que están en papel o pantalla, en sonidos o fonemas, si leemos en alta voz, o convertir los grafemas en significados, cuando leemos en silencio. Cuando aprenden a leer los niños deben comprender que un objeto, persona o acontecimiento puede representarse mediante determinados sonidos, y que estos sonidos o fonemas pueden representarse mediante grafías o grafemas. Se denomina conciencia fonológica. Leer y escribir se aprende con mayor

facilidad cuando se fundamentan en un rico lenguaje hablado y se presta atención a los sonidos del habla. Diferenciar fonemas y aprender grafemas o letras son procesos muy independientes. Se toma más conciencia de los sonidos del habla cuando se pueden representar en letras.

Un modelo clásico del aprendizaje de la lectura, que propuso Uta Frith, distingue tres etapas, pero estas etapas no se dan separadas y secuenciadas. La primera etapa es logográfica o pictórica, que ocurre a los cinco o seis años. El niño no comprende todavía la lógica de la escritura e intenta reconocer palabras como si fueran objetos o rostros. En esta etapa, que suele anteceder a la enseñanza formal, el niño puede reconocer su nombre y alguna palabra como coca-cola, o palabras que denominan objetos muy familiares. Evidentemente el reconocimiento de palabras como imágenes no es leer.

La segunda etapa o fonológica se caracteriza por la conversión de grafemas en fonemas. El niño presta atención a los componentes de las palabras escritas, las letras, y aprende a convertir los grafemas en los sonidos correspondientes. Así puede leer palabras que no conoce. Conocer los nombres de las letras del alfabeto no siempre es una ayuda. Los nombres de las letras (be, ce, de, efe...) no se pueden ensamblar durante la lectura, la conexión sólo se hace con los fonemas, que son unidades del habla más abstractas y ocultas. El niño tiene que ser consciente de que el habla puede separarse en fonemas y de que el sonido "BA", por ejemplo, se compone de dos fonemas B y A. Descubrir que el habla está compuesta de unidades más pequeñas o fonemas, que se pueden recombinar para formar nuevas palabras, constituye una revolución en la mente-cerebro del niño. Cuando un niño aprende a descifrar una escritura alfabética, las áreas visuales de su cerebro aprenden a identificar y separar las letras y también las áreas del habla se adaptan a la representación explícita de los fonemas. Estas modificaciones deben estar muy coordinadas y automatizadas para que surja una ruta eficiente de conversión de letras en sonidos. Entre grafemas y fonemas probablemente se da una interacción recíproca. El aprendizaje de las letras dirige la atención sobre los sonidos del habla, y el análisis de los sonidos del habla refina la comprensión de las letras. Esta causalidad en espiral lleva a la aparición simultánea de los códigos de grafemas y de fonemas.

La tercera etapa es la ortográfica. Con la práctica de la lectura nos convertimos en lectores más expertos. Leemos con más rapidez y menos esfuerzo, de modo que, al no necesitar asignar recursos cognitivos a la tarea y hacerla más automáticamente, podemos leer con más comprensión, juicio crítico y disfrute personal (García García, 2004). En la etapa ortográfica reconocemos las palabras escritas de forma más rápida. A esta etapa se llega con la práctica en lectura, después de leer mucho y de haber automatizado la conversión de grafemas

en fonemas, y haber visto muchas veces la misma palabra. En esta etapa formamos una representación ortográfica de la palabra y la reconocemos inmediatamente. Con la práctica de la lectura se alcanzará más léxico, comprensión y fluidez. Mientras que la conversión de grafemas en fonemas necesita de una enseñanza explícita para que el alumno aprenda, el reconocimiento más global de la palabra o representación ortográfica se consigue sólo con la práctica, sin necesidad de enseñanza explícita y sistemática. Una característica de la etapa ortográfica consiste en que la longitud de la palabra va perdiendo importancia en la lectura. En la etapa fonológica, los niños descifran con lentitud y de manera secuencial las letras de las palabras, y por tanto necesitan más o menos tiempo para leer las palabras con más letras. En la etapa ortográfica, el efecto de longitud de la palabra desaparece con la práctica (Dehaene, 2014, p. 241-247).

Otra variable que condiciona la lectura es el sistema ortográfico que aprende el lector. En los sistemas ortográficos transparentes, como el castellano, italiano o alemán, se puede leer cualquier palabra mediante la conversión de grafemas en fonemas, puesto que las reglas son muy regulares. Los lectores de sistemas más opacos, como francés e inglés, tienen que leer muchas palabras de manera directa, pues al ser irregulares no se ajustan a las reglas grafema-fonema. Por ello, los niños ingleses tardan más tiempo en aprender a leer que los españoles.

1.2.3. Doble ruta en la lectura

Para explicar los procesos que ejecutamos al leer, se ha propuesto diversos modelos, si bien todos coinciden en admitir al menos tres sistemas de procesamiento: el ortográfico, que identifica las letras o grafemas que componen las palabras; el fonológico, que asigna un sonido o fonema a los grafemas; y el semántico, que accede al significado de las palabras. El modelo más aceptado es de "doble ruta", que postula dos vías para leer, o pasar de la palabra escrita a la pronunciación y articulación de la misma y a su significado.

La ruta fonológica o subléxica es la que transforma los grafemas que componen las palabras escritas en sus correspondientes fonemas. La ruta ortográfica o léxica reconoce las palabras escritas de forma más directa y rápida. La ruta fonológica es más lenta, pero permite leer cualquier palabra sea conocida o desconocida, incluso seudopalabra. Así en castellano podemos leer cualquier palabra por esta ruta, puesto que tenemos unas reglas muy regulares para convertir los grafemas en fonemas. En cambio, en inglés, es preciso utilizar más la ruta léxica, puesto que son muchas las palabras que no se ajustan a estrictas reglas de

conversión grafema-fonema. Estas dos vías han sido contrastadas por las investigaciones con las técnicas de neuroimagen, que registran las áreas, circuitos e interconexiones neuronales que se dan en el cerebro al leer: la vía dorsal, que se corresponde con la ruta fonológica de conversión grafema-fonema o conexión ortografía-fonología, y la vía ventral, que se corresponde con la ruta ortográfica-semántica, que da acceso de la palabra escrita a su significado (figura 1.1).

Aprender a leer supone desarrollar un sistema muy eficiente de interconexiones entre diversas áreas del hemisferio izquierdo, que procesan información ortográfica, fonológica y léxico-semántica. La vía dorsal interconecta áreas visuales del lóbulo occipital (1) con la zona occipito-temporal del buzón de las palabras (2), el área temporo-parietal y circunvoluciones angular y supramarginal (3.a) y el área frontal inferior de Broca (4). La vía ventral interconecta áreas visuales occipitales (1) con la zona occipito-temporal (2), y el área temporal media e inferior (3.b) y el área de Broca.

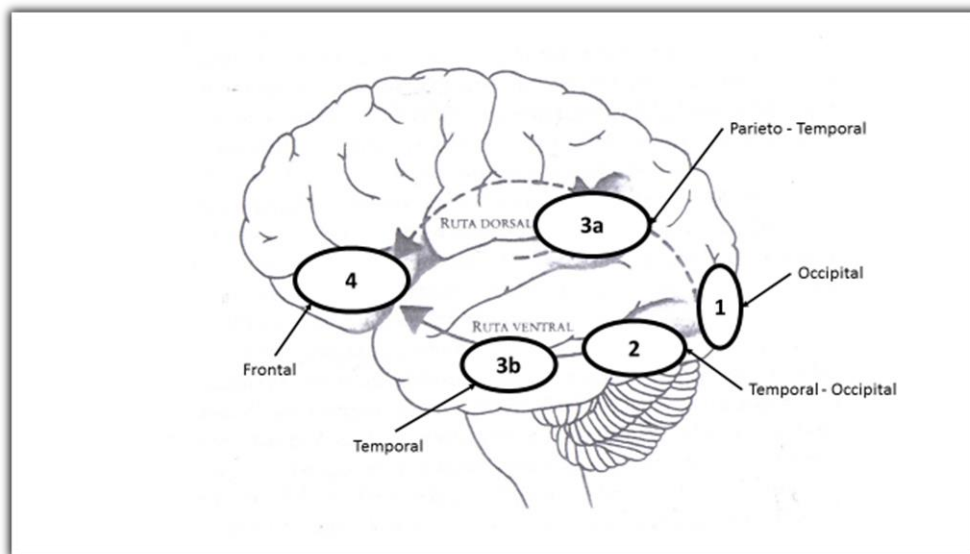


Figura 1.1. Doble ruta en la lectura

La utilización de una u otra vía no es algo voluntario y depende de varios

factores como el tipo de palabras que se leen, la competencia lectora de la persona, y el sistema de escritura, si es más opaco como el inglés o más transparente como el español. La vía dorsal es más utilizada en pseudopalabras y palabras desconocidas. La vía ventral se activa más en las palabras conocidas y frecuentes. Cuando aprenden a leer los niños activan más la vía dorsal y con la práctica lectora se va utilizando más la vía ventral. La utilización de una u otra vía también está condicionada por el tipo de escritura que se lee. Así en los sistemas ortográficos más opacos, como el inglés y menos el francés, en los que hay muchas palabras irregulares, que no se leen por correspondencia grafema-fonema, se utiliza la vía léxica o ventral. Por contra, en los sistemas de escritura más transparentes, como el castellano y el italiano, en los que las palabras son regulares, se utiliza más la vía dorsal. Ambas vías actúan interdependientes en la lectura. La vía ventral o léxica se desarrolla con la práctica, pues el niño va adquiriendo un léxico ortográfico-semántico a partir de ver y leer las palabras (Cuetos, 2014, p. 145-146).

1.3. El cerebro que lee

Los comportamientos humanos se basan en múltiples procesos mentales cognitivos y emocionales (atención, memoria, pensamiento, lenguaje, afectividad), que a su vez tienen a la base sistemas neurales muy complejos, que dependen de miles de millones de neuronas y sus conexiones, y que en gran medida está programadas por los genes (figura 1.2). Esta pirámide es un modelo para comprender los sucesivos niveles existentes en el estudio de los comportamientos programados genéticamente, como el lenguaje, la visión y audición, pero no explica adecuadamente el comportamiento lector, porque no hay genes específicos para la lectura en la base de la pirámide. Por tanto, las siguientes cuatro capas implicadas en la lectura tienen que aprender los nuevos caminos o circuitos neuronales necesarios para leer. Esto distingue la lectura, y cualquier logro cultural, de los demás procesos, y explica por qué los niños no aprenden a leer de manera natural, como el habla o la visión, que están programadas genéticamente (Wolf, 2008).

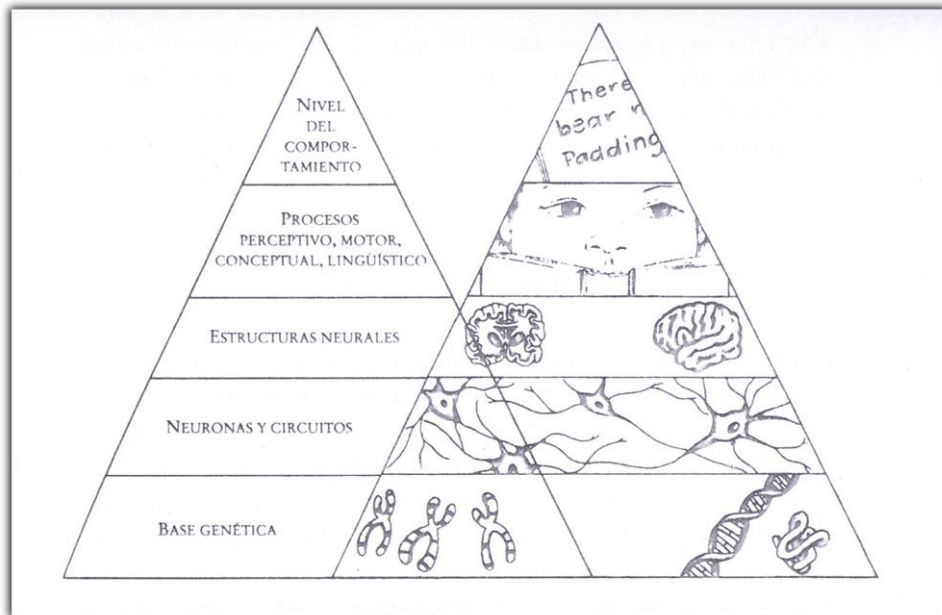


Figura 1.2. Niveles en el comportamiento lector (Wolf, 2008, p. 197)

Los primeros humanos que inventaron la escritura y el cálculo lo consiguieron gracias a la extraordinaria plasticidad del cerebro humano. S. Dehaene (2014) lo denomina *reciclaje neuronal*. La capacidad de reconocer visualmente las palabras escritas aprovecha anteriores sistemas neuronales, especializados en el reconocimiento de objetos, que ya estaban presentes en otras especies, como los simios superiores. El cerebro lector explota circuitos neuronales más antiguos, conquistados evolutivamente para otras funciones de supervivencia de las especies. Determinadas áreas visuales del cerebro de nuestros antepasados fueron utilizadas para descifrar los símbolos y letras de lenguaje escrito, gracias a unos principios innatos de diseño: la capacidad de establecer nuevas conexiones entre estructuras preexistentes, la capacidad para reconocer de forma precisa y rápida nuevos patrones de información, y la capacidad para automatizar con la práctica los circuitos neuronales que relacionan las informaciones.

Al aprender a leer se desarrollan en el cerebro nuevos circuitos neuronales que interconectan áreas implicadas en otras funciones, especialmente el lenguaje, visión y audición. Así pues, el cerebro de una persona que sabe leer es distinto del de una persona analfabeta. La alfabetización modifica el cerebro. Se

ha dicho que el aprendizaje de la lectoescritura “formatea” el cerebro. Cuando aprendemos a leer, lo hacemos automáticamente, involuntariamente, aunque no tengamos intención de leer, obligatoriamente leemos. El carácter involuntario de la lectura se comprueba con el “efecto Stroop”. El psicólogo holandés John Ridley Stroop, en 1935, mostró a los voluntarios una lista de palabras con nombres de colores diferentes. El problema era que a veces el nombre del color no coincidía con el color de la tinta con el que estaba escrita (por ejemplo, la palabra rojo estaba escrita con tinta de color azul). A la persona se le pedía que nombrara el color de la tinta con el que estaba escrita. Al medir el tiempo de reacción a esta tarea comprobó que las personas tardaban más tiempo cuando había discordancia entre la palabra que designaba el color y el color de la tinta con el que estaba escrita tal palabra. La instrucción era nombrar el color de la tinta, pero cuando era diferente el color que la palabra designaba y el color de la tinta con el que estaba escrita, el sujeto tardaba siempre más, porque lo primero, y necesario, era leer, y milésimas de segundo después decía el color de la tinta. Cuando vemos un texto escrito nos sentimos impulsados a leerlo, aunque no nos lo proponemos. La lectura es tan poderosa que no la podemos detener para identificar primero el color de las letras. Leer es más rápido que pensar.

La investigación actual con técnicas de neuroimagen, como la resonancia magnética funcional y la magnetoencefalografía, proporciona conocimientos sobre esos cambios cerebrales, estudiando personas analfabetas y alfabetizadas, o niños antes y después de aprender a leer. En 1998, Alexandre Castro-Caldas y sus colegas de la Universidad de Lisboa realizaron una investigación muy importante. En el norte de Portugal, en la década de 1930, las familias que vivían en zonas rurales eran pobres. Los padres e hijos trabajaban en los campos y no iban todos a la escuela. Con frecuencia una hermana mayor se quedaba en casa para cuidar a los niños más pequeños. Así, en las familias solía encontrarse hijos que estaban escolarizados y otros que no, viviendo en el mismo hogar y ambiente social. La comparación de dos hermanas de una misma familia era ideal para evaluar el impacto de la escolaridad y alfabetización en la organización cerebral. Doce mujeres, seis analfabetas y seis lectoras expertas, fueron evaluadas mediante IRMF y PET, en el Instituto Karolinska de Estocolmo. Las imágenes cerebrales mostraron cambios en los cerebros. Cuando los analfabetos repetían seudopalabras activaban más intensamente los lóbulos frontales, la ínsula anterior que está próxima al área de Broca, áreas cerebrales implicadas en la resolución de problemas y recuperación de recuerdos, mientras que los alfabetizados activaban con más fuerza el lóbulo temporal izquierdo, dedicado específicamente al procesamiento del lenguaje. Esto parece indicar que las personas analfabetas tratan las seudopalabras como si fueran palabras reales, que no habían entendido y

se esforzaban en buscarlas en su memoria o las regularizaban. Por ejemplo, en lugar de “banona” que es una seudopalabra decían “banana”, que tiene un significado. Los alfabetizados trataban las seudopalabras con indiferencia, como posibles, aunque no fueran reales. Las palabras sin sentido desconcertaban a los analfabetos, que consideraban las palabras inventadas como existentes, aunque desconocidas para ellos, mientras que los alfabetizados están familiarizados con palabras sin significado. Cuando conocemos el alfabeto disponemos de método para formar palabras que no existen y no nos plantea especial problema.

La parte posterior del cuerpo calloso del cerebro, que conecta los lóbulos parietales de ambos hemisferios, aparece con más densidad neuronal en los voluntarios alfabetizados. El cerebro alfabetizado utiliza más recursos del hemisferio izquierdo que el cerebro analfabeto. Estudios de Sally Shawitz (2008) evaluaron cientos de niños, buenos y mediocres lectores de todas las edades, y constataron, que a medida que mejora la competencia lectora, la activación de la zona temporo-occipital izquierda aumenta muy significativamente. Es la zona que S. Dehaene (2014) denomina “caja de letras”. El área de la caja de letras alcanza su madurez completa en la adolescencia, siempre que el niño lea habitualmente y se convierta en experto lector.

Las imágenes cerebrales también revelan importantes cambios en otras áreas del hemisferio izquierdo, como el surco temporal superior y el cortex prefrontal inferior, que están asociadas con la articulación y pronunciación de los fonemas. Este área se activa en proporción directa con la adquisición de la conciencia fonológica, o capacidad de diferenciar y manipular mentalmente en forma consciente los sonidos elementales del habla. Estas dos áreas del lenguaje hablado, que están presentes desde el primer año de vida, son muy importantes para el aprendizaje posterior de la lectoescritura.

M. Carreiras y col. (2009) han publicado una importante investigación con exguerrilleros colombianos analfabetos y alfabetizados. Registraron más densidad neuronal en el hemisferio izquierdo de los alfabetizados frente a los analfabetos. Especialmente en la circunvolución supramarginal y angular, la circunvolución temporal superior y la circunvolución temporal media, y también en el cuerpo calloso que comunica los dos hemisferios. Áreas todas ellas implicadas en el aprendizaje de la lectura. Una vez más la investigación constata que los aprendizajes culturales modifican físicamente el cerebro.

1.3.1. El sistema de lectura en el cerebro

El neurólogo francés Déjerine, a finales del siglo XIX, y Geschwind, presti-

gioso neurólogo de Harvard, en 1965, propusieron un modelo para el procesamiento de la lectura. Se trataba de un diseño serial, simple y lineal, como una cadena de procesamiento. La palabra escrita se procesaba en el área visual del lóbulo occipital, y desde allí la información comunicaba con el giro angular. Entonces la activación se propagaba al área de Wernicke, el asiento de las imágenes auditivas de las palabras, y luego al área de Broca, donde se recuperan los patrones de articulación. Finalmente conectaba con la corteza motora que controla los músculos del habla o la mano para la escritura (figura 1.3.)

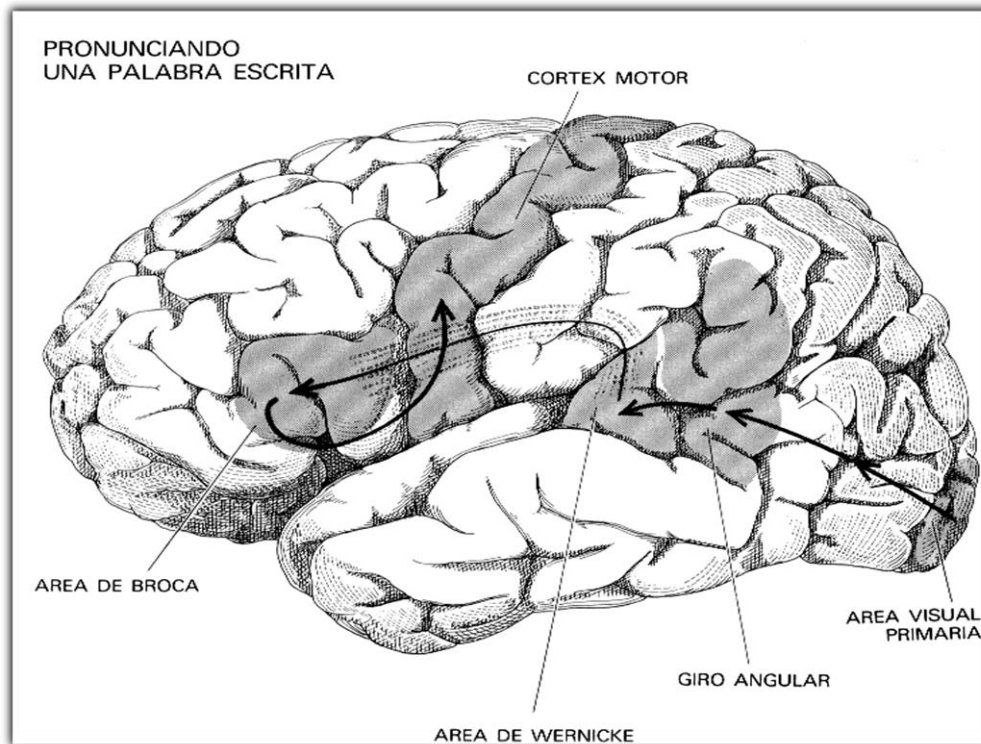


Figura 1.3. Modelo neurológico clásico de la lectura según Déjerine, Wernicke y Geschwind.

Un modelo más actual de las conexiones neurales en el cerebro, que incorpora la reciente investigación con tecnologías de neuroimagen, es el propuesto

por S. Dehaene (2014, p. 85-89). En los últimos 25 años, las técnicas de neuroimagen han revolucionado la investigación del cerebro, ya que permiten literalmente “leer en el cerebro”. Su admirable potencial está en la capacidad para volver visible la actividad cerebral, en el momento preciso en que un voluntario realiza una operación mental, como leer. El modelo propone un cerebro muchísimo más complejo, procesando en paralelo y con interconexiones bidireccionales entre múltiples áreas. La entrada visual de la palabra escrita que se procesa en áreas occipitales comunica con la caja de letras, en la zona temporo-occipital izquierda. Desde aquí se distribuye información a numerosas zonas dispersas por el hemisferio izquierdo. Unas codifican los patrones de sonido y articulación (vía dorsal, representada con cuadrados) y otras (vía ventral representada con círculos) que da acceso al significado. Este modelo es provisional y susceptible de incorporar aportaciones de nuevas investigaciones.

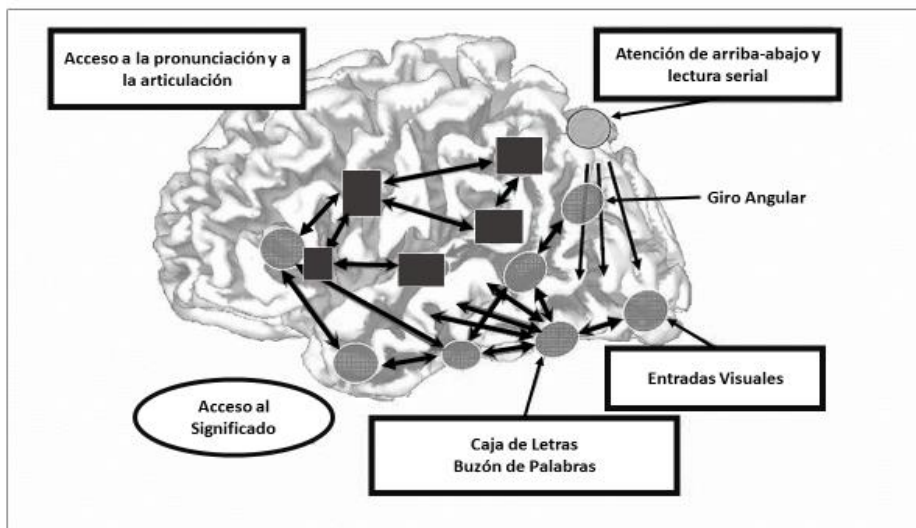


Figura 1.4. Modelo actual de las redes corticales para la lectura (Dehaene, 2014, p. 86)

Idiomas como el castellano, italiano, francés e inglés usan el alfabeto, pero han desarrollado sistemas de escritura bastante distintos. Unos como el castellano y el italiano tienen una ortografía transparente, con una correspondencia grafema-fonema regular. En francés, y más en inglés, las correspondencias entre las palabras y los sonidos resultan más complicadas, son escrituras más opacas.

Las mismas combinaciones de letras pueden tener pronunciaci3nes distintas. Con el ingl3s es preciso crear un almac3n de sonidos de palabras ligados a sus patrones precisos de ortograf3a. Este hecho implica sistemas de lectura diferentes en el cerebro.

Paulesu, Demonet y Frith realizaron un estudio de colaboraci3n europeo con tres idiomas: ingl3s, franc3s e italiano. En los tres idiomas identificaron el mismo sistema de lectura en el cerebro, que comprende tres partes interconectadas: el cortex frontal, el cortex parieto-temporal, y la parte posterior del l3bulo temporal. Aunque las 3reas cerebrales implicadas son las mismas, el grado de activaci3n difer3a seg3n los idiomas. La corteza parieto-temporal, implicada en la interpretaci3n letra-sonido est3 m3s activa en los lectores italianos. Mientras que el 3rea temporal posterior de la forma de las palabras est3 m3s activa en lectores ingleses (figura, 1.5).

La figura de arriba muestra el sistema global de lectura en ambas lenguas. La figura central muestra la regi3n implicada en la conversi3n letra-sonido, que est3 m3s activa en lectores italianos. La figura inferior representa el 3rea de la forma de las palabras, que est3 m3s activa en lectores ingleses. El sistema de lectura del cerebro comprende la parte frontal, 3rea de Broca, que es el sistema b3sico de producci3n de habla; la parte central, 3rea de Wernicke y circunvoluci3n angular, que est3 activa en la transcripci3n de letras a sonidos; el 3rea posterior, de la forma de las palabras, situada en la zona inferior del l3bulo temporal, que est3 involucrada en el almacenamiento y recuperaci3n de palabras enteras. En ingl3s y en franc3s es m3s importante reconocer formas de palabras completas que transcribir letras en sonidos. En castellano e italiano, esto es menos importante, pues el sonido de la palabra entera se obtiene a partir de la conversi3n de letras en sonidos.

Por tanto, los lectores en italiano o castellano activan el 3rea parieto-temporal m3s que los ingleses y franceses. Estos a su vez activan el 3rea de la forma de las palabras m3s que los espa3oles o italianos. Pero todos los lectores se sirven de ambas 3reas, los dos principios se combinan de modo autom3tico y ajeno a la voluntad del lector, como ve3mos en el efecto Stroop. Esto nos permite identificar la palabra entera y al mismo tiempo convertir las letras en sonidos. Parece l3gico que uno de los dos procesos tenga m3s importancia seg3n el sistema de escritura utilizado.

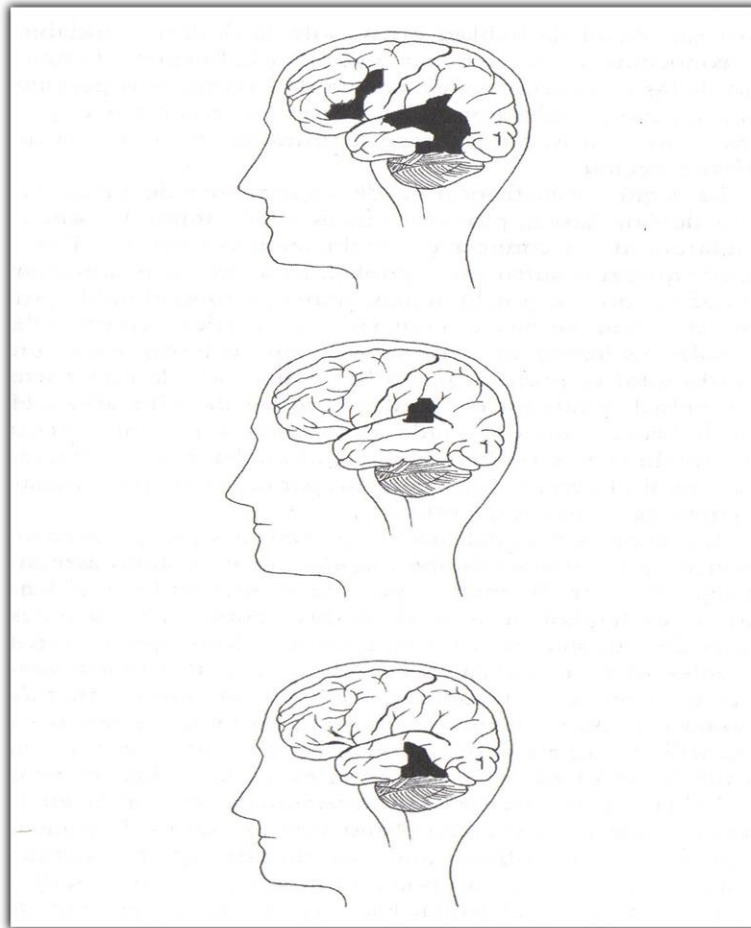


Figura 1-5. Sistema de lectura del cerebro en inglés e italiano (Blakemore y Frith, 2007, p. 120).

1.3.2. Cronometría del proceso lector.

La figura 1.4 representa el modelo de S. Dehaene, que recoge las áreas cerebrales implicadas en el proceso de lectura. Recientes investigaciones con magnetoencefalografía y electroencefalografía han permitido registrar imágenes del tiempo, en milésimas de segundo, del proceso de lectura, generando como una

película sobre la activación de sistemas neuronales en la corteza. La activación comienza en el polo occipital, asociado al procesamiento visual. Aproximadamente 170 milisegundos después, se lateraliza al hemisferio izquierdo y se focaliza precisamente en la caja de letras o buzón de palabras. Luego, 250 milisegundos después de la aparición de la palabra escrita, hay una gran explosión de actividad. La activación se propaga extensivamente hacia los lóbulos temporales y activa las regiones temporales superior, media e inferior de ambos hemisferios. Por último, 250 milisegundos después, la activación se lateraliza más fuertemente hacia el hemisferio izquierdo, con una extensión hacia el lóbulo temporal, la ínsula y el área de Broca. Este patrón de activación continúa varios cientos de milisegundos, con una incursión en las regiones frontales y un regreso sorprendente a las regiones visuales posteriores.

Es importante notar que en estas investigaciones se registra actividad de las mismas áreas cerebrales en la lectura y en el habla. Una vez que han pasado 250 milisegundos después de presentación de la palabra escrita, las áreas activadas dejaban de estar exclusivamente restringidas a la visión, y una palabra hablada las activaba de igual modo. Por tanto, el área de caja de letras en la región temporal-occipital es la última región reservada exclusivamente al procesamiento visual de las palabras. Después de este momento, las áreas de la visión del cerebro empiezan a trabajar en estrecha colaboración con las redes del lenguaje hablado (Dehaene, 2014, p. 133-134).

El tiempo que un lector necesita para leer una palabra es de unos 500 milisegundos, pero la mitad de este tiempo aproximadamente se emplea en la pronunciación de la palabra. El tiempo que se necesita para el reconocimiento visual de la palabra y su acceso al significado y fonología ronda los 250 milisegundos. Aproximadamente los primeros 60-80 milisegundos se dedican al procesamiento visual, y los 150 siguientes al procesamiento fonológico y semántico. Los 250 milisegundos, hasta los 500, están comprometidos en activar los programas motores para articular la palabra. En la lectura silenciosa, sólo se necesitan los primeros 250 milisegundos para comprender el significado (figura 1.6).

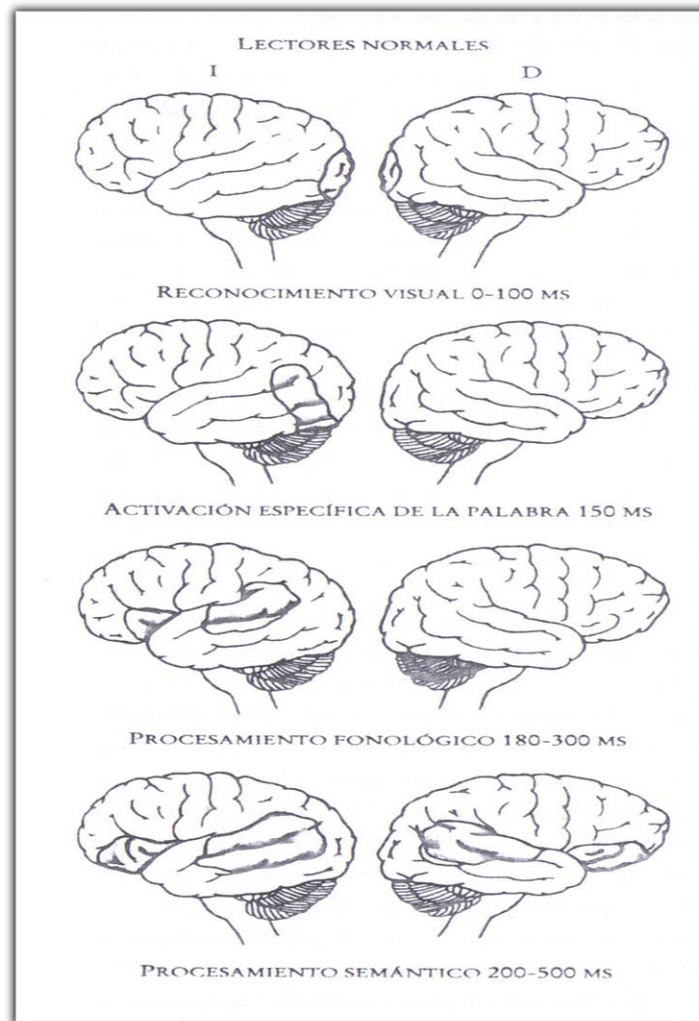


Figura 1.6. Cronometría del proceso lector (Wolf, 2008, p. 217)

De 0 a 100 milésimas de segundo: la atención y percepción visual de las letras. Toda lectura empieza con la atención. La primera operación de la atención es desconectar de lo que se está haciendo y desplazar la atención al texto. Participan en este momento las áreas de la parte posterior del lóbulo parietal. Otra red atencional que está presente en todos los momentos del proceso lector es la atención ejecutiva que se sitúa en el lóbulo frontal y que dirige el sistema visual

para concentrarse en los rasgos de letras y palabras, a la vez coordina la información y controla la memoria de trabajo.

Entre 50 y 150 milésimas de segundo: el reconocimiento de letras. En las áreas visuales del lector se forman redes neurales responsables de las imágenes visuales de las letras, las combinaciones de letras y las palabras. Estas redes se activan con extraordinaria rapidez, siguiendo el principio de Donald Hebb "las células que se activan juntas, permanecen juntas". Si a un lector se le presenta una palabra, como "gato", activará su propia red, en lugar de activar individualmente los circuitos responsables de las líneas, círculos o diagonales que componen las letras. El lector experto genera estas redes para todo tipo de representaciones mentales, desde las representaciones ortográficas a las fonológicas. En el área 37 de la región temporo-occipital se forma la caja de letras o buzón de palabras, que le permite al lector detectar si un grupo de letras constituye o no una palabra. En el lector experto las redes neuronales se especializan en patrones ortográficos del sistema de escritura. Estas redes, que no tenía antes de aprender a leer, son uno de los cambios más claros que se producen en el cerebro con la alfabetización.

De 100 a 200 milésimas de segundo: relación de letras con los sonidos o fonología con ortografía. La correspondencia grafema-fonema es la esencia del principio alfabético. Aprender el principio alfabético cambia la estructura y funcionamiento del cerebro, como anteriormente hemos comentado según investigaciones de Castro-Caldas y Carreiras. Estos cambios se dan no sólo en el cortex visual, sino también en regiones responsables de audición y fonología. Las aptitudes fonológicas dependen de la experiencia del lector, la palabra que lee y el sistema de escritura. Una palabra normal y familiar exigirá menos procesamiento fonológico. Los lectores españoles, italianos o alemanes aprenden rápidamente las reglas de correspondencia grafema-fonema y activan más la región parietal-temporal, mientras que los ingleses o franceses utilizan más la zona temporal-occipital. Algo similar ocurre en la escritura china o japonesa, que recurren a esta región posterior temporal-occipital.

De 200 a 500 milésimas de segundo: recabando todo lo que sabemos de una palabra. La recuperación de la información semántica se da por primera vez en torno a las 200 milésimas de segundo, pero seguimos recabando información alrededor de 400 milésimas de segundo. Cuanto mayor es nuestro conocimiento de una palabra, mayor es la rapidez con la que la leemos. Tener un vocabulario rico o redes semánticas complejas se refleja físicamente en el cerebro. La prolongación en el marco temporal de las 200 a las 500 milésimas de segundo refleja la gran diversidad de procesos fonológicos y de complicadas redes semánticas que llegan a usarse. Cuantas más redes estén activadas, mayor es la eficiencia

del cerebro para leer las palabras. Al igual que los procesos semánticos, la información semántica empieza transcurridas 200 milésimas de segundo, desde áreas frontales, como la de Broca, desde las áreas del lóbulo temporal izquierdo, y también desde el lado derecho del cerebelo. La información sintáctica está intrínsecamente relacionada con el conocimiento semántico y con la información morfológica. La capacidad de esos sistemas para trabajar juntos facilita la eficiencia en el periodo comprendido entre las 200 y las 500 milésimas de segundo (Wolf, 2008, p. 173-183).

1.4. Metodología en el aprendizaje de la lectura

Hemos visto que el aprender a leer conlleva importantes cambios funcionales en los cerebros de los niños. En primer término deben descubrir que las palabras se componen de fonemas, conciencia fonológica; luego identificar los grafemas de la palabra escrita y ser capaces de proyectar las letras en los sonidos correspondientes o convertir grafemas en fonemas, y más tarde establecer una segunda ruta de lectura léxica o convertir el léxico ortográfico en semántico. Aprender a leer implica literalmente una búsqueda de un “nicho neuronal” apropiado para las palabras escritas en el mosaico tan complejo de áreas corticales para la percepción de caras, objetos o colores.

Enseñar a leer es procurar que el niño pueda reconocer las letras y los grafemas y transformarlos con facilidad y rapidez en sonidos del habla. Los demás aspectos esenciales de la mente lectora –riqueza de vocabulario, comprensión de textos, juicio crítico, placer de leer- dependen de este primer paso, que es clave. Sin la decodificación fonológica, conversión grafema-fonema, de las palabras escritas, sus oportunidades quedan dramáticamente reducidas. El proceso de convertir las palabras escritas en cadenas de fonemas debe enseñarse explícitamente. No es espontáneo y natural. La ruta directa que lleva directamente de la secuencia de letras a su significado, sólo funciona después de años de práctica utilizando la ruta de decodificación fonológica.

Aprender a leer y enseñar adecuadamente es una exigencia de la escuela, de los alumnos, de los profesores, y de la sociedad. La investigación disponible proporciona conocimientos contrastados sobre la metodología adecuada para tal aprendizaje y enseñanza. Se han propuesto dos tipos de métodos: fónico y global o integral. Los debates sobre las bondades de uno y otro han sido muy intensos. El método fónico plantea enseñar intencionadamente y de modo sistemático la correspondencia grafema-fonema. Este aprendizaje permite al niño leer cualquier palabra. Se ha criticado este método tachándolo de aburrido, memorístico, pasivo.

Frente a él se ha propuesto el método global o integral que plantea enseñar a reconocer las asociaciones directas entre las palabras escritas y sus correspondientes significados. Los defensores más extremos del lenguaje integral llegan a negar la necesidad de enseñar la correspondencia entre los grafemas y los fonemas, y argumentan que este conocimiento surgirá por sí sólo como resultado de la exposición a la correspondencia entre palabras y significados. Con la metodología global se enseña un conjunto de palabras, asociándolas con sus significados directamente, sin pasar por la decodificación fonológica. Con este vocabulario inicial se estimula a los alumnos para que lean frases, pero es evidente que tal aprendizaje de vocabulario memorizado es muy limitado y, ante las palabras desconocidas, el niño tiene que adivinar su significado. Esta metodología proporciona resultados muy limitados, y distantes de la productividad inagotable propia del código alfabético.

La disputa entre los partidarios del método fónico y de método integral desbordó a los profesores y las escuelas hasta la sociedad y la política durante los últimos cincuenta años. En los Estados Unidos las “guerras de la lectura” llegaron a niveles sorprendentes. En 1987, el Estado de California aprobó un currículum de lenguas y artes que imponía el lenguaje integral. Pocos años después, en 1994, las puntuaciones en rendimiento lector de los escolares bajaron espectacularmente. Se atribuyó los resultados desastrosos al método de enseñanza y se volvió a la enseñanza sistemática del método fónico. El enfoque del lenguaje integral está hoy muy cuestionado, pero sigue todavía presente en materiales didácticos para enseñar a leer, y en la formación y mentalidad de muchos maestros. Se ha propuesto una metodología mixta que incorpora los dos métodos. Se califica de método comunicativo, natural, constructivista, y pretende combinar elementos de ambos métodos.

Es sorprendente que psicólogos, pedagogos y maestros hayan defendido una metodología que hoy está tan cuestionada. Comprender el código alfabético es esencial en la alfabetización, en el aprendizaje de la lectura. Y para aprender el código de conversión grafema-fonema es preciso enseñarlo adecuadamente al niño. Nuestro cerebro, para reconocer las palabras, las separa en letras y grafemas. El área de la caja de letras en la corteza temporo-occipital izquierda procesa en paralelo todas las letras de una palabra. Este procesamiento tan rápido explica probablemente por qué psicólogos y pedagogos muy reconocidos postularon teorías de la lectura sincrética o global. Hoy sabemos que la inmediatez de la lectura es una ilusión generada por la extrema automaticidad de las etapas que la componen y que operan fuera de la percepción consciente.

S. Dehaene (2014. p. 265-279) recoge investigaciones que confirman la superioridad de los métodos fónicos sobre los de lenguaje integral. La comprensión

y el rendimiento es mejor cuando se enseña sistemáticamente a los niños la correspondencia grafema-fonema. Al contrario de lo que afirman los partidarios de lenguaje integral, los niños a quienes se les enseña con dicho enfoque tienen dificultades cuando leen palabras nuevas, pero sobre todo son más lentos y menos eficientes en la comprensión de oraciones y textos. Estos datos refutan el supuesto de que el método fónico es memorístico, pasivo, antinatural y obstaculiza el acceso al significado del texto. Realmente la decodificación y la comprensión van de la mano, y los niños que tienen mejores resultados en la decodificación de palabras, también tienen mejores resultados en la comprensión de textos. La decodificación es indispensable para la comprensión, y cuanto más rápido se automatiza la ruta de conversión grafema-fonema, en mejor posición está el niño para concentrarse en el significado de lo que lee.

La investigación del proceso lector está en continuo avance, y no hay conocimientos ni fórmulas definitivas, pero hoy podemos afirmar que la conversión de letras en sonidos es una etapa esencial en el aprendizaje de la lectura. Todos los esfuerzos de enseñanza se deben enfocar inicialmente en el objetivo de dominar el principio alfabético, según el cual a cada letra o grafema corresponde un fonema. En el jardín de infancia se debe preparar a los niños para el aprendizaje de la lectura. Se puede trabajar el nivel fonológico jugando con palabras y los sonidos que las componen, sílabas, rimas. Las canciones y juegos infantiles también son buenos recursos. A nivel visual y motriz se puede reconocer y trazar las formas de las letras. Se puede incorporar la metodología Montessori. Después se debe enseñar a los niños la correspondencia de letras y sonidos y el orden fijo de las letras, de izquierda a derecha.

Aprender la mecánica de la lectura no es un fin en sí mismo. Tiene sentido si lleva al significado. La enseñanza de la lectura tiene como objetivo comprender el texto. Leer no es sólo decodificar grafemas convirtiéndolos en fonemas, requiere comprender lo que está escrito (García García, 2004). Por ello es importante que, cuando está aprendiendo, el niño lea palabras u oraciones fácilmente comprensibles, y que pueda parafrasear, resumir o repetir. También es conveniente ir paso a paso. Las palabras u oraciones que se presentan en clase deben incluir grafemas y fonemas que se han trabajado explícitamente. Se tiene que evitar la improvisación y preparar las clases con esmero.

La enseñanza de la lectura también depende de cada idioma y cultura. Es más fácil el aprendizaje de las escrituras transparentes como el castellano, italiano, alemán, griego, que el aprendizaje de escrituras más opacas como el inglés. En castellano e italiano bastan pocos meses de escolarización para que el niño pueda leer cualquier palabra, ya que la ortografía es regular. En China y en Japón las clases de lectura llegan más allá de la adolescencia, ya que los estudiantes tienen

que aprender varios miles de caracteres necesarios para leer.

1.5. El cerebro disléxico

Algunos niños tienen graves dificultades específicas para aprender a leer, aunque en otras áreas sean inteligentes, y hasta brillantes, y reciban instrucción escolar adecuada. La dislexia es un trastorno específico del aprendizaje (DSM-5, 2014), que se caracteriza por una seria dificultad para aprender a leer, que no se puede atribuir al retraso mental, a un déficit sensorial o a un contexto familiar desfavorecido. Esta caracterización implica que no todos los lectores con dificultades son disléxicos. Los déficits auditivos o visuales, una deficiencia mental, un contexto social, familiar o escolar pobre, incluso la complejidad de reglas ortográficas del sistema de escritura, pueden explicar las dificultades con la lectura. Sólo cuando estas causas se han excluido, cabe el diagnóstico de dislexia.

Se diferencia entre dislexia evolutiva o del desarrollo y dislexia adquirida o alexia. En la dislexia evolutiva la persona no logra el aprendizaje adecuado de la lectura, mientras que en la dislexia adquirida la persona, que leía normalmente, presenta serios problemas en la lectura, como consecuencia de determinadas lesiones cerebrales. Según la figura 1.1 diferenciamos dos rutas en el cerebro cuando leemos: una ruta más directa, cuando la palabra escrita, o léxico ortográfico, se asocia con el significado, y otra ruta más indirecta, cuando los grafemas o letras de la palabra escrita se convierten en sonidos o fonemas para alcanzar el significado. Según la ruta que se vea afectada como consecuencia de la lesión cerebral tenemos tipos de alexias diferentes: alexia superficial, fonológica y profunda (Ardila, y Rosselli, 2007, p. 94-96; Diéguez-Vide y Peña-Casanova, 2012, p 224-232).

La alexía superficial se caracteriza porque los pacientes conservan el sistema de lectura grafo-fonémica, si bien pueden incurrir en errores al utilizar este sistema de correspondencia. Las palabras regulares y las seudopalabras legítimas son más fáciles de leer que la irregulares. Las personas conservan el sistema de conversión grafema-fonema, mientras que la ruta léxica está alterada. Algunos autores consideran que la alexia superficial no es demasiado grave en castellano, porque al tener una escritura transparente todas las palabras y seudopalabras se pueden leer por la ruta de conversión grafema-fonema. Si bien esto es cierto, también hay que tener en cuenta otras alteraciones, como mayor lentitud en la lectura y lo que se denomina efecto de longitud de la palabra. La alexia fonológica se caracteriza por una alteración de la ruta fonológica, quedando preservada

la ruta léxica. Supone un déficit en la capacidad para leer pseudopalabras, mientras que conserva la capacidad para leer palabras reales. La lectura de pseudopalabras requiere el uso de la ruta fonológica, de correspondencia grafema-fonema, que se encuentra alterada, y por tanto la lectura se hace sólo por la ruta léxica. En la alexia profunda, tanto la ruta léxica como la fonológica, se encuentran alteradas, y el paciente presenta un déficit muy grave en la lectura.

La dislexia evolutiva es un trastorno bastante frecuente. Se estima que entre 5% y 17% de los niños presentan este trastorno. Las estimaciones de porcentajes tan altos, según algunos autores y estudios, se deben a los límites que se establecen para definir el trastorno. La prevalencia de la dislexia depende del criterio arbitrario de "normalidad" en el comportamiento lector que se decida. El diagnóstico de dislexia se basa frecuentemente en considerar los resultados de un niño en tests de lectura, cuando son significativamente inferiores a los resultados en pruebas de capacidades mentales generales.

Pero afirmar un grado de arbitrariedad en el diagnóstico no conlleva concluir que la dislexia es una pura construcción social. Muy al contrario, la dislexia tiene una causa cerebral. Las investigaciones confirman que las habilidades lectoras son genéticamente heredadas. Los gemelos univitelinos tienen resultados que correlacionan mucho más que los mellizos. Si un niño presenta dislexia sus hermanos tienen un 50% de posibilidades de ser también disléxicos. Pero hablar de base genética no conlleva admitir dependencia de un gen, se da un grupo de genes y un conjunto de factores de riesgo que afectan al aprendizaje de la lectura. La lectura, como hemos visto, depende de complejas conexiones neuronales, que a su vez dependen del código genético y de la estimulación ambiental. La figura 1.2 de procesos en la lectura también explica los distintos niveles que pueden verse afectados en las dificultades para leer, y las causas de la dislexia desde los genes hasta el comportamiento disléxico.

Si hemos visto que el aprendizaje de la lectura y escritura se apoya en el andamiaje del lenguaje hablado, es razonable admitir que las dificultades para leer y escribir pueden tener algo que ver con el hablar. Así, muchos niños con dislexia presentan también problemas con el lenguaje hablado y la memoria verbal. Les cuesta recordar y repetir palabras nuevas. Los niños disléxicos también presentan a menudo problemas de atención, algunos tienen dificultades visuales y confunden formas de letras, otros presentan disfunciones auditivas. También pueden mostrar dificultades en la coordinación motora y les resulta difícil tomar un lápiz adecuadamente para escribir. Cada persona con dislexia tiene un perfil propio, muestra unas capacidades y unas dificultades. Puede que las competencias verbales no sean sus fortalezas, pero quizá sean más competentes en creatividad, diseño, informática, razonamiento matemático, resolución de problemas

visoespaciales, por ejemplo. Es obligado identificar los puntos fuertes que puedan permitir al disléxico afianzar su autoestima y aprovechar sus potencialidades (Blakemore y Frith, 2007, p. 134-137; Wolf, 2008, p. 229-244).

La investigación disponible sobre la dislexia lleva a admitir que la principal deficiencia que caracteriza a la mayoría de disléxicos es un déficit en el procesamiento fonológico o conversión de las letras escritas en los sonidos del habla. El objetivo de la lectura es comprender textos, pero la dificultad del disléxico no está en ese nivel más alto. El déficit está en el nivel más básico, en la conversión de grafemas en fonemas. Este déficit en el procesamiento fonológico perturba la decodificación y obstaculiza el reconocimiento rápido de la palabra. Tal déficit básico bloquea el acceso a los procesos lingüísticos de orden superior y significado del texto. Así, aunque los procesos lingüísticos implicados en la comprensión del texto se encuentren preservados, no se activan adecuadamente, porque sólo se accede a ellos cuando se han identificado las palabras (Ramus, et al., 2003; Shaywitz, 2008; Dehaene, 2014).

Hemos comentado que aprender a leer y escribir consiste en desarrollar un sistema de interconexiones muy eficiente entre las áreas visuales del cerebro y las áreas del lenguaje; por tanto es razonable pensar que la causa de la dislexia puede estar en un déficit en tales conexiones entre visión y lenguaje, entre reconocimiento visual y procesamiento fonológico. Las tecnologías de neuroimagen proporcionan datos que avalan esta hipótesis y sitúan una zona crítica en el cerebro, en el lóbulo temporal izquierdo. Una investigación de Paulesu, Demonet y Frith, con disléxicos ingleses, franceses e italianos, comparados con correspondientes controles, constató una anomalía muy clara. Una zona del lóbulo temporal izquierdo no estaba suficientemente activada. Todos los estudios de personas disléxicas con tecnologías de neuroimagen, cuando se compara con lectores normales, notan una reducción de actividad cerebral en esta área del cerebro, el área de la caja de letras o buzón de palabras (Shaywitz, 2008; Dehaene, 2014).

Otra anomalía cerebral frecuente en disléxicos se da en la corteza frontal izquierda y el área de Broca, que es una zona crítica para la sintaxis y la articulación. Esta zona está hiperactiva cuando los disléxicos intentan leer. Este dato puede interpretarse como una estrategia compensatoria para contrarrestar la insuficiente activación de las regiones posteriores y producir el habla. La región temporal-occipital izquierda, donde se localiza la caja de letras, también está poco activa en los disléxicos. Esta área está involucrada en la tarea de relacionar las formas visuales y los sonidos del habla con los significados, y la alteración de la misma puede ser causa de las dificultades de aprendizaje de la lectura. Este déficit doble, visual y fonológico, se ha constatado mediante investigaciones con magnetoencefalografía, una técnica que registra, con una precisión espacial de

un milímetro y temporal de un milisegundo, la actividad cerebral en el cortex. Se visualiza que áreas clave no están suficientemente activas, tanto en la etapa del análisis visual como en la decodificación fonológica.

A nivel macroscópico, la distribución básica de las conexiones corticales parece estar desorganizada en los disléxicos. La materia gris está más reducida en algunos lugares y presenta más densidad neural en otras zonas. Un descubrimiento significativo con resonancia magnética anatómica muestra que los disléxicos tienen más materia gris en el giro temporal medial izquierdo. Hasta el punto que la medida de esta anomalía en cada sujeto predice muy bien la severidad del déficit en la lectura. El neurólogo Albert Galaburda, en la Harvard Medical School, ha descubierto que ensamblajes de neuronas en el cerebro del disléxico no están en el lugar adecuado. Parece que durante el desarrollo fetal del cerebro grupos de neuronas migran desde la zona germinal -que está alrededor de los ventrículos, donde se forman por división celular- hacia su posición final en las diferentes capas de la corteza. La división neuronal y la migración son momentos críticos en el desarrollo de un cerebro normal, y en estos momentos el cerebro es más sensible a determinados patógenos, como el alcohol y drogas, pero también pueden tener consecuencias otras afecciones febriles. Por causas todavía desconocidas estas neuronas se agrupan y acumulan en las áreas cerebrales involucradas en la lectura, particularmente en el área temporo-occipital izquierda, la caja de letras que tiene un papel esencial en el reconocimiento visual de las palabras.

Otro resultado en las investigaciones es que los tractos de sustancia blanca, que se encuentra debajo de la superficie cerebral y contiene las fibras recubiertas de mielina que interconectan las áreas cerebrales, son más delgadas en el sistema de lectura del cerebro de los disléxicos. Parece que son más débiles las conexiones entre las tres regiones del sistema de lectura: la frontal, la parietal y la temporal. Es la región temporal del hemisferio izquierdo la que está menos activa en el cerebro del disléxico.

La organización funcional del cerebro depende del código genético y también de la estimulación ambiental. Se han logrado avances muy notables en la descripción de los mecanismos genéticos que subyacen a la dislexia. Pero todavía no se sabe las causas de las anomalías iniciales en la migración neuronal, que se supone origina la discapacidad. La investigación sobre el genoma humano ha llevado a la creación de grandes bases de datos sobre disléxicos. Al cruzar información genética con pruebas cognitivas se han vinculado con la dislexia seis vastas regiones del genoma humano, en los cromosomas 1, 2, 3, 6, 15, y 18, lo que sugiere una anomalía en la transmisión de porciones de ADN y que algunas

partes del genoma parecen puntos clave que tienden a transmitirse con más frecuencia en los disléxicos. Se han identificado ya algunos genes susceptibles de controlar la migración neuronal, que es clave en la organización del cerebro durante el embarazo. Los avances en la investigación genética son espectaculares y cabe esperar que en un futuro no lejano conoceremos la cadena causal que conecte los genes al comportamiento disléxico.

La investigación sobre la genética y las bases cerebrales de la dislexia no conlleva mantener posturas pesimistas en cuanto a los resultados de los programas de intervención y compensación de las personas disléxicas. Muy al contrario, estos estudios traen nuevas esperanzas. Los maestros no pueden desanimarse cuando saben que la dislexia se debe a causas genéticas y alteraciones cerebrales, y concluyen que poco o nada pueden hacer. El cerebro es un órgano maravilloso, que está continuamente cambiando y estableciendo nuevas conexiones. En eso consisten los aprendizajes. Cien mil millones de neuronas y una media de diez mil conexiones cada una, nos da mil billones de conexiones en nuestro cerebro. Los genes y la experiencia tienen similar importancia. Los millones de redes neuronales redundantes que tiene el cerebro del niño pueden compensarse mutuamente por sus deficiencias. Los aprendizajes modifican los patrones de expresión de nuestros genes y también los circuitos neuronales, y así tenemos la oportunidad de compensar las deficiencias, como la dislexia. En coherencia con lo que hemos visto en el aprendizaje de la lectura, la mayoría de los programas más exitosos para el tratamiento de la dislexia trabajan la conciencia fonológica, ayudando a los niños a identificar y manipular letras y sonidos. Los programas informáticos que se están desarrollando muestran resultados muy valiosos.

1.6. El cerebro que escribe

Escribir es una tarea muy compleja que implica procesos mentales diversos, cognitivos y afectivos, y que compromete a todo el cerebro. Escribir supone, al menos, un conocimiento de los códigos de lenguaje (fonemas, grafemas, palabras), una capacidad para convertir los fonemas en grafemas, un conocimiento del sistema grafémico, una habilidad psicomotriz, una capacidad visoespacial que permita distribuir, juntar y separar palabras, además de los conocimientos y memorias sobre el mundo y nosotros mismos.

La escritura, igual que la lectura, se aprende a partir del lenguaje hablado. Cuando el niño ha alcanzado una competencia lingüística, vocabulario y gramática, a los cinco o seis años, es capaz de contar una historia sobre algo o alguien.

Los niños que desarrollan competencias narrativas aprenden a escribir más fácilmente. Pero para aprender a escribir tiene que alcanzar también destrezas motoras. Aunque al empezar a escribir los niños puedan servirse de letras de plástico o teclados de computadora, para escribir en papel con lápiz o bolígrafo tienen que ser capaces de controlar los movimientos finos de mano y dedos, que no se desarrollan hasta pasados los cinco años de edad. La coordinación de manos y dedos la suelen conseguir antes las niñas que los niños, pero hay grandes diferencias individuales en el ritmo de adquisición de la coordinación motriz. Algunos niños presentan mayores dificultades en el desarrollo motriz, debido a alguna alteración cerebral. Se denomina dispraxia, y se observa, además de la escritura, en otros movimientos finos, como abrocharse los botones.

El aprendizaje de la escritura, igual que la lectura, pasa por diversas etapas, desde los primeros aprendizajes del niño a la actividad del escritor experto. Los modelos cognitivos de la escritura que se han propuesto diferencian básicamente tres tipos de procesos: planificar, producir y revisar, que se retroalimentan en interacción continua. La planificación es una categoría amplia que incluye plantear objetivos, ser consciente de las competencias personales, identificar las características de la tarea, tomar decisiones. La producción o generación del texto incluye la elaboración mental del mensaje o contenido y su transcripción a texto escrito. Están presentes las memorias semánticas y biográficas y la memoria a corto plazo, además de coordinación motriz. La revisión y autocontrol están presentes en todo momento durante la escritura, y particularmente en los resultados, para revisar lo escrito, tanto en aspectos formales como de contenido. Los procesos de planificación, supervisión y control dependen fundamentalmente de los lóbulos frontales y sistema ejecutivo. Los procesos de generación del texto y transcripción dependen de los sistemas parietal y temporal, que hemos comentado en la lectura. En los procesos motores están implicados el lóbulo parietal superior izquierdo y las áreas premotora y motora del lóbulo frontal izquierdo, en los diestros.

En correspondencia con lo que veíamos en la lectura, cuando las áreas cerebrales implicadas en la escritura no se conforman adecuadamente, y las necesarias interconexiones entre ellas no se logran, hablamos de disgrafía evolutiva. Cuando una persona que escribe normalmente, a consecuencia de una lesión cerebral, pierde esa capacidad hablamos de disgrafía adquirida o agrafía. Según el área afectada tendremos distintos tipos de agrafía.

Dado que la escritura exige la activación de numerosas áreas cerebrales, que pueden ser afectadas específicamente según la lesión, los síntomas de las agrafías son muy variados. Se han propuesto distintos modelos de clasificación de las agrafías (Ardila y Rosselli, 2007). Una clasificación clásica diferencia las

agrafias afásicas y no afásicas. Las grafías afásicas se corresponden con las afasias del lenguaje hablado. Así la grafía en la afasia de Broca se caracteriza por escritura lenta, que exige mucho esfuerzo, con caligrafía torpe y producción abreviada, agramatismo y simplificaciones silábicas. La grafía en la afasia de Wernicke presenta una escritura fluida, con letras bien formadas, pero mal combinadas, que no dicen nada. Son muy frecuentes las paragrafias literales, con adiciones, sustituciones y omisiones de letras y neologismos. La gramática está conservada. Las oraciones pueden no tener límites definidos y hay ausencia de nombres. La grafía en la afasia de conducción se caracteriza por una mejor escritura espontánea que al dictado. El paciente reconoce que la palabra está mal escrita, pero al intentar corregirla añade nuevos errores. La escritura está llena de tachaduras. El paciente asegura conocer la palabra, pero no puede recordar cómo se escribe. La escritura es lenta y difícil. Las letras están pobremente formadas, pero son reconocibles. En otros tipos de afasias también se dan las correspondientes grafías. Las grafías no afásicas se caracterizan por dificultades motoras que alteran la escritura, y dificultades visoespaciales, que trastornan la organización de las palabras en el texto.

De acuerdo con lo comentado en la lectura y sus trastornos, también en la escritura pueden verse afectadas la ruta fonológica, la léxica o las dos, y presentar síntomas específicos. Son grafías centrales, pues están afectados los procesos de planificación, producción y evaluación de la escritura. En la grafía fonológica el paciente conserva la capacidad para escribir palabras familiares, pero no puede escribir pseudopalabras o palabras desconocidas. Es consecuencia de lesiones en una amplia región perisilviana, que participa en el procesamiento fonológico y también la circunvolución supramarginal. En la grafía superficial o léxica el paciente es capaz de escribir correctamente palabras regulares y pseudopalabras, pero comete errores con palabras de ortografía irregular, en español se llama disortografía. Está asociada a lesiones en circunvolución angular y el lóbulo parietal-occipital. En la grafía profunda están afectadas las dos vías y el paciente muestra una incapacidad para deletrear pseudopalabras y palabras funcionales y presenta paragrafias semánticas. Las lesiones cerebrales son más extensas en las áreas perisilvianas, incluyendo la circunvolución supramarginal y la ínsula.

Además de las grafías centrales están las grafías periféricas. Los pacientes presentan dificultades motrices para escribir pero tienen preservados los procesos centrales. Hay varios tipos de grafías periféricas. Las áreas cerebrales afectadas son las implicadas en la planificación, ejecución y control de movimientos: el lóbulo parietal superior izquierdo y el lóbulo frontal, particularmente el área de Exner y las áreas premotora y motora y también los ganglios basales. Los

pacientes presentan dificultades para escribir letras y palabras, realizan grandes esfuerzos por falta de coordinación. Su escritura muestra aspecto irregular, con micrografía, hasta llegar a ser ilegible.

Preguntas de autoevaluación

- 1. Afirmar que los humanos tenemos un cerebro programado para hablar significa que**
 - A) El lenguaje está programado en los genes.
 - B) Hablar, leer y escribir es natural en el hombre.
 - C) El lenguaje depende del código genético y de la estimulación ambiental.
 - D) El lenguaje es una capacidad heredada.
 - E) El lenguaje es innato en el ser humano.

- 2. La ruta fonológica en el cerebro se caracteriza por**
 - A) Aprender fonemas.
 - B) Convertir grafemas en fonemas.
 - C) Convertir fonemas en palabras
 - D) Adquirir conocimientos de fonología
 - E) Convertir fonemas en significados.

- 3. La principal característica de la dislexia evolutiva es**
 - A) Dificultad para el procesamiento fonológico.
 - B) Dificultad para producir los sonidos del habla.
 - C) Dificultad para leer como consecuencia de una lesión cerebral.
 - D) Dificultad para entender lo que dice otra persona.
 - E) Dificultad para aprender la gramática antes de los cinco años.

- 4. La caja de letras del cerebro, según S. Dehaene, se localiza en**
 - A) La zona frontal del hemisferio izquierdo
 - B) El lóbulo parietal del hemisferio derecho
 - C) La zona occipital del hemisferio derecho
 - D) La zona temporal-occipital del hemisferio izquierdo.
 - E) La zona temporal-occipital del hemisferio derecho.

- 5. La metodología más adecuada para enseñar-aprender a leer debe**
 - A) Aprovechar todos los métodos que existen.
 - B) Conseguir que el alumno aprenda a leer.
 - C) Utilizar la metodología constructivista.

- D) Conseguir que el niño aprenda a convertir los grafemas en fonemas.
- E) Utilizar una metodología integral.

Respuestas: 1=C; 2=B; 3=A; 4=D; 5=D.

Referencias bibliográfica

- Ardila, R. y Rosselli, M. (2007). *Neuropsicología clínica*. México: Manual Moderno
- Blakemore, S-J. y Frith, U. (2007). *Cómo aprende el cerebro*. Barcelona: Ariel
- Castro-Caldas, A. et al. (1998). The illiterate brain: learning to read and write during childhood influences the functional organization of the adult brain. *Brain*, 121, 1053-1063
- Carreiras, M. et al. (2009). An anatomical signature for literacy. *Nature*, 461, 983-986
- Chomsky, N. (1998). *El conocimiento del lenguaje: su naturaleza, origen y uso*. Barcelona: Altaya
- Chomsky, N. (2003). *Sobre la naturaleza y el lenguaje*. Madrid: Cambridge University Press
- Cohen, M. y Fare, J. (1968). *La escritura y la psicología de los pueblos*. México: Siglo XXI
- Cuetos, F. (2012). *Neurociencia del lenguaje*. Madrid: Editorial Médica Panamericana
- Dehaene, S. (2014). *El cerebro lector*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Dieguez-Vide, F. y Peña-Casanova, J. (2012). *Cerebro y lenguaje*. Madrid: Editorial Médica Panamericana
- DSM-5. (2014). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*. Madrid: Editorial Médica Panamericana
- García García, E. (2001). *Mente y cerebro*. Madrid: Síntesis
- García García, E. (2004). Estrategias cognitivas y metacognitivas en la lectura y escritura. En C. González-Landa y T. Álvarez Angulo (eds.) *Leer y escribir desde la educación infantil y primaria*. Madrid: MEC.
- Karmiloff, K. y Karmiloff-Smith, A. (2005). *Hacia el lenguaje*. Madrid: Morata.
- Mariscal, S. y Gallo, P. (2014). *Adquisición del lenguaje*. Madrid: Síntesis
- Mehler, J. y Dupoux, E. (1994). *Nacer sabiendo*. Madrid: Alianza
- Pinker, S. (1994). *El instinto del lenguaje*. Madrid: Alianza

- Ramus, F. et al. (2003). Theories of developmental dyslexia. *Brain*, 123, 841-865
- Shaywitz, S. E. (2008). *Overcoming dyslexia*. Nueva York: Random House
- Wolf, M. (2008). *Como aprendemos a leer*. Barcelona: Ediciones BSA