

BASES NEUROBIOLÓGICAS DE LAS DIFICULTADES EN LA ADQUISICIÓN DE LA LECTURA RESPECTO AL PROCESAMIENTO FONOLÓGICO: EVIDENCIA POR NEUROIMAGEN

Introducción

Muchos de los trastornos del desarrollo tienen un fuerte componente genético, lo que hace que desde el inicio el cerebro se configure de manera diferente. El desarrollo y evolución de un cerebro condicionado genéticamente no es el mismo que el de un cerebro que no lo está. Eso hace que resulte complicado predecir su evolución y arriesgado establecer un pronóstico equiparando las pautas del desarrollo de un niño con alteraciones respecto a la población infantil sin un trastorno dado. Es importante no establecer esa comparación porque la adquisición de los hitos evolutivos en un cerebro con alteraciones del neurodesarrollo puede ser totalmente diferente a la que sigue un cerebro sano, a veces con saltos evolutivos insospechados y otras veces con períodos en los que no se detecta el más mínimo avance.

La plasticidad cerebral no es total, esta se rige por unas limitaciones estructurales y funcionales que, además, varían a través de períodos críticos. Cada sistema (motor, lenguaje...) necesita de una estimulación específica determinada genéticamente para ir adquiriendo los hitos evolutivos. El tipo de estimulación que necesita un cerebro con dificultades para adquirir la lectura no es la misma que necesita un cerebro sano porque su configuración es distinta y la estimulación debe ser específica para esa configuración según se requiera restablecer una función perdida, fomentar una determinada función debilitada o desarrollar zonas alternativas para una determinada función que compensen una lesión. No es objeto de este artículo divulgativo especificar tales las técnicas, sino explicar, sobre la base de los estudios de neuroimagen, cuál es esa configuración y funcionamiento distinto en lo que respecta a una de las funciones que determinan la adquisición de la lectura: la conciencia fonológica.

Procesamiento fonológico

Existe acuerdo entre la comunidad científica acerca de las diferencias tanto estructurales como funcionales evidenciadas entre los cerebros de niños con y sin determinados

problemas de aprendizaje, en concreto con dificultades en la adquisición de la lectura, aunque aún quede mucho por saber e investigar.

El acto de leer implica un análisis visual de la letra escrita, así como la relación entre esta letra escrita y el lenguaje hablado. De hecho, parece ser que un déficit en el procesamiento de los sonidos del lenguaje hablado es característico de la mayoría de los malos lectores antes incluso de que empiecen a leer. La habilidad del niño para analizar los sonidos del lenguaje, o lo que es lo mismo la *conciencia fonológica*, precede y predice el éxito de la transición del lenguaje hablado a la lectura y escritura. Las habilidades fonológicas ya en niños preescolares son uno (no el único) de los predictores más fuertes de la capacidad de adquisición de la lectura en los primeros años de primaria (Bradley & Bryant, 1978; Goswami & East, 2000). Un déficit en la conciencia fonológica, afectando primero al lenguaje oral y luego al visual (traducir lo escrito a lo hablado, es decir, leer), se considera uno de los principales factores presentes en la base de los problemas en la adquisición de la lectura. (Goswami & East, 2000; Shaywitz, 2003).

Los estudios de neuroimagen de conciencia fonológica suelen usar tareas de rima en las que a los niños participantes se les pide que digan si dos palabras, por ejemplo, “pato” y “gato”, o el nombre de dos letras, por ejemplo, “c” y “d”, riman.

Las tareas de rimas se usan frecuentemente:

- porque requieren que el niño tenga conciencia fonológica sobre los sonidos que constituyen las palabras y las letras,
- porque la detección de la rima es una de las primeras tareas de conciencia fonológica que los niños logran hacer,
- porque la rima es un buen predictor de éxito en la lectura en niños (Bradley & Bryant, 1978; de Jong & Van der Leij, 2002; Wolf 2007).

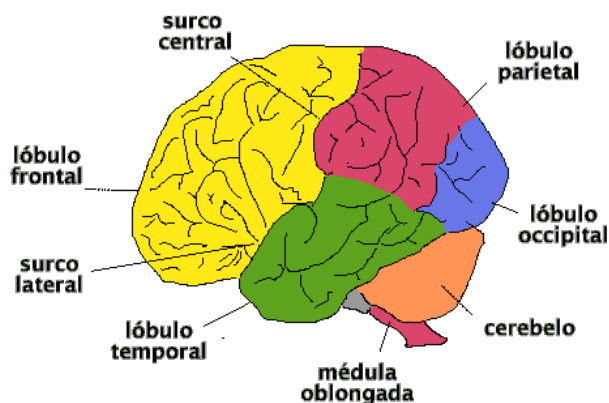
Las tareas de rimas han sido usadas con éxito en los estudios del cerebro con imágenes en casos de problemas en la lectura usando Potenciales Relacionados con Eventos (ERP), Tomografía por Emisión de Positrones (PET), Resonancia Magnética Funcional (fMR), y Magnetoencefalografía (MEG).

Estos estudios de neuroimagen han evidenciado fehacientemente que los cerebros de los niños con problemas en adquisición de la lectura *infrautilizan las regiones posteriores del cerebro*, incluyendo las regiones temporal izquierda, parietal y occipitotemporal durante la tarea de lectura en comparación con niños, de su misma edad, que adquieren la lectura

de manera fluida y normalizada (Cao, Bitan, Chou, Burman & Booth, 2006; Hoeft et al., 2007; Temple et al., 2001).

Los menores con problemas en la adquisición de lectura, muestran una activación reducida del cortex temporoparietal izquierdo, así como menor volumen de materia gris en estas regiones (*la función principal de la materia gris tiene que ver con el procesamiento de la información*) (Hoeft et al., 2006; Hoeft et al., 2007; Odegard, Farris, Ring, McColl & Black, 2009). Por tanto, la hipoactivación temporoparietal se encuentra relacionada con el origen de las dificultades en la adquisición de la lectura.

Según los niños van mejorando su conciencia fonológica y avanzando en lectura y escritura, su habilidad para transformar los sonidos del lenguaje hablado al escrito se va automatizando cada vez más. Se ha hipotetizado que son las regiones temporal izquierda y



parietal las que actúan como base neural donde ocurre esta integración modal de procesamiento auditivo y visual durante la lectura (Booth et al., 2004; Shaywitz et al., 2007) .

Fuente imagen: Dr. C. George Boeree
Departamento de Psicología - Universidad de Shippensburg

exterior del cerebro desde el lado izquierdo

Los estudios realizados en niños sin problemas de lectura muestran que con la edad va aumentando la activación de las regiones temporoparietales y decreciendo la activación de las regiones frontales, incluyendo el giro frontal inferior (GFI), y el giro frontal medio (GFM) (Hoeft et al., 2007; Shaywitz et al., 2002, 2007). Por el contrario, los niños con problemas en adquisición de la lectura muestran que con la edad va aumentando la activación en las regiones frontales (Shaywitz et al., 2002, 2007). Es decir, *siguen un patrón evolutivo contrario*.

Se supone que las regiones izquierda inferior y frontal media son las bases neurales que soportan la memoria verbal activa y el análisis complejo de información verbal durante la lectura, estas regiones son las que se activan en los adultos durante la lectura de material complejo. Por tanto, en el desarrollo de niños sin problemas de adquisición de lectura, la activación de las regiones frontales izquierdas van desligándose cada vez más de las tareas

simples de lectura, mientras que las regiones posteriores izquierdas soportan los procesos de lectura automática y fluida y sólo participan en lecturas complejas.

Sin embargo, en niños con problemas en adquisición de la lectura presentan la tendencia opuesta dado que el *cortex posterior izquierdo* falla como soporte neural de la lectura fluida, así las regiones frontales e izquierdas son cada vez más necesarias y requeridas como soporte de los procesos básicos de lectura. (Pug et al., 2000; Shaywitz et al., 2007; Zeffro & Eden, 2000).

Así, los niños con problemas en adquisición de lectura deben desarrollar estrategias **compensatorias** y sistemas o redes neurales que sirvan como soporte del procesamiento fonológico en el habla y la escritura (Shaywitz et al., 2007; Wolf, 2007). La mayor demanda de regiones frontales es un aspecto de este mecanismo de compensación (Shaywitz et al., 2007). Estudios con MEG en tareas de lectura y escritura también revelaron que los niños con problemas de adquisición de la lectura muestran una activación del hemisferio derecho en las regiones temporoparietales posteriores (gyrus temporal superior, gyrus medio temporal posterior y gyri angular y supramarginal) al mismo tiempo y del mismo modo que ocurre la activación del hemisferio izquierdo en niños sin problemas en la adquisición de la lectura (Simons, Breier, Fletcher, Brgman et al., 2000; Simons, Breier, Fletcher, Foorman et al., 2002). Los estudios con RMf apoyan lo anterior y acreditan una mayor activación en la zona derecha que en la izquierda en la zona parietal y temporal derechas y en las regiones frontales.

Lo anterior se considera un mecanismo de compensación neural activado por la mayor demanda de procesamiento y atención que tanto el lenguaje hablado como escrito suponen para los niños con dificultades para la adquisición de la lectura.

Esta demanda y uso de las regiones del hemisferio derecho, en parte, se ve facilitado por las *atípicamente mayores conexiones de la sustancia blanca entre los hemisferios derecho e izquierdo* en niños con dificultades en adquisición de lectura, especialmente en el esplenio del cuerpo calloso. Éstos además, muestran unas *conexiones de materia blanca más débiles dentro del hemisferio izquierdo* (Carter et al., 2009; Klingberg et al., 2000).

Esta fuerte conectividad de las conexiones neuronales entre hemisferios y debilidad dentro del hemisferio izquierdo retrasa la transferencia de información dentro del hemisferio del lenguaje, y transfieren el procesamiento de la información relevante de la lectura al hemisferio derecho (Caylak, 2009).

Así, esta conectividad anómala está relacionada con las causas de las dificultades en la adquisición de la lectura, pero ese tipo de conectividad también está influenciada por la instrucción y la frecuencia en la lectura: un buen entrenamiento en lectura con técnicas adecuadas y específicas para cada niño fortalecen la conectividad dentro del hemisferio izquierdo del niño con problemas de lectura y aquí es donde entra la Neuropsicología infantil.

Los niños sometidos a una buena terapia, a tales efectos, frecuentemente, con el tiempo e intensidad de entrenamiento, acaban mostrando un aumento de la activación de las regiones temporal posterior izquierda y parietal. (Gaab, Gabrieli, Deutch, Tallal & Temple, 2007; Meyler, Keller, Cherkassky, Gabrieli & Just, 2008). Bien es cierto, que la activación de la zona temporoparietal en respuesta a la lectura será, por lo general, más lenta en comparación con niños sin estos problemas, así como la mayor activación de los hemisferios derechos.

En cualquier caso, lo que resulta evidente es que uno de los objetivos en el tratamiento de los problemas en la adquisición de la lectura es ***augmentar la conectividad entre las distintas regiones del hemisferio izquierdo que sirven de base al análisis fonológico de la letra impresa***, dado que las diferencias neurológicas en el procesamiento de la información fonológica, especialmente en las regiones temporal posterior izquierda y parietal, suelen acompañar las dificultades en la adquisición de lectura.

La etiología de este déficit fonológico sigue siendo investigado a fecha de hoy, considerándose que puede ser debido a una baja capacidad de percepción o sensibilidad a las unidades fonológicas (fonemas), habilidad reducida para recordar información fonológica (déficit de la memoria a corto plazo), o dificultad con la manipulación de información verbal (déficit de la memoria de trabajo verbal). Todos estos déficits darían lugar a una baja conciencia fonológica en el niño y todos los estudios de neuroimagen los corroboran.

BIBLIOGRAFIA

Bradley, L., & Bryant, P- E. (1978) *Difficulties in auditory organisation as a posible cause of Reading backwardness. Nature*, 271 (5647)

- Carter, J. C., Ianham, D. C., Cutting, L. E., Clements-Stephens, A. M., Chen, X., Hadzipasic, M., et al., (2009) *A dual DTI approach to analyzing white matter in children with dyslexia*. *Psychiatry Research*, 172 (3).
- Cao, F., Bitan, T., Chou, T. L., Burman, D. D., & Booth, J. R. (2006) *Deficient orthographic and phonological representations in children with dyslexia revealed by brain activation patterns*. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47 (10).
- Caylak, E. (2009) *Neurobiological approaches on brains of children with dyslexia: Review*. *Academic Radiology*, 18 (8).
- De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2002) *Effects of phonological abilities and linguistic comprehension on the development of reading*. *Scientific studies of Reading*, 6, 51-77.
- Gaab, N., Gabrieli, J. D. E., Deutch, G. K., Tallal, P., & Temple, E. (2007) *Neural correlates of rapid auditory processing are disrupted in children with developmental dyslexia and ameliorated with training: An fMRI study*. *Restorative neurology and neuroscience*, 25, 295-310.
- Goswami, E., & East, M. (2000) *Rhyme and analogy in beginning reading: Conceptual and methodological issues*. *Applied Psycholinguistics*, 21, 63-93.
- Hoeft, F., Meyler, A., Hernandez, A., McMillon, G., Taylor-Hill, H., Martindale, J. L., Meyler, A., et al. (2006) *Neural basis of dyslexia: A comparison between dyslexic and nondyslexic children equated for reading ability*. *Journal of Neuroscience*, 26 (42)
- Hoeft, F., Meyler, A., Hernandez, A., Juel, C., Taylor-Hill, H., Martindale, J. L et al. (2007) *Functional and morphometric brain dissociation between dyslexia and Reading ability*. *Proceedings of the national Academy of Sciences of the USA*, 104 (10).
- Odegard, T. N., Farris, E. A., Ring, J., McColl, R., & Black, J., (2009) *Brain connectivity in non-reading-impaired children and children diagnosed with developmental dyslexia*. *Neuropsychologia*, 47 (8-9).
- Klingberg, T., Hedehus, M., Temple, E., Salz, T., Gabrieli, J. D., Moseley, M. E., et al., (2000) *Microstructure of temporo-parietal White matter as a basis for Reading ability: Evidence from diffusion tensor magnetic resonance imaging*. *Neuron*, 25(2).
- Meyler, A., Keller, T. A., Cherkassky, V. L., Gabriel, J. D. & Just, M. A. (2008) *Modifying the brain activation of poor readers during sentence comprehension with extended remedial instruction: A longitudinal study of neuroplasticity*. *Neuropsychologia*.

- Pugh, K. R., Mencl, W. E., Jenner, A. R., Katz, L., Frost, S. J., Lee, J. R., et al. (2000) *Functional neuroimaging studies of reading and reading disability*. *Mental Retardation and Development Disabilities Research Reviews*, 6(3).
- Shaywitz, S. E. (2003) *A new and complete science-based program for reading problems at any level*. New York: A. A. Knopf.
- Shaywitz, B. A., Skudlarski, P., Holahan, J. M., Marchione, K. E., Constable, R. T., Fulbright, R. K., et al (2007). *Age-related changes in reading systems of dyslexic children*. *Annals of Neurology*, 61(4).
- Simons, P. G., Breier, J. L., Fletcher, Bergman, E., Foorman, B. R., Fishbeck, K., et al (2000) *Brain activation profiles in dyslexic children during non-word-reading: A magnetic source imaging study*. *Neuroscience Letters*, 290(1).
- Simons, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J.M., Foorman, B. R., Castillo, E. M., & Papanicolaou, A. C. et al., (2002) *Brain mechanisms for reading words and pseudowords: An integrated approach*. *Cerebral Cortex*, 12 (3).
- Temple, E., Poldrack, R. A., Salidis, J., Deutsch, G. K., Tallal, P., Merzenich, M. M., et al. (2001). *Disrupted neural responses to phonological and orthographic processing in dyslexic children: An fMRI study*. *Neuroreport*, 12 (2).
- Wiley-Blackwell (2012) *The Handbook of the Neuropsychology of Language*. Miriam Faust.
- Wolf, M. (2007) *Proust and the squid: the story and science of reading brain*. New York: HarperCollins.
- Zeffro, T., & Eden, G., (2000) *What's the matter? White matter?* *Neuron*, 25(2).