

María Jesús Benedet

Cuando la "Dislexia" no es Dislexia

UN ACERCAMIENTO DESDE LA NEUROCIENCIA COGNITIVA



Índice

Introducción	11
PRIMERA PARTE. Cuestiones preliminares	21
Capítulo 1. La Neurociencia Cognitiva.....	23
Capítulo 2. El lenguaje oral y la lectura consolidada	41
SEGUNDA PARTE. Funciones “pre- y poslectoras”	57
Capítulo 3. El Sistema de Atención.....	59
Capítulo 4. El Sistema Perceptivo-Gnóstico.....	71
Capítulo 5. Sistemas de Memoria, Pensamiento y Aprendizaje.....	83
Capítulo 6. El Sistema Práxico.....	95
TERCERA PARTE. La adquisición de la lectoescritura y sus alteraciones	101
Capítulo 7. La adquisición de la lectura	103
Capítulo 8. Alteraciones disléxicas del aprendizaje de la lectura	115
Capítulo 9. La escritura al dictado y sus alteraciones.....	127
CUARTA PARTE. Aplicaciones al diagnóstico diferencial	135
Capítulo 10. Diagnóstico diferencial de las alteraciones del aprendizaje de la lectura	137
Capítulo 11. Las etiquetas “Diagnósticas”	153
QUINTA PARTE. Aplicaciones a la enseñanza de la lectoescritura	161
Capítulo 12. Metodología de la enseñanza de la lectura	163
Capítulo 13. La comprensión lectora.....	175
Conclusiones	183
Referencias	189

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de la arquitectura básica del SPL	45
Figura 2. Tipos de cajas correspondientes a cada uno de los tipos de componentes incluidos en el diagrama de la Figura 3.....	49
Figura 3. Diagrama de la lectura de palabras en voz alta en cascada, según Coltheart y otros (2001, p. 213).....	50
Figura 4. Principales estructuras cerebrales que integran la red que sustenta la lectura en voz alta de palabras.	54
Figura 5. Componentes del Sistema Cognitivo implicados en el procesamiento de los objetos.....	74
Figura 6. Niveles de procesamiento para la conversión viso-grafémica.....	75
Figura 7. Niveles de procesamiento para la conversión acústico-fonémica.....	76
Figura 8. Esquema del concepto tradicional de Memoria Operativa	87
Figura 9. Los sistemas de memoria transitoria (tomado de Shallice y Cooper, 2011, p. 265).....	89
Figura 10. Aprendizaje de la lectura por la ruta subléxica.....	107
Figura 11. Lectura de palabras en voz alta por las rutas subléxica y léxica.....	111
Figura 12. Componentes del SPL implicados en el procesamiento de la escritura al dictado.	131
Figura 13. Niveles de procesamiento para la producción de la escritura	132
Figura 14. Niveles de procesamiento de la señal del lenguaje antes y después de su procesamiento por el SPL.....	146

Introducción

El programa de Documentos TV dedicado a “La Dislexia”, emitido en más de una ocasión por el canal 2 de TVE, presenta la dislexia como un cajón de sastre que contiene cualquier tipo de dificultad de aprendizaje o de adaptación escolar que pueda presentar un niño. Esto me incitó, la misma noche en que lo vi por primera vez, a sentarme ante el ordenador para empezar a escribir mi libro sobre “Los cajones *desastre...*” (Benedet, 2011). Junto con la dislexia, la hiperactividad (o TDA-H) y un par de cajones más utilizados con los niños, en mi libro figura también “La enfermedad de Alzheimer” (EA), un cajón en el que se incluye a toda persona de cierta edad que parece presentar una demencia. Y ello, a pesar de que sabemos que en no más de un 50-60% de los pacientes, la demencia es atribuible a la EA. En los demás casos, se trata de otra de las demencias corticales con las que —a diferencia de lo que ocurre con la EA— la neuropsicología puede ayudar al paciente (y a sus cuidadores) a lograr una mejor calidad de vida a lo largo del proceso de la correspondiente enfermedad. Una vez concluido mi libro, sometí a la Fundación Ramón Areces un proyecto para celebrar un simposio internacional titulado “Diagnóstico diferencial de las demencias corticales. Un enfoque pluridisciplinar”. El simposio se celebró los días 29 y 30 de octubre de 2012, con la participación de una docena de ponentes entre los mejores expertos en cada tema a nivel mundial. A pesar de que los principales destinatarios —junto con los neuropsicólogos— eran los psiquiatras y los neurólogos, acudieron muy pocos de estos dos últimos profesionales. Sin embargo, la Fundación ha colgado en su TV los vídeos de las ponencias completas, lo que permite esperar que los profesionales implicados en ese diagnóstico diferencial puedan verlos si lo consideran enriquecedor para ellos. Una tercera consecuencia del mencionado programa de Documentos TV es el presente libro.

Además de ese programa, son varias las razones que me han incitado a escribir este nuevo libro. Una de ellas es el fracaso escolar tan elevado que hay en España y el

fracaso de nuestro entero sistema educativo, que cada informe PISA deja irrevocablemente sancionado. Es preciso tener muy claro que las causas del fracaso escolar son muy diversas, y están lejos de ser sólo las que corresponderían a los *cajones desastre* al uso (a los que parece venir a sumarse un tercero, del que hablaré en el Capítulo 11). Los resultados de cada uno de esos informes, además —o quizás sólo debido a ello— de desacreditar ante el mundo al sistema educativo español, levanta ampollas entre nuestros responsables oficiales de dicho sistema educativo; unas ampollas que se limitan a intentar curar con un simple “bla, bla, bla...”, sin abordar, hasta ahora, el tema cogiendo el toro por los cuernos. Una demostración más de ello es la reciente “Ley de Calidad de la Enseñanza” del Ministro Wert, en la que en ningún momento se aborda el tema de cómo poner un remedio eficaz a la falta de calidad de la docencia. Donde de verdad se coge el toro por los cuernos (entre publicaciones de otros autores) es en Benedet (2010). Aunque sólo sea a nivel de denuncia (el único que está a mi alcance), en este libro —junto con las denuncias— se proponen las recetas necesarias para remediar el grave problema de la falta de calidad en cada uno de los niveles de la enseñanza oficial (preescolar y primaria, media, y superior). Se trata, desde luego, de unas recetas drásticas. Pero el nivel tan severamente grave de la calidad de la docencia en España no se resolverá nunca con medias tintas. O se resuelve desde la raíz —y para ello se precisan recetas drásticas— o no se resuelve. Curiosamente, el propio ministro Wert dió la razón a mi afirmación (en dicho libro) de que el sistema educativo español, lejos de formar a los niños, adolescentes y jóvenes que caen en sus manos, los deforma. En una reciente entrevista, charla o rueda de prensa televisada, el ministro afirmó que se había demostrado que, a la edad de 10 años, los niños que habían entrado en el sistema escolar a los 3 años estaban más atrasados que los niños que habían entrado más tarde.

Una segunda razón —entre las que me han incitado a escribir este nuevo libro— es que la nueva Ley de Calidad, en lugar de abordar la calidad de la docencia, establece una serie de exámenes que sólo pueden discriminar y excluir a los niños que presentan dificultades de aprendizaje y de adaptación escolar, que no han sido objeto de un diagnóstico y un tratamiento correctos y a tiempo. Se trata de niños víctimas de la ignorancia de los profesionales responsables de que sean detectados a tiempo y de que, también a tiempo, se les proporcione ese diagnóstico y ese tratamiento correctos; y ahora van a resultar ser doblemente víctimas gracias a una ley que les discrimina y les excluye del acceso a la formación académica que cada uno desee elegir libremente para su futuro. Por supuesto, esos exámenes sólo podrán

excluir a los niños que, a pesar de su fracaso escolar, no han acumulado todavía la suficiente frustración como para haber abandonado ellos mismos la escolaridad, pasando a engrosar las cifras de “abandono escolar”, que colocan a España en el tercer lugar de la Unión Europea, tras Malta y Portugal. Y, lo más triste, es que —en una buena mayoría de casos— se trata de niños con una inteligencia por lo menos media, y con frecuencia superior.

La tercera razón es que las alteraciones del lenguaje, y con ellas la dislexia, han venido siendo el objeto de estudio preferente y primordial de la Neuropsicología Cognitiva y, dentro de ésta, de su rama denominada Neurolingüística, y hoy lo es de la Neurociencia Cognitiva. Ahora bien, lo que en España se enseña y se practica en nombre de estas disciplinas tiene poco o nada que ver con lo que la comunidad científico-académica internacional que trabaja en ellas ha venido y viene investigando, enseñando y practicando en los ámbitos clínico y escolar en las últimas cuatro largas décadas. Digamos que, a finales de la década de los 60 del siglo pasado —en que aparecieron las primeras publicaciones científicas— las investigaciones en el campo de la Neuropsicología Cognitiva y la Neurolingüística han ido acumulando todo un cuerpo de conocimientos científicos que han ido progresivamente sustituyendo a las viejas prácticas al uso en los ámbitos clínico y escolar. Mientras eso ha venido ocurriendo fuera de nuestras fronteras, lo que en España se enseña y se practica todavía hoy en nombre de la Neuropsicología, la Neurolingüística y la Logopedia transcurre enteramente al margen de esos conocimientos y de sus aplicaciones a los ámbitos clínico y escolar. Hasta tal punto esto es así que, recientemente, en una ocasión en la que alguien preguntó en mi presencia qué es la neuropsicología, una profesora de Psicología Evolutiva de la UCM se apresuró a contestar diciendo algo así como que “se trata de una disciplina reciente que está muy poco desarrollada...”. No la dejé seguir. La interrumpí diciéndole que ella se estaba refiriendo a eso que en España se llama neuropsicología, que no tiene nada que ver con la disciplina científica sumamente desarrollada y elaborada a lo largo de su más de siglo y medio de historia,¹ que se conoce con ese nombre fuera de nuestras fronteras. Me salió del alma. Desde luego, se trata de disciplinas complejas, cuya comprensión requiere una sólida formación de base en Psicología Cognitiva general y evolutiva y en Neurociencia Cognitiva general y evolutiva, y un nivel más que medio de inteligencia abstracta,

1. Aunque sólo se hizo “cognitiva” a finales de los años 60 del siglo XX, la Neuropsicología nació a mediados de los años 60 del siglo XIX.

condiciones ambas que la inmensa mayoría de los profesionales que se dedican en España a enseñar y practicar estas disciplinas no parecen reunir. Por ello, sólo pueden enseñar y practicar “sucedáneos” de dichas disciplinas, hechos de lo que cada uno, con su falta de formación y con su escasa inteligencia abstracta, logra comprender de ellas.

A todo esto se añaden dos errores típicos entre los profesionales responsables de que nuestros niños adquieran la lectoescritura. Uno de esos errores radica en que el estudio de las alteraciones del lenguaje, en general, y de la lectura en particular, se han hecho con pacientes de lengua inglesa y se publican en inglés. Sin embargo, no siempre los resultados de las investigaciones del lenguaje realizadas sobre una lengua son aplicables a otras lenguas. Y, desde luego como veremos, en el caso de la enseñanza/aprendizaje de la lectoescritura, la información acumulada por los estudios sobre la lengua inglesa no es en absoluto aplicable a la lengua española. Esto se debe a que el grado de correspondencia entre las letras y los sonidos es fundamentalmente diferente en ambas lenguas, y es ese grado de correspondencia el que determina cómo se ha de enseñar a leer y escribir en una lengua. Y el problema entre nosotros es que —por lo general— las publicaciones españolas sobre esos temas, o bien son traducciones de publicaciones en inglés, o bien son obras en español de autores que —careciendo de una suficiente formación— se limitan a repetir lo que leen sobre el tema en autores de lengua inglesa, sin caer en la cuenta de que cada lengua tiene su propia estructura, y que —con frecuencia— los principios propios de una lengua con una estructura no pueden ser aplicados a otra lengua con otra estructura. Y, si los autores de esos libros o artículos no caen en la cuenta de esto, es menos probable que lo hagan sus lectores, por lo que es típico que se intente aplicar a los niños de lengua española recetas que, siendo buenas para los niños de lengua inglesa, tienen altas probabilidades de generar dislexias funcionales en los niños españoles. Valga como ejemplo, la frecuencia con la que, en diferentes monografías y artículos sobre este tema en español, se habla de *regularizaciones* que es un tipo de error que no se puede dar en español.

Esto es lo que ocurrió cuando se puso de moda —a nivel oficial— la “lectura global”, que siguen practicando numerosos educadores. Recientemente he sabido de un colegio de elite que, para preparar a los niños para adquirir la lectura en español, les entrena primero a pronunciar los fonemas de la lengua inglesa. Son

sólo dos ejemplos de los muchos errores pedagógicos que subyacen a buena parte de nuestras dislexias funcionales.

El otro error, más ligado a los intentos de hacer neurolingüística sin poseer la formación suficiente en la disciplina, radica en el hecho de que —hasta muy recientemente— los estudios sobre alteraciones del lenguaje dentro del paradigma de la Neuropsicología Cognitiva se habían centrado en los adultos. Sólo hace dos décadas que se publicó un trabajo que —por primera vez— analiza las dislexias evolutivas en el niño desde el acercamiento de la Neurolingüística (Ellis, 1993). Esto ha incitado a los profesionales en el campo a asignar erróneamente a los niños con alteraciones del aprendizaje de la lectoescritura los mismos patrones descritos acerca de las dislexias adquiridas en los adultos afásicos. Desde luego, el propio Ellis, al analizar las dislexias evolutivas, toma como referencia esos patrones propios de los adultos. Pero lo hace no sin antes advertirnos de que “Las comparaciones entre la dislexia evolutiva y la dislexia adquirida [o afásica] se han de hacer, sin embargo, con mucho cuidado” (Ellis, 1993, p. 97). En efecto, los datos procedentes de las investigaciones en neurociencia, realizadas a lo largo de las dos décadas transcurridas desde entonces, nos dicen hasta qué punto son diferentes las dislexias evolutivas de las dislexias afásicas o adquiridas, diferencias que impiden que los conocimientos acerca de las primeras se puedan aplicar a las segundas. Y, este es uno de los errores que se oyeron en el repetidamente mencionado Documentos TV, cuando uno de los expertos dijo aquello de que “hay dos dislexias: la superficial y la profunda”; etiquetas ambas correspondientes a la investigación con los adultos afásicos, pero no aplicables a las dislexias evolutivas, que es de las que trataba el programa (véase Capítulo 11).

Pero lo que reviste aún mayor gravedad es que, debido a que cualquier alteración emocional, o cualquier alteración de cualquier sistema cognitivo ajeno al lenguaje repercute en última instancia en las conductas verbales (hablar, comprender, leer y/o escribir), es fácil concluir a primera vista, erróneamente, que el niño presenta un trastorno del lenguaje. Ahora bien, precisamente por eso, cuando un niño obtiene en una mera evaluación del lenguaje resultados que sugieren que presenta alteraciones del lenguaje, en lugar de ponerle directamente la etiqueta de “disléxico” y condenarle a un tratamiento que, en estas condiciones, tiene probabilidades demasiado elevadas de resultar erróneo, lo que se precisa ante todo, es someterle a una evaluación neuropsicológica completa, que permita determinar si lo que está dañado en él es el lenguaje o es cualquier otro componente (cognitivo o emocional)

de su sistema, enteramente ajeno a los que sustentan el procesamiento del lenguaje (véase el Capítulo 10). Sólo así tendremos la certeza de que no hacemos perder al niño un tiempo precioso, sometiéndole a un tratamiento que no es el que necesita y que le conducirá a ser excluido de la escolaridad normal en cualquiera de esos exámenes que establece la Ley de Calidad de Wert.

La presente situación no puede ayudar a resolver el problema del fracaso escolar de los niños que presentan alteraciones cognitivas o emocionales, que impiden su adaptación y aprovechamiento escolar. Y viéndose incomprendidos, estos niños además de abandonar los estudios en cuanto pueden, son susceptibles de presentar, con el tiempo, conductas más o menos socialmente inadaptadas.

En este libro veremos que la dislexia está lejos de ser la única alteración cognitiva que causa alteraciones del aprendizaje de la lectoescritura y, con ello, retraso escolar. Y, al menos que estas alteraciones sean correctamente diagnosticadas y su verdadera causa sea tratada a tiempo —o al menos que el niño que las padece sea lo bastante inteligente y emocionalmente fuerte como para no sucumbir a la frustración— las alteraciones de aprendizaje de la lectoescritura desembocarán en un fracaso escolar. Por eso, debido a la gran confusión que hay al respecto entre nuestros expertos oficiales en el tema —y que tan claramente ha quedado reflejada en el repetidamente mencionado programa de Documentos TV—, parece oportuno empezar por intentar arrojar alguna luz sobre lo que la comunidad científico-académica internacional viene entendiendo por el término “dislexia” y —no menos importante para tratar de contrarrestar la confusión difundida por dicho programa— sobre qué NO es dislexia.

Por todo ello, el objetivo principal de este libro es el de concienciar a los lectores acerca de que las aparentes alteraciones del lenguaje oral o escrito pueden no ser en absoluto alteraciones del lenguaje y, cuando no los son, no pueden responder a un tratamiento logopédico. En su lugar, esas aparentes alteraciones del lenguaje pueden —y con frecuencia es el caso— ser en realidad alteraciones emocionales o alteraciones de cualquier otro subsistema cognitivo que —al colaborar con el lenguaje en las conductas verbales (comprensión auditiva, expresión oral, lectura, escritura)— repercuten secundariamente en alguna de éstas, presentándose falsamente como trastornos del lenguaje oral o escrito o ambos. Cuando esto ocurre —insisto en que es sumamente frecuente— el tratamiento logopédico de esas alteraciones sólo puede conducir a una pérdida de tiempo. Este error de

diagnóstico y de tratamiento es especialmente lamentable por dos razones. Una es que ese tratamiento erróneo —al no poder ayudar al niño a superar su problema— sólo puede ayudarlo a descolgarse de la escolaridad normal. La otra es que le hace perder miserablemente un tiempo que debería estar dedicado a beneficiarse de un tratamiento correcto que le permitiría no descolgarse de la escolaridad normal.

Hoy, el tema de la dislexia —como el de cualquier otra alteración cognitiva— sólo puede ser correctamente abordado desde la perspectiva de los conocimientos acumulados hasta la fecha por la Neurociencia Cognitiva. Y es desde esta perspectiva actualizada, desde la que el libro se acerca al tema. Entre el conjunto de disciplinas que integran la Neurociencia Cognitiva, consideraremos aquí las tres que más directamente han abordado el tema de la dislexia: la Neuropsicología Cognitiva (especialmente la Neurolingüística), la Neuroimagen y la Genética.

La Primera Parte —de carácter introductorio— incluye dos capítulos. En el Capítulo 1 se revisa, en términos generales, cuáles con las principales aportaciones de la neurociencia a la comprensión de cómo —de acuerdo con los datos procedentes de la investigación neurolingüística— parece tener lugar en nuestro sistema cognitivo el procesamiento *normal* de la lectura; y cómo las variables biológicas estudiadas por la genética y la neuroimagen contribuyen a ello. Lo mismo que en el caso del proceso evolutivo de cualquier otra función, para poder comprender cómo adquiere el niño las habilidades de lectura, es preciso comprender primero cómo tiene lugar la lectura ya consolidada. A ella se dedica el Capítulo 2, en el que se revisa brevemente, además, cómo se procesa el lenguaje oral.

Antes de pasar a abordar el proceso de aprendizaje de la lectura, en la Segunda Parte, nos detenemos —a lo largo de cuatro capítulos— en el estudio de una serie de funciones cognitivas ajenas, en sí, a la lectura propiamente dicha, pero cuyo funcionamiento correcto es indispensable para que el niño pueda abordar adecuadamente el aprendizaje de la lectura (de ahí el nombre de funciones “pre y poslectoras” con que se las conoce). Me refiero al lenguaje oral, a las funciones atencionales, al sistema de memoria, al sistema conceptual, a las funciones visoperceptivas y visoespaciales, a las funciones gnósicas y a las funciones práxicas; a todas las cuales la neurociencia añade hoy el temperamento. Veremos cómo esas alteraciones afectan al aprendizaje normal de la lectura, dando lugar a alteraciones *secundarias* de ese aprendizaje que, en tanto que tales, NO son dislexias, aunque lo más frecuente entre nosotros es que se las haga pasar erróneamente por tales. Pasaremos luego —en la

Tercera Parte— a considerar el proceso de adquisición de la lectura (Capítulo 7). Se considera que nuestro cerebro estaría preprogramado para adquirir el lenguaje oral, por lo que todo niño normal, que crece en un entorno verbal normal, lo va adquiriendo espontáneamente a medida que van madurando las estructuras y funciones cerebrales responsables de él. Ningún niño normal necesita entrenamiento formal para aprender su lenguaje materno. Incluso, cuando cada uno de sus padres habla una lengua diferente, el niño adquiere ambas espontáneamente. Pero las cosas son muy diferentes cuando se trata del lenguaje escrito, que es un “añadido” de las culturas desarrolladas. Nuestro cerebro no está preprogramado para adquirirlo y, por lo tanto, nadie lo adquiere por simple maduración cerebral (aunque se requiere una cierta maduración para poder adquirirlo). Para ello, hace falta un entrenamiento formal. Veremos con la neuroimagen cómo, a lo largo del proceso de aprendizaje de la lectoescritura, tienen lugar una serie de procesos cerebrales, consistentes en lograr que determinadas áreas cerebrales vayan aprendiendo a activarse y a establecer conexiones nuevas y acerca de cómo nuestros genes controlan unas y otras funciones (cognitivas y cerebrales). Es decir, veremos cómo tiene lugar ese proceso de aprendizaje normal, tanto a nivel de sistema cognitivo, como a nivel de estructuras y funciones cerebrales. Esta Tercera Parte incluye, además, un capítulo (Capítulo 8) dedicado a estudiar las alteraciones del aprendizaje de la lectura debidas, esta vez, a la afectación directa (o *primaria*) de uno o más de los componentes del sistema de procesamiento del lenguaje específicos del procesamiento de la lectura y que, por lo tanto, SÍ constituyen dislexias. Aunque no es tema de este libro, esta Tercera Parte concluye con un capítulo (Capítulo 9) acerca del aprendizaje de la escritura y de sus alteraciones, tema tan ligado al de la lectura. Se dedica la Cuarta Parte al diagnóstico diferencial de las alteraciones del aprendizaje de la lectura (Capítulo 10) y —en relación con él— se dedica el Capítulo 11 a revisar de nuevo el tema de las etiquetas “diagnósticas”, que tanto preocupan a esta autora.

El libro concluye con dos capítulos finales. El Capítulo 12 está destinado a tratar la metodología de enseñanza de la lectoescritura más adecuada para las características específicas de la lengua española, a la luz de las aportaciones actuales de la neurociencia. Es decir, acerca de la mejor manera —en vista de los conocimientos actuales de la neurociencia— de preparar al niño, primero, y de enseñarle después, para que pueda aprender a leer en condiciones óptimas. El Capítulo 13, por su parte, está dedicado a reflexionar, a la luz de los conocimientos actuales, sobre las posibles causas de la tan traída y llevada cuestión del fracaso de nuestros

adolescentes en “comprensión lectora”, señalado sistemáticamente por el informe PISA. Se termina con unas consideraciones generales.

Me gustaría que este libro permitiera a los padres de las víctimas del cajón desastre de la “dislexia”, a sus educadores y a todos los profesionales responsables de proporcionarles la ayuda que necesitan para no descolgarse del sistema educativo normal, una mejor comprensión del tema. Sobre todo, una comprensión científica y clínica correctas y actualizadas, que les ayude a no cometer los errores que, de manera tan generalizada, se vienen cometiendo entre nosotros con estos niños.

En término más generales, me gustaría que este libro pudiera aportar, a los padres, a los profesores, y a los diferentes profesionales que en el colegio o fuera de él se ocupan de proporcionar —no sólo a los niños con dificultades de aprendizaje de la lectura, sino a todos los niños con dificultades de aprendizaje o de adaptación escolar—, una intervención lo bastante adecuada como para que no se vean nunca discriminados y excluidos por ninguna evaluación académica.

Mi agradecimiento a Ana Isabel Reinoso, que generosa y pacientemente revisó las sucesivas pruebas de esta publicación.

Madrid, Navidad de 2012

María Jesús Benedet
www.mjbenedet.org

PRIMERA PARTE

CUESTIONES PRELIMINARES

Capítulo 1

La Neurociencia Cognitiva

Editorialcepe.es

La Neurociencia Cognitiva

Se denomina Neurociencia Cognitiva al conjunto de disciplinas que colaboran mutuamente en el estudio de las relaciones entre la conducta y el cerebro, en el intento de acercarse lo más posible en cada momento a una meta final: determinar cómo las estructuras y las funciones cerebrales dan lugar a las funciones psicológicas cognitivas y emocionales. O, si se prefiere, cómo el cerebro genera la mente.

El término “Neurociencia” comienza a ser utilizado en 1969, año en que se crea la *Society for Neuroscience* (o Sociedad para la Neurociencia). Desde 1967, la rama de la psicología dedicada al estudio del procesamiento de la información por la mente humana, toma el nombre de Psicología Cognitiva. Una década después, se comienza a hablar de Neurociencia Cognitiva. Entre las disciplinas que la integran, unas se ocupan del estudio de las funciones cognitivas en el adulto normal desde diferentes acercamientos, como la generación de modelos de procesamiento de la información o la Inteligencia Artificial. Se trata de la Psicología Cognitiva y de la Psicología Experimental Humana. A ellas hay que añadir las disciplinas que persiguen ese mismo intento, pero lo hacen desde el punto de vista evolutivo: cómo las diferentes funciones cognitivas se van desarrollando —o se van adquiriendo— en el niño a lo largo del período evolutivo.

Otro grupo de disciplinas se dedican a estudiar las consecuencias que tiene sobre la conducta la afectación de una determinada estructura cerebral o de una determinada función cerebral. Se incluyen aquí la *Neuropsicología Cognitiva*, que estudia en la clínica cómo se desorganizan las funciones cognitivas como consecuencia de una lesión natural, y la *Psicología Experimental Animal*, que estudia la desorganización de la conducta en animales en los que se ha producido una determinada lesión cerebral en el laboratorio, lo que permite controlar con exactitud la ubicación, la extensión y la naturaleza de la lesión y estudiar así mejor sus consecuencias sobre la conducta de esos animales. Más recientemente, la técnica de la estimulación

magnética transcraneal permite, de manera inocua, simular lesiones cerebrales en los humanos, induciendo la disfunción temporal de la estructura cerebral cuya función se desea estudiar. A este grupo de disciplinas corresponde también la Neuropsicología Cognitiva Evolutiva, que estudia las consecuencias de una afectación cerebral sobre el desarrollo cognitivo y emocional del niño, dependiendo del momento de ese desarrollo en que tenga lugar esa afectación.

Un tercer grupo de disciplinas tratan de estudiar directamente la estructura y el funcionamiento del cerebro, mediante técnicas que permiten registrar diferentes componentes de las funciones fisiológicas. Se incluyen aquí las técnicas de registro de células aisladas o de conjuntos de células, las técnicas de registro de la actividad eléctrica del cerebro a lo largo del tiempo, sin o con presencia de un estímulo (electroencefalograma o registro de los potenciales evocados, respectivamente), y toda la serie de técnicas de neuroimagen actualmente disponibles. Y, por supuesto, la genética y, con ella, el estudio de la neuroquímica, que tan rápidamente se ha desarrollado en la última década.

Entre todas estas disciplinas nos interesan aquí de modo especial la Neuropsicología Cognitiva, la Neuroimagen Funcional y la Genética.

La Neuropsicología Cognitiva

La Neuropsicología nace en Europa en la década de los 60 del siglo XIX, con el intento por parte de algunos neurólogos de establecer relaciones entre las lesiones cerebrales (estudiadas *post mortem*) y las alteraciones del lenguaje que presentaban sus pacientes en la clínica. Se pretendía, así, poder determinar en adelante la existencia y la localización de una lesión cerebral en un nuevo paciente, a partir del estudio de la naturaleza de dichas alteraciones del lenguaje. Enseguida, estos intentos se extendieron a todo tipo de alteraciones cognitivas observadas en la clínica en los pacientes con daño cerebral. A lo largo de su historia, la neuropsicología, en tanto que disciplina especializada, ha venido pasando por diferentes etapas con fortunas diferentes, dependiendo de la metodología al uso en cada una de ellas. Durante esta primera etapa, la metodología de trabajo era exclusivamente clínica. Cuando, en los años 40 del siglo XX se impuso en Psicología la metodología psicométrica, se introdujo una nueva Neuropsicología, esta vez psicométrica, que convivió con la Neuropsicología clásica llegando casi a eclipsarla. Pero, tanto esta metodología psicométrica como

la metodología clínica, marcaban límites importantes al desarrollo de la disciplina (véase Benedet, 2002). A finales de los años 60 del siglo XX (un siglo después de su nacimiento), la Neuropsicología adopta el paradigma y la metodología de trabajo propios de la psicología cognitiva, tanto en la investigación como en la clínica. Solo entonces comienza —ya en tanto que *Neuropsicología Cognitiva*— su despegue y su desarrollo progresivamente exponencial en tanto que disciplina científica.

La psicología cognitiva considera que la mente humana es un sofisticado sistema de procesamiento de la información (PI), que es el responsable de que podamos percibir lo que nos rodea, pensar sobre ello, resolver problemas, comprender el lenguaje, hablar, etc. La información que entra en ese sistema lo hace gracias a que se convierte en *representaciones mentales*. Una silla no entra materialmente en nuestro sistema cognitivo. Lo que entra en él es una representación mental de esa silla. También son representaciones mentales todas las unidades de información que tenemos almacenadas en nuestra memoria permanente. El sistema de procesamiento de la información (en adelante, SPI), además de estar siempre conectado con el sistema de memoria permanente, dispone de unos *procesadores* que son los que van a llevar a cabo el procesamiento de esa información mediante una serie de *operaciones* que ejecutan sobre ella, y de unos almacenes de memoria transitoria o *retenes*, en los que permanece temporalmente la información que el sistema está procesando en cada momento o que necesita para procesar otra información.

Es decir, en el SPI hay que diferenciar: a) los *procesadores y los retenes*; b) las *representaciones*, o información que puede estar ya permanentemente almacenada en él, o bien que entra en él y es tratada por él para ser permanentemente almacenada o para salir de él en forma de respuesta, y c) los *procesos* u operaciones o transformaciones realizadas por el sistema sobre las representaciones. Juntos constituyen la arquitectura del sistema.

Este sistema, está constituido por una serie de *subsistemas* más o menos independientes, pero interconectados, y utiliza unos *recursos de procesamiento* que, se postula, son limitados en cada individuo.

Cada subsistema (subsistema de atención, subsistema de aprendizaje, subsistema de lenguaje, etc.) está a su vez integrado por una serie de *componentes* más o menos independientes, pero interconectados, cada uno de los cuales contribuye con una determinada función muy específica al funcionamiento global del subsistema del

que forma parte. Una lesión cerebral puede afectar —y, con frecuencia es el caso— a uno sólo de estos componentes, quedando los demás intactos; en estos casos, decimos que ese componente selectivamente dañado, “se disocia” de los demás. La consecuencia de ello, es que la función de ese subsistema se verá alterada de modo diferente dependiendo de cuál de sus componentes es el dañado.

Los recursos de procesamiento (de naturaleza atencional) vienen a ser la energía necesaria para llevar a cabo las operaciones de procesamiento de la información. El SPI dispondría de unos recursos de procesamiento que son limitados en cada individuo, lo que supone que, para lograr resultados óptimos, dicho sistema ha de ser capaz de distribuirlos, también óptimamente, entre todas las operaciones que ha de realizar en cada momento. Todo daño cerebral —con independencia de su naturaleza y de su localización— conllevaría una pérdida de recursos atencionales, en una cantidad difícil de determinar, que varía de un paciente a otro y que afecta diferencialmente a su ejecución de las tareas, dependiendo de la cantidad de recursos requerida por cada una de éstas.

La psicología cognitiva, a partir de los datos obtenidos mediante sus investigaciones experimentales con individuos con el cerebro intacto, en los que simula en el laboratorio situaciones equivalentes a lesiones cerebrales, ha ido generando unos modelos de PI, a partir de los cuales puede predecir las alteraciones de ese PI cuando uno u otro de sus componentes resulta dañado. Ahora bien, todo este trabajo experimental es meramente teórico. Y aquí es donde viene a desempeñar su papel la Neuropsicología cognitiva.

En efecto, la neuropsicología cognitiva evalúa en la clínica a pacientes que presentan alteraciones conductuales (véase cognitivas) como consecuencia de una lesión cerebral real, y trata de explicar —a la luz de las predicciones hechas por los modelos teóricos desarrollados por la psicología cognitiva— los resultados obtenidos. De ese modo, la neuropsicología cognitiva va a poder someter a verificación dichas predicciones con pacientes reales. Si esas predicciones no se cumplen, el modelo ha de ser modificado (ya que la realidad de los pacientes se impone sobre las hipótesis teóricas generadas en el laboratorio). La colaboración entre ambas disciplinas ha venido enriqueciéndolas mutuamente desde entonces. En la actualidad, se han desarrollado diferentes modelos de PI dentro de marcos conceptuales diferentes, pero todos ellos tienen por objetivo explicar el PI normal, para lo cual han de

poder explicar las alteraciones de ese PI en los pacientes estudiados en la clínica neuropsicológica.

A lo largo de la historia de la psicología cognitiva y de la neuropsicología cognitiva, el tema preferente de estudio de la disciplina ha venido siendo el lenguaje. Esto se debe a que se trata de una función cuya vertiente expresiva se exterioriza y, en consecuencia, se puede registrar y analizar detalladamente después. Por otro lado, en su vertiente comprensiva, es posible controlar cuidadosamente los estímulos que se le presentan al individuo, lo que también facilita el análisis de su procesamiento. El estudio del lenguaje ha adquirido, así, un desarrollo muy superior al de cualquier otra función cognitiva llegando a constituir, dentro de la psicología cognitiva, una especialidad que recibe el nombre de *Psicolingüística*. La Psicolingüística es, pues, la especialidad de la Psicología Cognitiva que estudia la naturaleza y el funcionamiento, en el adulto normal, del denominado Sistema de Procesamiento del Lenguaje (SPL) responsable del procesamiento de nuestras conductas verbales.

La psicolingüística evolutiva estudia como y cuándo cada uno de los componentes del SPL se va haciendo funcional a lo largo del período evolutivo y, en consecuencia, cómo se desarrolla la conducta verbal oral en el niño normal, que crece en un entorno normal por un lado, y cómo adquiere ese niño la lectoescritura cuando su entorno escolar es también el esperado, por otro.

Hemos visto que, tanto la Psicología Cognitiva como la Psicolingüística como sus vertientes evolutivas, estudian cómo procesa la información un sistema cognitivo normal adulto o niño, respectivamente. Pero también hemos visto que cada uno de los componentes de cada subsistema cognitivo puede resultar dañado selectivamente por una afectación cerebral.

Una afectación cerebral puede ser estructural (es decir, una estructura cerebral está físicamente alterada) o funcional. En este último caso, la estructura está en sí intacta, pero no funciona, debido a causas físicas (por ejemplo, está resultando comprimida por otra estructura que ocupa parte de su espacio) o fisiológicas (por ejemplo, una alteración de la función eléctrica o bioquímica del cerebro).

Toda afectación de una o más estructuras o funciones cerebrales va a generar alteraciones cognitivas y/o emocionales más o menos aparentes, más o menos sutiles, pero siempre presentes.

La Neuropsicología Cognitiva se ocupa del estudio en la clínica de las consecuencias sobre las conductas cognitivas y/o emocionales del individuo que presenta una afectación cerebral. Se trata de determinar qué componente del subsistema que está fallando es el que está directamente alterado por la afectación cerebral. Este estudio tiene, ante todo, un objetivo aplicado a la clínica o al ámbito escolar, en el sentido de que permite determinar el programa de intervención neuropsicológica más adecuado para intentar la rehabilitación óptima de ese paciente. Pero, a la vez, contribuye a ir enriqueciendo los conocimientos de la Neurociencia, tanto acerca de la función cognitiva, como acerca del cerebro.

Hemos visto que la neuropsicología nació a mediados de los años 60 del siglo XIX, estudiando las alteraciones del lenguaje en pacientes que presentaban una lesión cerebral. Desde entonces, el estudio de las alteraciones del lenguaje adquirió y mantuvo siempre un estatus especial dentro de la neuropsicología, dando lugar a esa especialidad dentro de la Neuropsicología Cognitiva que es la *Neurolingüística*.

La Neurolingüística, que es la disciplina que aquí más nos interesa, es el estudio de las alteraciones del lenguaje oral o escrito, ocasionadas por una lesión cerebral.

Ahora bien, las consecuencias de una afectación cerebral sobre las conductas cognitivas y emocionales del individuo que la padece, son muy diferentes dependiendo si esa afectación cerebral incide sobre un sistema cognitivo *que ha completado su desarrollo normalmente*, o incide sobre un sistema cognitivo *que se encuentra en un momento u otro de su desarrollo* en el niño.

En el primer caso —que se puede dar en el niño o en el adulto— hablamos de alteraciones cognitivas “adquiridas”, que se caracterizan porque si el daño cerebral afecta *selectivamente* a un componente de un subsistema cognitivo, sólo la función de ese componente resultará alterada directamente. Ahora bien, desde el momento en que el cerebro resulta dañado, él mismo pone en marcha la articulación de estrategias compensatorias de la función del componente dañado. Por ello, si bien el resto de los componentes de ese subsistema y el resto de los subsistemas no están dañados, pueden ver su función *secundariamente* afectada (véase “disminuida”) o no, dependiendo de que estén participando o no en esas estrategias compensatorias de la función del componente dañado. Pero es todo. La evaluación neuropsicológica permitirá determinar si las estrategias compensatorias articuladas espontáneamente por el cerebro son las óptimas para ese paciente o no.

En el primer caso, la intervención neuropsicológica estará encaminada a reforzarlas; en el segundo caso, estará encaminada a sustituirlas por otras más eficaces.

Las cosas son muy diferentes cuando el sistema cognitivo de un niño se ha de desarrollar sustentado por un cerebro innatamente dañado o que ha resultado dañado antes de que ese desarrollo se haya completado. La estructura dañada no será funcional y, como consecuencia de ello, todo el proceso de adquisición o de desarrollo de esa función se verá enteramente alterado a partir del nivel de procesamiento en el que habría de participar el componente dañado. Se trata de las alteraciones cognitivas “evolutivas” que, aunque son propias del niño, debido a que se prolongan en mayor o menor medida a lo largo de la vida, se ven también en el adulto.

En otras palabras, las alteraciones cognitivas (incluidas las del lenguaje oral o escrito) originadas por una lesión cerebral adquirida cuando el sistema cognitivo ha terminado su período evolutivo son necesariamente diferentes de las que inciden en un sistema cognitivo que está en período de desarrollo. Además, en este último caso, son diferentes si están presentes desde el nacimiento o acaecen después, en cuyo caso serán también diferentes según el período del desarrollo cognitivo en el que acaecen.

Es extremadamente importante —tanto en la evaluación como en el tratamiento de un niño o de un adulto— no confundir en ningún caso las alteraciones cognitivas *adquiridas* con las alteraciones cognitivas *evolutivas*.

Si bien los conocimientos de neuropsicología cognitiva o de neurolingüística del adulto no son, en ningún caso, aplicables a la versión evolutiva de dichas disciplinas, no es posible comprender la neuropsicología cognitiva y la neurolingüística evolutivas, sin un buen conocimiento y comprensión de la neuropsicología cognitiva y la neurolingüística del adulto. En otros términos, no es posible lograr una buena comprensión del sistema cognitivo (y de sus alteraciones) a lo largo de su proceso evolutivo sin poseer una buena comprensión de la meta hacia la que progresa ese proceso evolutivo; es decir, del sistema cognitivo maduro y sano (y sus alteraciones).

Por ello, comenzaré aquí por revisar lo que la psicolingüística nos dice hoy acerca de cómo procesa la lectoescritura el sistema cognitivo normal y adulto. Sólo después

abordaré lo que la psicolingüística evolutiva nos dice acerca de las etapas a través de las cuales el niño va adquiriendo la lectoescritura y, más tarde, las consecuencias que, sobre el aprendizaje de la lectoescritura puede tener un daño cerebral en uno o más de los diferentes componentes del sistema, dependiendo del momento de ese proceso de aprendizaje en el que tenga lugar ese daño.

La Neuroimagen Funcional

La Neuropsicología Clásica (tanto la primitiva neuropsicología *clínica*, como la neuropsicología *psicométrica* que le siguió) se postulaba como el estudio de las relaciones entre la conducta y el cerebro. Por su parte, durante las primeras décadas de su andadura, la Neuropsicología Cognitiva se centró exclusivamente en el estudio de la conducta. Es decir, de cómo procesa la información nuestro sistema cognitivo. La razón de ello fue que en el momento de su nacimiento ya se sabía que, tanto la conducta como el cerebro, son mucho más complejos de lo que se había pensado y que, por lo tanto, las relaciones entre ambos no podían ser objeto de estudio de una sola disciplina; que, para llegar a comprender esas relaciones, era preciso que cada una de las disciplinas que estudian el sistema cognitivo, por un lado, y el cerebro por otro, avanzaran en ese conocimiento hasta lograr un grosor de grano tal que los avances de unas y otras pudieran encajar mutuamente (véase Benedet, 2002).

La Neuropsicología Cognitiva se centró, pues, en el estudio de cómo se alteran las funciones cognitivas en presencia de un daño cerebral, prestando sólo una atención secundaria al cerebro en tanto que tal.

Solo en la última década, considerando que las disciplinas que se ocupan del estudio del cerebro han comenzado a alcanzar el nivel apropiado, hemos visto a nuestra disciplina intentar coordinar sus conocimientos acerca del sistema cognitivo con los datos procedentes de las disciplinas que se ocupan del estudio del cerebro. Entre ellas, el lugar más destacado lo ocupan las técnicas de neuroimagen.

Tras los trabajos de Santiago Ramón y Cajal —que, entre otras muchas cosas, determinaron que las neuronas son células individuales—, los estudios realizados en los años 50 del siglo pasado mediante el registro de neuronas aisladas demostraron que cada neurona está especializada en responder sólo a determinados estímulos específicos. Por otro lado, el registro de conjuntos de células demostró

que en dichos conjuntos, las diferentes células están fuertemente interconectadas y colaboran mutuamente en su respuesta conjunta a un determinado estímulo. Nació así el concepto de “asamblea de células” enunciado por Hebb en 1949.

En los años 60 del siglo pasado se inicia el desarrollo de un conjunto de técnicas que permiten el registro continuo, en tiempo real, de la actividad bioeléctrica de áreas cerebrales próximas al cráneo. Dichas técnicas incluyen el electroencefalograma (EEG), que permite realizar registros craneales de la actividad bioeléctrica continua en ausencia de estimulación sensorial, y la técnica de los potenciales evocados (ERP, del inglés *event related potentials*), que permite el registro craneal continuo, en tiempo real, de la actividad eléctrica de las redes neurales mientras el individuo realiza una tarea cognitiva.

Una técnica más reciente (surge en los años 70 del siglo pasado), que también permite registrar la dimensión temporal de la actividad funcional del cerebro es la magnetoencefalografía (MEG). La MEG registra la actividad de campos magnéticos cerebrales localizados, subyacentes a la actividad eléctrica que registra la electroencefalografía, permitiendo generar mapas funcionales de la actividad cerebral capaces de ser organizados y representados temporal y espacialmente. La MEG es más sensible que el EEG a la actividad cortical procedente de estructuras relativamente próximas al cráneo.

Las primeras técnicas de neuroimagen nos permitieron visualizar las diferentes estructuras cerebrales y, con ello, determinar la ubicación y la extensión de ciertas lesiones, lo que supuso un avance para la clínica y para la investigación. Se trata de la tomografía axial computerizada (CAT, del inglés *computerized axial tomography*), la imagen por resonancia magnética nuclear (RM, o MRI, del inglés *magnetic resonance imaging*), la tomografía por emisión de un único fotón (SPECT, del inglés *single photon emission computerized tomography*) y la tomografía por emisión de positrones (PET, del inglés *positron emission tomography*).

Pero la verdadera aportación de las técnicas de neuroimagen a los progresos de la neurociencia cognitiva comienza cuando algunas de esas técnicas se hacen “funcionales”. El principio común se basa en que, cuando las neuronas se activan, cambia el aporte sanguíneo que reciben. La medida de los cambios de aporte sanguíneo de las áreas que se activan durante la ejecución de una tarea cognitiva, nos permite hoy ver qué regiones específicas del cerebro se activan durante la

solución de una tarea y, con ello, determinar, no sólo qué estructuras cerebrales participan en cada una de las etapas de solución de esa tarea, sino además, identificar los componentes de un subsistema cognitivo. Las dos técnicas funcionales que gozan de mayor fiabilidad para lograr estos objetivos son la PET funcional —desde los años 80— y muy especialmente, la MRI funcional (fMRI) desde los años 90. Ambas se pueden combinar mutuamente y especialmente, con el EEG, que permite determinar los cambios a lo largo del curso temporal de la solución de una tarea.

Ahora bien, para lograr esos objetivos, era preciso que ambas técnicas desarrollaran determinadas metodologías. Una de esas metodologías es la que permite determinar a qué componente de la tarea corresponden las activaciones que, a lo largo del curso de su solución, se van sucediendo. La otra es una metodología que permite comparar la activación producida por tareas diferentes, pero relacionadas, y diferenciar los datos estadísticamente significativos de los que no lo son y pueden, por lo tanto, ser debidos al azar. Sólo cuando estas dos metodologías permitieron lograr la suficiente validez y fiabilidad de los datos obtenidos mediante la PET primero, y la fMRI después, comenzó la neuroimagen a aportar datos científicos interesantes para la neurociencia cognitiva.

Sin embargo, también desde la Psicología Cognitiva es preciso que las tareas cognitivas que se utilizan en la metodología de la neuroimagen funcional, estén bien analizadas en sus componentes; es decir, que esté bien identificado el papel de cada componente de las funciones cognitivas que participan en la solución de esa tarea. En caso contrario, no será posible la interpretación correcta de los datos de la neuroimagen.

Una técnica que, a partir de mediados de la primera década del presente siglo, ha venido a complementar las aportaciones de la PET y de la fMRI es la imagen de tensores de difusión (DTI, del inglés *diffusion tensor imaging*) que, mediante la resonancia magnética, registra la difusión de las moléculas de agua que normalmente siguen las vías de sustancia blanca, lo que permite obtener imágenes de la organización de las fibras que transmiten la información entre las regiones cerebrales.

Hasta ahora, hemos visto la utilización de la neuroimagen en el estudio de cerebros intactos. Sin embargo, para que este acercamiento a la Neurociencia Cognitiva aporte datos realmente útiles, es preciso que la neuroimagen se aplique también

al estudio del funcionamiento anómalo del cerebro de individuos que presentan alteraciones cognitivas como consecuencia de una lesión natural. Esta metodología se complementa actualmente con la reciente técnica de la estimulación magnética transcraneal (TMS, del inglés *transcranial magnetic stimulation*), que permite inducir la disfunción de una región cortical durante un breve período de tiempo, simulando así una lesión natural y permitiendo estudiar sus consecuencias sobre la conducta.

A pesar de los enormes avances de la neuroimagen, que han inducido a la neuropsicología cognitiva a trabajar en estrecha colaboración con ella, cada una de las metodologías de neuroimagen sigue presentando numerosas limitaciones que hacen que los expertos en neurociencia cognitiva sean extremadamente precavidos a la hora de deducir conclusiones a partir de los datos que nos proporcionan esas metodologías. No obstante, en neurociencia, como en cualquier otra ciencia, los avances se han de hacer sobre los datos provisionales disponibles, siempre que se tengan presentes sus limitaciones. Por ello, es preciso que la neuropsicología cognitiva y la neuroimagen sigan colaborando mutuamente sobre la base de los resultados obtenidos hasta ahora. Lo contrario significaría el inmovilismo de la Neurociencia.

Las técnicas de neuroimagen han puesto de manifiesto que la función cognitiva del cerebro está sustentada por un conjunto de redes de áreas neuronales que se activan cuando estamos realizando una operación cognitiva, y qué redes se activan en cada caso depende de las operaciones que el sistema está llevando a cabo en ese caso. Esto venía a echar definitivamente por tierra el principio de “equipotencialidad” o “acción de masa” del cerebro, enunciado por Karl Lashley en los años 20 del siglo pasado, según el cual lo que importa para el funcionamiento cognitivo normal es el número de neuronas implicadas en cada operación, no en qué región cerebral están ubicadas esas neuronas, ya que cualquier región del cerebro podía llevar a cabo las mismas funciones cognitivas. Aunque la clínica neuropsicológica desde sus comienzos y a lo largo del siglo XX había venido demostrando que las alteraciones cognitivas de un paciente dependían, no sólo de la naturaleza y de la extensión de su lesión, sino además —o sobre todo— de su ubicación en el cerebro, el principio de Lashley, al haber sido adoptado de manera generalizada por los investigadores sin experiencia clínica, contribuyó en su momento de manera importante a entorpecer el interés por la investigación neuropsicológica. En la actualidad, de acuerdo con el planteamiento dominante de la cuestión, se

considera que “Las operaciones mentales parecen locales. Sin embargo, debido a que la tarea más sencilla implica redes de áreas neurales ampliamente dispersas que, con frecuencia, ocupan la mayor parte del cerebro, es preciso reconciliar las ideas de localización de la función con las ideas de actividad del cerebro global.” (Posner y Rothbart, 2006, pp. 27-28). Y más adelante: “Con frecuencia, nos vemos tentados a pensar en los circuitos cerebrales como un conjunto de conexiones anatómicas fijas entre áreas cerebrales o entre neuronas dentro de esas áreas. Sin embargo, es bien sabido que cualquier área cerebral puede ser anatómicamente conectada a cualquier otra área por rutas directas o por rutas indirectas, proporcionando múltiples oportunidades de recombinar las operaciones componentes de maneras nuevas” (Posner y Rothbart, 2006, p. 159).

La Genética

Junto con la neuroimagen funcional, la segunda aportación importante a la neurociencia cognitiva en el siglo XX procede de la genética. Al concluir el siglo disponíamos ya del mapa completo del genoma humano (Venter, Adams, Myers y otros, 2001). Es decir, de la totalidad de la información genética que posee la especie humana.

El principal objeto de estudio de la genética son los genes y sus correspondientes instrucciones genéticas, contenidos en los cromosomas de las células. Cada cromosoma está formado por una única molécula de ADN (ácido desoxirribonucleico), que codifica la información hereditaria. Cada gen ocupa un segmento determinado de dicha molécula. El conjunto de todos los genes, contenidos en todos los cromosomas de un individuo constituye su bagaje de información genética.

Los genes de un organismo tienen la capacidad de transformar la información codificada en el ADN en las proteínas necesarias para el desarrollo y funcionamiento de ese organismo. Es más, contienen toda la información necesaria para la síntesis de todas las proteínas que ese organismo necesita.

Las unidades elementales constitutivas de las moléculas denominadas proteínas son los aminoácidos. Éstos dan lugar a los *neurotransmisores*, unos compuestos químicos que facilitan la comunicación entre las neuronas. Los principales neurotransmisores para el objetivo que nos ocupa son, por un lado, las *catecolaminas*,

que incluyen la adrenalina, la noradrenalina y la dopamina, y por otro, la serotonina y la acetilcolina. Cada uno de estos neurotransmisores desempeña un papel diferente en el funcionamiento de las redes neuronales.

El proceso de síntesis de proteínas se denomina “expresión génica”. En todos los organismos, el contenido del ADN de todas sus células es idéntico. Sin embargo, no todos los genes se expresan en todas las células ni, cuando se expresan, lo hacen todos a la vez. La expresión o no de un gen en una célula depende de la función que desempeña ésta en un tejido particular y del momento en el que esa célula ha de desempeñar esa función. Es decir, a lo largo de la vida de un individuo, cada gen tiene su momento para expresarse o apagarse después de haberse expresado. La mayoría de los genes contienen la información necesaria para sintetizar una o más proteínas específicas. Al especificar las proteínas a partir de las cuales se generan los diferentes componentes del sistema nervioso, los genes determinan la estructura básica de las redes neurales. Aunque el conjunto de genes es muy similar en todos los seres humanos, se observan diferencias genéticas interindividuales (polimorfismos) en la eficacia del funcionamiento de las redes neurales, debidas, por ejemplo, a sutiles diferencias en la actividad de neurotransmisores particulares. Junto con las diferencias en la historia de experiencias de cada individuo esas diferencias genéticas son las responsables de que no haya dos cerebros funcionalmente idénticos y, con ello, explican las diferencias conductuales interindividuales que caracterizan a la especie humana. Por otro lado, aunque el bagaje de instrucciones genéticas de un individuo no cambia a lo largo de su vida, la expresión de sus genes dentro de una determinada red neuronal puede verse modificada por determinados factores ambientales. Además, un gen puede sufrir mutaciones. Las mutaciones pueden surgir normalmente como consecuencia de errores durante el proceso de replicación del ADN (“mutaciones espontáneas”), o bien como consecuencia de la exposición a factores ambientales como las radiaciones o ciertos productos químicos o biológicos (“mutaciones inducidas”).

En lo que respecta a las aportaciones de la genética a la neuropsicología cognitiva, esas aportaciones se han centrado de modo especial en los estudios de su influencia en la dislexia y en el trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad (TDA-H).

Los avances en el estudio de la genética están alimentando grandes expectativas en lo referente a la prevención, el tratamiento y la recuperación de diferentes

enfermedades, incluidas las alteraciones cognitivas y del temperamento. De hecho, se ha creado una nueva línea de trabajo pluridisciplinar, denominada "omics" (de genomics), que se dedica a desarrollar los estudios genéticos con el objetivo de lograr la aplicación de sus resultados a la mejora de la salud humana. Pero también en el campo de la educación, se han puesto grandes esperanzas en las aportaciones de la genética al empeño de mejorar la metodología de la educación, adaptándola a las posibilidades de aprendizaje de la población infantil "normal", en vista de sus diferencias individuales. Sin embargo, estamos aún lejos de esta meta.

Koury y otros (2009, citados por Gregorenko, 2012) señalan que, para trasladar los conocimientos teóricos adquiridos desde la genética a sus aplicaciones a la salud y a la educación, es preciso recorrer cuatro etapas:

La primera etapa es la del *descubrimiento*, durante la cual la investigación intenta conectar un mecanismo genético con una condición patológica o anómala.

La segunda etapa es la de la *validez clínica*. En ella, la investigación capta el valor de la conexión establecida en la primera etapa e intenta validarla en diferentes ámbitos y con muestras diferentes, a fin de recoger datos y evaluar la replicabilidad y robustez de los resultados.

La tercera etapa es la fase de *utilidad clínica* en la que la investigación establece —y difunde entre los profesionales implicados— unas líneas de actuación para la aplicación clínica de los resultados obtenidos en la etapa precedente.

Sólo cuando esta aplicación clínica a gran escala se ha llevado a cabo, se accede a la cuarta etapa, en la que podemos considerar que la genética ha hecho un descubrimiento relacionado con la salud pública. Ahora bien, esta etapa conlleva múltiples consideraciones éticas y sociales.

Gregorenko (2012) considera que nos encontramos aún en la primera etapa. Tras lamentarse de que el rápido desarrollo de las ciencias y tecnologías basadas en la genética se ha popularizado hasta el punto de que son muchos los que están convencidos de que la aplicación de esos desarrollos está ya al alcance de la medicina y de la educación, insiste en que, entretanto avanzamos por ésta y las siguientes etapas, es indispensable educar, no sólo a la población general, sino además a los educadores y a los médicos, a fin de evitar la propagación de malentendidos

que suelen circular entre todos ellos; tanto los malentendidos acerca de falsas expectativas como acerca de supuestos peligros de la aplicación de la genética a la sanidad y a la educación.

Antes de cerrar este capítulo, parece oportuno recoger las advertencias que Della Sala y Anderson (2012) nos hacen acerca de los peligros que conlleva la difusión tan abusiva como errónea de las supuestas aplicaciones de la neurociencia a la educación (y a la clínica, podemos añadir). Los autores hablan de lo “bueno”, lo “malo” y lo “feo” de la neurociencia. “Lo *bueno* es la investigación seria y sus implicaciones para la práctica educativa [aunque subrayan que la aplicación de la neurociencia a la educación sólo es posible mediante la psicología cognitiva (véase Benedet, 2011)]. Lo *malo* es la explotación del entusiasmo de los educadores por la neurociencia, que abre la puerta a la adopción de programas y materiales educativos aparentemente basados en la neurociencia, pero que ningún neurocientífico serio suscribiría [subrayando que estos programas y materiales —a los que hay que añadir la proliferación de libros sobre “neurociencia y educación”, la mayoría de los cuales son un puro bla, bla, bla— no tienen más base que los intereses comerciales de sus autores y promotores]. Lo *feo* es la interpretación simplista de las teorías cognitivas que conduce a errores en su aplicación” (pp. 3-4).

Las causas del fracaso escolar son muy diversas, y no se pueden reducir a “La dislexia” y el “TDAH” como se viene haciendo, casi sistemáticamente, entre nosotros.

El objetivo principal de este libro es el de concienciar a los lectores acerca de que las aparentes alteraciones del lenguaje oral o escrito pueden no ser en absoluto alteraciones del lenguaje y, cuando no los son, no pueden responder a un tratamiento logopédico. En su lugar, esas aparentes alteraciones del lenguaje pueden ser en realidad -y con frecuencia es el caso- alteraciones de cualquier otro subsistema cognitivo (o emocional) que -al colaborar en el lenguaje en las conductas verbales (comprensión auditiva, expresión oral, lectura, escritura)- repercuten *secundariamente* en alguna de éstas, presentándose *falsamente* como trastornos del lenguaje oral o escrito o ambos. Cuando esto ocurre, el tratamiento logopédico de esas alteraciones -al no poder ayudar al niño a superar su problema- sólo puede hacerle perder miserablemente un tiempo que debería estar dedicado a beneficiarse de un tratamiento correcto que le permitiría no descolgarse de la escolaridad normal.

Hoy, el tema de la dislexia -como el de cualquier otra alteración cognitiva- sólo puede ser correctamente abordado desde la perspectiva de los conocimientos acumulados hasta la fecha por la Neurociencia Cognitiva Evolutiva. Y es desde esta perspectiva actualizada, desde la que el libro se acerca al tema.



CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN PREESCOLAR Y ESPECIAL

General Pardiñas, 95 • 28006 Madrid (España)

Tel.: 91 562 65 24 • Fax: 91 564 03 54

clientes@editorialcepe.es • www.editorialcepe.es