

# Neurodidáctica y discapacidad

**Ana Iglesias Rodríguez**

E.U. de Educación y Turismo de Ávila  
Departamento de Didáctica, Organización y MIDE  
Universidad de Salamanca  
anaiglesias@usal.es

La neurodidáctica<sup>1</sup> es una disciplina reciente que estudia la optimización del aprendizaje basado en el desarrollo del cerebro. Planteado de otra forma, es la disciplina que ayuda a aprender con todo nuestro potencial cerebral.

Todo aprendizaje está posibilitado por las estructuras neuronales del cerebro de nuestros alumnos que, al mismo tiempo, están siendo cambiadas por el aprendizaje.

El cerebro es un cuerpo físico que se puede estudiar y comparar. Pesa alrededor de 1,4 kg y tiene unos 1,400 cm<sup>3</sup> de volumen. Es el objeto más complejo del universo con cien mil millones de neuronas y diez mil sinapsis de media. Las neuronas pueden procesar en un segundo 200 mil millones de bits de información mediante cien trillones de interconexiones. Esto, hace que los seres humanos tengamos una extraordinaria flexibilidad para aprender.

Si bien es cierto que conocemos cada vez mejor las estructuras del cerebro (anatomía) y sus funciones (fisiología), también es verdad que desconocemos aún cómo se toman las decisiones o qué estimula la imaginación, ignoramos cómo se produce el proceso de comprensión de un tema, no sabemos qué es la inteligencia, ni cómo se producen las ideas, o si la mente es exclusivamente un fenómeno producido por el cerebro.

Sin embargo, sí que sabemos que nuestro cerebro consta de dos hemisferios cerebrales, izquierdo y derecho, conectados por haces de fibras nerviosas (cuerpo calloso), que permiten a ambos lados del cerebro inter-

---

<sup>1</sup> IGLESIAS y colaboradores, en prensa.

cambiar información con independencia, para que cada lado del cerebro procese la información de forma diferente.

El hemisferio izquierdo, procesa las cosas en partes y de modo secuencial, capta con mayor rapidez y está más activo cuando experimenta emociones positivas, interviene cuando tenemos que realizar actividades relacionadas con el lenguaje, el análisis de las partes, la percepción del tiempo o las tareas de razonamiento lógico. Mientras que el hemisferio derecho, se centra en las actividades creativas y emocionales como la música, la visualización de imágenes y la situación espacial, teniendo más capacidad que el hemisferio izquierdo para tener una visión global de las circunstancias, así como la capacidad para reconocer de forma más rápida las emociones negativas.<sup>2</sup> Los científicos dividen el cerebro en cuatro áreas denominadas lóbulos cerebrales, que reciben el nombre de: lóbulo frontal, parietal, temporal y occipital.

*Lóbulo frontal.* Está situado en la frente. Es el encargado de resolver y planificar problemas de la personalidad. También está implicado en actos como el juicio y la creatividad.

*Lóbulo parietal.* Está situado en la zona trasera superior. Sus tareas incluyen el tratamiento de funciones sensoriales y lingüísticas superiores.

*Lóbulos temporales* (lado izquierdo y lado derecho). Se encuentran situados por encima y alrededor de los oídos. Encargados de la audición, del lenguaje, de algunos aspectos de la memoria y del significado.

*Lóbulo occipital.* Situado en la parte media trasera del cerebro, es el encargado de la visión.

Cada lóbulo cerebral está especializado en diferentes funciones y son los responsables de la mayoría de las capacidades cognitivas (atención, lenguaje, memoria, conocimientos generales, cálculo, orientación espacial, lógica, creatividad, etc.).

Pero el cerebro no sólo realiza funciones que permiten a la persona pensar, respirar, comer, resolver problemas, calcular... También siente y se

---

<sup>2</sup> JENSEN, 2004; Pizarro de Zuliger, 2006.

emociona. El responsable de la afectividad es el sistema límbico, situado en la zona central del cerebro y formado por el hipocampo, el tálamo, el hipotálamo y la amígdala. Representa el 20 por ciento del volumen del cerebro y es el encargado de hacer funcionar las emociones, el sueño, la atención, la creatividad, el humor, el olfato, la sexualidad.

En la zona media superior del cerebro, tenemos el córtex sensorial que recibe información de los receptores cutáneos del cuerpo; y el córtex motor que es necesario para el movimiento. Y, en el área inferior trasera del cerebro, se encuentra el cerebelo que es el principal responsable del equilibrio, de la postura, del movimiento y de algunas áreas de cognición.

A continuación, vamos a estudiar todas estas cuestiones aplicadas al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para que el cerebro pueda aprender, debe recibir energía.<sup>3</sup> La energía de la que se nutre es, por un lado, la sangre que aporta nutrientes como glucosa, proteína, oligoelementos y oxígeno; y por otro, el agua que aporta el equilibrio electrolítico necesario para su correcto funcionamiento. El cerebro recibe alrededor de 36 litros de sangre cada hora y necesita de 8 a 12 vasos de agua cada día para un óptimo funcionamiento, puesto que si no, puede ocasionar letargo y debilitamiento del aprendizaje. De aquí se deriva que una dieta alimenticia correcta ayuda en el aprendizaje.

Poseemos un 10 por ciento de neuronas y un 90 por ciento de neuroglías. Aunque el cerebro contiene menos neuronas, éstas son esenciales para su funcionamiento. Las neuronas están compuestas por un cuerpo celular compacto, dendritas y axones, encargados de tratar la información y transportar las señales químicas y eléctricas en todas direcciones.

El aprendizaje, es una función fundamental de las neuronas que no se puede llevar a cabo de modo individual, sino que requiere grupos de neuronas. Al aprender, lo que estamos haciendo es modificar el cerebro mediante cada nueva estimulación, experiencia y conducta. Aún no se sabe cómo sucede esto, pero existen algunas ideas acerca de lo que puede estar ocurriendo: cuando algún tipo de estímulo nuevo llega al cerebro (ver una película nueva, escuchar una nueva música, visitar un lugar nue-

---

<sup>3</sup> JENSEN, 2004; Blakemore y Frith, 2007.

vo) se desencadena el proceso. La nueva estimulación mental o motora produce mayor energía eléctrica beneficiosa que lo antiguo o ya conocido, convirtiéndose en impulsos nerviosos que hacen que las células establezcan conexiones entre sí produciéndose una sinapsis que será utilizada una y otra vez, dando lugar a nuevas sinapsis después del aprendizaje. Todo este proceso da lugar a una memoria potencial que podrá ser empleada en el momento preciso y activada con facilidad siempre que logremos alterar la eficacia sináptica.

Por lo tanto, nuestro cerebro no sólo es el órgano mediante el cual se producen todas las formas de aprendizaje, sino también el mecanismo natural que determina lo que puede ser aprendido, en qué cantidad y con qué rapidez. Es decir, nuestro cerebro es el encargado de poner límites a nuestro aprendizaje.

Es evidente que no todos aprendemos de la misma manera ni a la misma velocidad, pues cada uno de nosotros poseemos unas características personales, psíquicas, físicas y sociales que nos diferencian del resto. Y son estas diferencias las que establecen nuestras distintas formas de aprender.<sup>4</sup> Es aquí donde profesores y alumnos debemos poner toda nuestra atención y tratar de buscar soluciones a la diversidad de situaciones y necesidades. Sólo comprendiendo cómo adquiere y conserva información y destrezas el cerebro, seremos capaces de alcanzar los límites de su capacidad para aprender.

Durante los últimos años, los avances realizados gracias a las investigaciones genéticas, nos han hecho partícipes de lo importantes que son los genes en la creación del individuo, así como del papel que juegan en el aprendizaje y en las discapacidades para el aprendizaje. En la programación genética, no basta con que se produzca el desarrollo normal del cerebro, sino que también se requiere la estimulación ambiental. Es un hecho científico que las áreas sensoriales del cerebro sólo pueden desarrollarse cuando el entorno contiene diversos estímulos sensoriales, imágenes, texturas y sonidos. Es curioso que esto mismo sea así para todas las áreas del cerebro y para todas las funciones mentales.

---

4 SPITZER, 2005.

El cerebro debe ser tenido en cuenta no sólo cuando hablamos del desarrollo normal del niño sino y, sobre todo, cuando analizamos los trastornos del desarrollo producidos por algún ligero defecto en la programación genética, que tiene un efecto en el desarrollo cerebral como, por ejemplo, el autismo, el trastorno de hiperactividad por déficit de atención (THDA) y la dislexia. Tal vez estos trastornos tengan orígenes sutiles en el cerebro, pero en todo caso, pueden tener consecuencias de gran alcance en el desarrollo cognitivo.<sup>5</sup>

Los cerebros individuales, como los cuerpos individuales, son distintos entre sí, pero no hay casi nada que no podamos manejar o cambiar. Aunque sólo se han realizado experimentos con animales, los investigadores sugieren que a cierta edad deben producirse determinadas experiencias de aprendizaje, porque si no, el cerebro no se desarrollará como es debido y será imposible que el niño adquiriera jamás las facultades o destrezas pertinentes.

Actualmente, la mayoría de los neurocientíficos creen que los períodos críticos no son rígidos ni inflexibles. Los interpretan como periodos sensibles que comprenden cambios sutiles en la susceptibilidad del cerebro, a ser moldeado y modificado por experiencias que se producen a lo largo de la vida. Un entorno *normal*, da origen a más conexiones sinápticas que un entorno precario. Los estudios demuestran que si se desatienden a los bebés, se les causa daño. Los niños que han sido criados en condiciones muy precarias, con mala nutrición, mala salud y poca estimulación sensorial y social, tienen más probabilidades de presentar un retraso en el aprendizaje de destrezas, tales como andar y hablar, así como un desarrollo cognitivo, emocional y social deteriorado. Rutter y su equipo de investigadores, observaron una estrecha relación entre la duración del estado de privación y la gravedad del retraso intelectual del niño. Una pequeña pero significativa proporción de los adoptados rumanos, mostraban patrones de conducta de carácter autístico, como acercamientos indiscriminados a desconocidos, adhesión inflexible a rutinas e intereses obsesivos limitados. No obstante, en estos estudios la recuperación de capacidades intelectuales y la mejora de las conductas similares a las autísticas fueron extraordinarias. La mayoría de los bebés se restablecieron completamente.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> GREENFIELD, 2007.

<sup>6</sup> BLAKEMORE Y FRITH, 2007.

Si hay algo que nos diferencia de los animales, eso es el lenguaje. El lenguaje es necesario para poder comunicar nuestros pensamientos, ideas, deseos y sentimientos. La incapacidad de controlar el lenguaje hablado o escrito, puede producir en las personas una gran discapacidad y afectar a las dimensiones sociales y educativas de quienes las sufren, llegando incluso, a impedir la comunicación total.<sup>7</sup>

Los trastornos del lenguaje pueden aparecer de forma diversa. Las personas que sufren Trastorno Específico del Lenguaje (TEL), tienen una capacidad intelectual normal, pero experimentan dificultades con ciertas construcciones gramaticales, por ejemplo, conjugar de forma correcta los verbos, entender frases de sintaxis complicada, etc.

Quienes sufren dislexia, por su parte, con independencia del nivel intelectual que posean, no consiguen aprender a leer. Este trastorno suele transmitirse en la familia y, a menudo, aparece asociado a otras anomalías como por ejemplo, la confusión entre izquierda y derecha, problemas de equilibrio. Hoy día, las investigaciones realizadas indican que la dislexia tiene una base genética que provoca un trastorno leve del desarrollo del cerebro.

Tanto la dislexia como el TEL, parecen tener raíces genéticas, ya que no se observan daños cerebrales ni anomalías neuroanatómicas evidentes. No obstante, el origen de estos problemas sigue siendo objeto de grandes controversias. Así, algunos investigadores atribuyen el trastorno al déficit en una capacidad de procesamiento central, como por ejemplo, un conocimiento inadecuado de la gramática o de las reglas de conversión de letras en sonidos. Otros, sin embargo, sugieren que tiene su origen en el déficit de los procesos periféricos asociados a la escucha y a la lectura. Las dificultades en el uso del lenguaje suelen venir provocadas por daños en los centros del lenguaje del cerebro, que en la mayoría de la gente, se encuentran situados en el hemisferio cerebral izquierdo.

Cuando queda dañada la parte más frontal del área del habla en el hemisferio izquierdo (el área de Brocca), con frecuencia se produce una disfasia expresiva. Las personas que la padecen pueden entender todo lo que

---

<sup>7</sup> GREENFIELD, 2007.

se les dice o leen pero son incapaces de encontrar las palabras con las que expresarse ellos mismos.

Por el contrario, si la parte del área del lenguaje que resulta dañada es la situada hacia la parte posterior del cerebro (el área de Wernicke), los afectados suelen presentar más dificultades para comprender lo que se les dice que para expresarse ellos mismos. Es lo que se conoce como disfasia receptiva.

En la práctica, muchas personas sufren una combinación de problemas receptivos y expresivos. Si las áreas de las regiones del habla que resultan afectadas son más reducidas, pueden producirse trastornos más específicos, por ejemplo, la incapacidad de escribir (disgrafía), aunque se conserve intacta la capacidad de hablar, o la dificultad con determinadas formas gramaticales.

La capacidad de oír, se encuentra vinculada a la capacidad de producir y comprender el lenguaje. La sordera impide a quien la sufre, registrar el habla o cualquier otro sonido, lo que dificulta mucho la adquisición del lenguaje. También algunos trastornos de las áreas de asociación auditiva pueden afectar a la capacidad lingüística de una persona. Se ha llegado a sugerir que el Trastorno Específico del Lenguaje puede tener su origen en un déficit de la capacidad de procesar con la suficiente rapidez los sonidos del habla, sobre todo, de los consonánticos. Cuando una persona no puede identificar los sonidos del habla, le resulta muy difícil aprender la gramática u otros aspectos del lenguaje.

Por otro lado, algunos niños presentan excesivas dificultades, muy probablemente a causa de alguna anomalía cerebral en la coordinación motora. Esta anomalía recibe el nombre de dispraxia, y se observa en la incapacidad del niño para abotonarse la ropa, sostener un lápiz como es debido o lanzar y recibir pelotas. Dado que hay partes importantes del cerebro que se dedican a mantener la postura y a impedir que nos caigamos si estamos en un terreno irregular o resbaladizo, puede que una anomalía cerebral, por pequeña que esta sea, se manifieste en un control motor deficiente. Esto afecta a la capacidad para escribir con la mano, repercutiendo, al mismo tiempo, en la vida escolar del niño.

También sabemos por los estudios realizados durante los últimos años, que sólo unos días después de nacer, los bebés saben distinguir entre dos y tres objetos. El neurodidáctico francés Stanislas Dehaene, ha sugerido que ya antes de nacer, el cerebro desarrolla, mediante control genético, un módulo especializado para identificar números. Igual que el cerebro del recién nacido, está dotado de un sistema visual inicial antes de la exposición a estimulación visual, puede que también esté provisto de un equipo de partida para un sistema numérico. Esta idea también explica por qué algunos individuos no tienen concepto de número y les resulta muy difícil entender incluso los problemas matemáticos más básicos. Estas personas reciben el nombre de discalcúlicos.

Los científicos cerebrales han estudiado cómo el cerebro procesa cálculos matemáticos y han observado que hay distintas regiones cerebrales especializadas en *cálculos aproximados* y *cálculos exactos*. Los pacientes con lesión cerebral que de pronto han perdido sus destrezas matemáticas, han desvelado mucho sobre estos procesos, lo mismo que los niños que no han llegado a adquirir dichas destrezas. Según ciertos estudios realizados en individuos con lesiones cerebrales, el lóbulo parietal, implicado en la visión y el recuerdo de dónde están los objetos, está vinculado al conocimiento de los números y sus relaciones.<sup>8</sup>

Existen dos clases de números que podemos leer: palabras numéricas (*cinco*) y cifras o dígitos (5). La capacidad para leer ambos puede resultar selectivamente dañada debido a lesiones en diferentes regiones cerebrales. Unos pacientes pueden leer palabras numéricas pero no dígitos, mientras otros tienen el problema contrario. En general, las lesiones en la corteza visual del lado izquierdo del cerebro originan dificultades en la lectura de palabras, mientras que las lesiones en la corteza visual del lado derecho ocasionan problemas en la lectura de dígitos. Así pues, parece que el cerebro tiene varios sistemas encargados de los distintos aspectos del número y la cantidad, que por lo común funcionan conjuntamente integrando toda esta información para que tenga sentido como un todo.

En algunas personas, la capacidad de cálculo aritmético no llega a desarrollarse pese a una correcta enseñanza y a la adecuada interacción ambiental. A este respecto, se sospecha que puede existir una anomalía

---

<sup>8</sup> BLAKEMORE y FRITH, 2007.



cerebral en el trastorno de la discalculia del desarrollo. Las dificultades graves y continuas con las matemáticas, no tienen por qué deberse a problemas neurológicos sino que pueden producirse por otras razones, entre ellas la ansiedad.

En los niños con discalculia, la capacidad para adquirir destrezas aritméticas está dañada en un grado moderado a grave. Puede que estos niños tengan dificultades para comprender problemas matemáticos, incluso muy sencillos, tanto en la escuela como en otros contextos, como cuando comprueban el ticket de la tienda, comprueban el cambio o calculan cuánto tiempo tardarán en realizar determinadas actividades. Para un niño discalcúlico, las matemáticas y el concepto de número son incomprensibles generando en ellos un sentimiento de frustración y ansiedad muy grandes, que se refleja en las clases de matemáticas y en cualquier parte donde se requiera algún tipo de cálculo. A veces, la discalculia aparece en niños con dislexia, por lo que se ha llegado a pensar que ambos trastornos están relacionados.

La discalculia del desarrollo puede aparecer por diversas razones. El cerebro tiene un cableado duro para poder calcular (los recién nacidos tienen capacidades numéricas básicas). Los bebés distinguen entre números pequeños y objetos e incluso parecen ser capaces de hacer cálculos matemáticos sencillos. Una de las hipótesis predominantes para explicar la discalculia, es la propuesta por Stanislas Dehaene y Brian Butterworth, quienes por separado, han llegado a la conclusión de que este trastorno se produce por la falta de este sentido innato del número.

Este hecho, se puede deber a la inexistencia de uno de los principales mecanismos de *arrancada* para el aprendizaje rápido de la cantidad y el número. Esta clase de mecanismo recibe el nombre de módulo. Es posible que el módulo no logre desarrollarse de forma adecuada como consecuencia de alguna lesión cerebral temprana o alguna desorganización genética de los circuitos neurales subyacentes. No obstante, un mecanismo defectuoso de *arrancada* para el aprendizaje rápido no impide el aprendizaje lento. Y es aquí, donde la enseñanza compensatoria tiene una gran responsabilidad. Lo esencial es enseñar mediante la repetición lenta y paciente de elementos básicos que normalmente se dan por sentados, amén de proporcionar reglas explícitas. Esto supone un esfuerzo considerable, y no equivale a instalar las reglas implícitas y la intuición que faltan.

No obstante, es algo sumamente práctico. Al final, el individuo discalcúlico será capaz de realizar y verificar operaciones básicas.

Por lo que sabemos, estas afecciones están determinadas genéticamente aunque todavía no se ha logrado averiguar de qué modo la anomalía genética conduce a una deficiencia mental como en el caso del autismo, del síndrome de Asperger, el síndrome de Down y el Trastorno Específico del Lenguaje.

Los grandes avances que se están produciendo gracias a la neurociencia serán las que, poco a poco, nos vayan dando las pautas a los educadores acerca de la mejor manera de afrontar y dar respuesta a muchos de estos trastornos.▲

## Bibliografía

- BLAKEMORE, S-J. y Frith, U. *Cómo aprende el cerebro. Las claves para la educación*. Ariel. Barcelona, 2007.
- BURÓN, J. *Enseñar a aprender: Introducción a la metacognición*. Ediciones Mensajero. Bilbao, España, 2002.
- DAMASIO, A. *El error de Descartes*. Editorial Crítica. Barcelona, 2006.
- FORD, M. *Motivating humans*. Sage publications. California, 1992. Citado por Jensen, E. en *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Narcea Ediciones. Madrid, s.a., pp. 97-98.
- GARDNER, H. *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Paidós. Barcelona, 1995.
- GOLEMAN, D. *Inteligencia emocional*. Editorial Cairós. Barcelona, 1996.
- GREENFIELD, S. (Ed.). *El poder del cerebro. Cómo funciona y qué puede hacer la mente humana*. Editorial Crítica. Barcelona, 2007.
- IGLESIAS, A. y colbs. *Fundamentos de neurodidáctica para Educadores*. Universa Terra Ediciones. Salamanca, España: En prensa.
- JENSEN, E. *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Narcea Ediciones. Madrid, 2004.
- PINEL, J. *Biopsicología*. Pearson Educación. Madrid, 2007.
- PINKER, S. *Cómo funciona la mente*. Editorial Destino. Madrid, 2007.
- PIZARRO de Zulliger, B. *Neurociencia y educación*. La Muralla. Madrid, 2003.
- PUNSET, E. *El alma está en el cerebro*. Editorial Aguilar. Madrid, 2007.
- SPITZER, M. *Aprendizaje. Neurociencia y la escuela de la vida*. Ediciones Omega. Barcelona, 2005.