

## Dislexia, discalculia y disgrafía: tres casos de estudio abordados desde la psicología y la neurociencia educativa

*Génesis Medina Álvarez*

Bachiller en Ciencias. Estudiante de noveno semestre de Psicología de la Universidad Católica Andrés Bello, becaria del programa Beca-Trabajo del Centro de Investigación y Formación Humanística de esta misma institución, en donde desempeña labores de asistencia en proyectos de investigación y publicación de artículos científicos, producción de material de apoyo para la docencia y formación de recursos humanos para la investigación y enseñanza en el área de Humanidades.

*Rubén Carvajal Santana.*

Licenciado en Química UCV, Magister Scientiarum en Ciencias Fisiológicas UCV, Doctor en Educación UCAB. Profesor Asociado UCAB. Asignaturas: Neurociencias I, Neuromarketing y Neuroeducación (pregrado); Seminario de Neuromarketing (posgrado). Coordinador del Diplomado en Neuromarketing del CIAP-UCAB. Investigador A en Neurofisiología del Instituto de Medicina experimental UCV. Tutor de 24 trabajos de grado y autor del libro Neurociencias ¿qué aporta a investigadores y docentes?

### Resumen

La neurociencia educativa es una interdisciplina que busca comprender los mecanismos neuronales implicados en los procesos cognitivos fundamentales para la educación (atención, lenguaje, lectura, escritura, cálculo, memoria y aprendizaje) en situaciones típicas y atípicas. El objetivo principal de esta investigación fue estudiar tres casos reales de trastornos de aprendizaje (dislexia, discalculia y disgrafía) y revisar comparativamente los abordajes epistemológicos y terapéuticos de la psicología y la neurociencia educativa ante estos trastornos, obtenidos de la literatura especializada y del análisis de las mallas curriculares de 41 posgrados en neurociencia educativa. El abordaje de la neurociencia educativa se ha soportado mayormente en estudios encefálicos por resonancia magnética funcional de personas con o sin los trastornos referidos, lo que ha permitido identificar diversas estructuras y circuitos neuronales implicados en estos procesos, lo que ha contribuido a enriquecer las intervenciones del psicólogo escolar y el educador, al permitir el diagnóstico temprano de estos trastornos.

Palabras clave: dislexia, discalculia, disgrafía, neurociencia, educación, psicología.

## Dyslexia, dyscalculia and dysgraphia: three case studies approached from educational psychology and neuroscience

### Abstract

Educational neuroscience is an interdiscipline that seeks to understand the neural mechanisms involved in the fundamental cognitive processes for education (attention, language, reading, writing, calculation, memory and learning) in typical and atypical situations. The main objective of this research was to study three real cases of learning disorders (dyslexia, dyscalculia and dysgraphia) and to comparatively review the epistemological and therapeutic approaches of educational psychology and neuroscience to these disorders, obtained from the specialized literature and the analysis of the curricular meshes of 41 postgraduate courses in educational neuroscience. The educational neuroscience approach has been supported mainly by functional magnetic resonance brain studies of people with or without the aforementioned disorders, which has made it possible to identify various structures and neural circuits involved in these processes, which has contributed to enriching the interventions of the school psychologist and educator, by allowing early diagnosis of these disorders.

Keywords: dyslexia, dyscalculia, dysgraphia, neuroscience, education, psychology.

## Presentación general

La neurociencia educativa es una interdisciplina en la que los métodos (o descubrimientos) de la neurociencia son empleados (o aplicados) en la investigación educativa (o en el abordaje de la práctica pedagógica).

Uno de los objetivos principales de la neurociencia educativa es comprender de manera profunda los mecanismos de codificación y transmisión de información neuronal que intervienen durante el proceso de aprendizaje, en particular, el rol de los sistemas sensoriales que construyen los sistemas cognitivos críticos para la educación (lenguaje, atención, memoria) durante el desarrollo (Goswami, 2016), así como las bases neurales de diversos trastornos del aprendizaje, de interés para la educación (Ansari, 2008; Gabrieli, 2009; McCandliss y Noble, 2003; Price y col., 2007).

Desde el punto de vista académico, la alianza formal entre neurociencia y educación se consolidó en 2001 con la maestría *Mind, Brain, and Education* de la Universidad de Harvard, aunque los primeros acercamientos entre estas disciplinas pudieron haberse iniciado dos décadas antes (Fuller y Glandening, 1985).

Actualmente, la neurociencia educativa puede considerarse una interdisciplina consolidada que cuenta con tres revistas especializadas (*Mind, Brain, and Education; Educational Neuroscience; Journal of Neuroeducation*), una sociedad internacional (IMBES) y congresos internacionales periódicos. Además, es ofrecida en cursos de posgrado en prestigiosas universidades de Estados Unidos, Reino Unido y la Unión Europea desde hace unas dos décadas (Fischer y col., 2007; Tokuhamma-Espinosa, 2008) y, desde 2011, se ofrece en más de veinte universidades latinoamericanas (Carvajal, 2020).

En Venezuela, desde octubre de 2020, se ofrece la asignatura electiva *Neuroeducación*, a nivel de pregrado, en la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), la primera universidad en ofrecer este tipo de cursos en este país. Allí se abordan diversos modelos pedagógicos que se nutren de la neurociencia, así como aspectos relativos a las bases neurales de la atención, la emoción, la memoria, el aprendizaje y la creatividad, concluyendo con la elaboración de proyectos aplicados a la resolución de problemas inherentes a la educación, desde una perspectiva de la neurociencia.

Como parte de los planes de ampliación de los contenidos de la electiva, y con miras a la consolidación del Seminario *Mente, Cerebro y Educación* para el doctorado en Educación de la UCAB, hemos iniciado una investigación documental de cómo ha sido el abordaje de la neurociencia educativa a los problemas de aprendizaje, empezando con tres de ellos: dislexia, discalculia y disgrafía. Hemos recurrido a una estrategia que incluye el estudio de casos y su análisis a partir de la literatura especializada, tanto en psicología como en neurociencia educativa. Las preguntas que motivaron esta investigación y definieron sus objetivos fueron:

¿Cómo ha abordado la neurociencia educativa los trastornos del aprendizaje, específicamente la dislexia, la discalculia y la disgrafía?

¿Qué diferencia tiene ese enfoque con el que tradicionalmente se ha realizado desde la psicología escolar o del desarrollo?

¿Cómo han abordado los posgrados en neuroeducación y neurociencia educativa lo relativo a los trastornos del aprendizaje?

## Metodología

Se analizaron tres casos de trastornos del aprendizaje (uno de dislexia, otro de discalculia y otro de disgrafía) desde la perspectiva de la psicología y de la neurociencia educativa, según lo descrito en la literatura especializada, en procura de sus diferencias y coincidencias.

Se consideraron dos tipos de abordajes para los tres trastornos estudiados, ya fuese desde la psicología o desde la neurociencia educativa: uno, epistemológico, que pretende mostrar el conocimiento de los aspectos básicos del trastorno (definición, fundamentos conductuales o neuronales, criterios de diagnóstico o identificación) y otro, de intervención, que se centra en los recursos utilizados, tanto por la psicología como la neurociencia educativa, para minimizar el impacto del trastorno en el aprendizaje.

Para la búsqueda de la literatura en neurociencia educativa que abordase los trastornos de aprendizaje ya citados, se utilizaron los siguientes criterios: (dyslexia [Title/Abstract] OR dyscalculia [Title/Abstract] OR dysgraphia [Title/Abstract] AND (neuroscience [Title/Abstract] OR neuroimaging [Title/Abstract] OR educational neuroscience [Title/Abstract] OR neuroeducation [Title/Abstract])), en inglés y en español.

Se revisaron artículos que cumplían estos criterios en revistas indexadas especializadas en neurociencia educativa: *Mind, Brain, and Education* (Wiley) y *Trends in Neuroscience and Education* (Elsevier) así como en revistas especializadas en otros campos (Ansari, 2008; Black y col., 2015; Butterworth y col., 2011; Dresler y col., 2018; Gabrieli, 2009; Goswami, 2004; Grant y col., 2020; Immordino-Yang y Damasio, 2007; López-Escribano, 2007).

Finalmente, y como parte del análisis de posibles contenidos futuros a ser incluidos en las asignaturas *Neuroeducación* (pregrado) y *Mente, Cerebro y Educación* (posgrado) de la UCAB, se cuantificaron y compararon las universidades que mostraron algún tipo de enfoque acerca de los trastornos del aprendizaje en las mallas curriculares de varios posgrados en neuroeducación, según lo descrito por Carvajal (2020) en su estudio sobre los enfoques epistemológicos predominantes en tales posgrados.

## Resultados

Se presentan los hallazgos siguiendo la siguiente secuencia: presentación del caso, primero dislexia, luego discalculia y, al final, disgrafía, seguidos de los correspondientes abordajes de la psicología y la neurociencia educativa.

Al final, se presentan los hallazgos relativos a los posgrados en neurociencia educativa que abordan lo concerniente a los trastornos del aprendizaje en sus mallas curriculares.

### Un caso de dislexia

Mariana es una adolescente de 19 años de edad que actualmente es estudiante de Diseño Gráfico en una universidad prestigiosa, desde muy pequeña ha sido buena para las artes plásticas y manualidades, sin embargo, relata con suma tristeza todos los obstáculos que tuvo que atravesar durante su proceso educativo.

Cuenta que desde que ingresó a primaria sus notas no eran del todo buenas, teniendo tan solo ocho años de edad se dedicaba a estudiar desde que llegaba a casa del colegio hasta las 11:00 pm y aun así sus calificaciones eran muy

bajas, a la hora de leer y escribir cometía errores como omisiones, sustituciones y adiciones de letras y sílabas de forma muy recurrente, sus fallas ortográficas persisten incluso en la actualidad.

Su madre preocupada por su rendimiento la llevó a un doctor para que le hiciera exámenes de visión y audición y en ninguno de estos sentidos había falla o problema alguno, inclusive se le aplicó una prueba de inteligencia y obtuvo un coeficiente intelectual promedio.

Sus docentes le asignaban trabajos y tareas extras, ya que alegaban que su bajo rendimiento se debía a que no reforzaba lo suficiente los contenidos y que ella procesaba información más lento que los demás, ante esto ella planteaba que siempre ha entendido todo perfectamente y que su problema más importante era no equivocarse en los exámenes. Estas tareas extras llevaron a Mariana a ocupar muchas horas del día estudiando y sus notas no mejoraban, incluso estuvo en riesgo de repetir un año.

Al llegar a bachillerato las problemáticas se acentuaron, Mariana se dio cuenta de que obtenía las mismas notas sin importar si estudiase mucho o nada, esto la llevó a sentirse muy frustrada, se sentía incapaz de aprobar los exámenes e incluso de terminar el bachillerato, materias como física, química y matemática, le resultaron muy difíciles de aprobar, todo esto la llevó a descartar la posibilidad de estudiar una carrera relacionada con las ciencias, por lo que decidió estudiar diseño gráfico.

A los 16 años una de sus profesoras le dio cuenta de que algo no estaba del todo bien con Mariana y que no se trata solo de algo emocional, por lo que Mariana fue a ver un psicólogo y un logopeda, luego de que los expertos dieran con su diagnóstico ella se sintió mucho más tranquila, ya que pudo demostrar que no se trataba de que no fuese inteligente ni capaz, por lo que adaptó sus estrategias de estudio a las recomendaciones que le dieron estos profesionales y mejoró sus notas y visión de sí misma.

¿Cuál podría ser el diagnóstico de Mariana y cómo podría abordarse?

#### Abordaje de la dislexia desde la Psicología

Todo parece indicar que en efecto Mariana tiene una dificultad específica de aprendizaje, estas dificultades se pueden definir como una serie de trastornos caracterizados por la incapacidad persistente, inesperada y específica en la adquisición y utilización de aptitudes académicas de lectura, escritura y razonamiento matemático. Para tener el diagnóstico de dificultad específica de aprendizaje, los síntomas propios de este trastorno deben expresarse por un período mínimo de 6 meses en individuos con un Coeficiente Intelectual (CI) normal y no han de explicarse por deficiencias intelectuales, trastornos visuales o auditivos no corregidos, eventos psicosociales desfavorables o falta de instrucción apropiada (APA, 2014; Málaga y Arias, 2010).

Según la quinta edición del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-5) se debe de cumplir con al menos uno de los siguientes criterios para hacer el diagnóstico de dislexia: 1. Lectura de palabras imprecisa o lenta con esfuerzo; 2. Dificultad para comprender el significado de lo que lee; 3. Dificultades ortográficas; 4. Dificultades para la expresión; 5. Dificultades para dominar el sentido numérico; 6. Dificultades con el razonamiento matemático.

En el caso de Mariana se cumple con la lectura imprecisa de palabras, dificultades ortográficas y dificultades para dominar el sentido y razonamiento numérico, ya que se le dificultó mucho aprobar materias numéricas como matemáticas, física y química.

Por otro lado, la décima edición del Código Internacional de Enfermedades (CIE-10) de la OMS (1992) plantea 3 criterios para diagnosticar Dificultades específicas de aprendizaje, que son: 1. Historial de problemas académicos; 2. Interferencia significativa en logros académicos, funcionamiento laboral o actividades cotidianas; 3. Dificultades específicas para uno o más dominios académicos; no deben reflejar una capacidad cognitiva baja en general.

Se observa el amplio historial de problemas académicos de Mariana, así como la interferencia significativa no solo en cuanto a su funcionamiento académico sino también emocional, acompañado de dificultades específicas para matemática y lecto-escritura. Así mismo, no posee alguna discapacidad intelectual que le obstaculice hacer sus actividades de la vida diaria, sus problemáticas son netamente académicas y estas a su vez le han afectado emocionalmente.

Habiendo planteado que se trata de una dificultad específica de aprendizaje, se sugiere un posible diagnóstico de dislexia, la cual se define como:

“...un problema específico de lenguaje con una base constitucional que se caracteriza por dificultades en la descodificación de palabras simples y refleja una habilidad de procesamiento fonológico insuficiente. Esta definición se centra en el nivel de reconocimiento de palabras; por otro lado, mantiene una visión modular que implica que es posible el funcionamiento inadecuado de un sistema (el de procesamiento fonológico, en este caso) mientras que permanecen intactos otros sistemas cognitivos más generales. También hay que destacar que la definición no se apoya en el CI para la determinación de los problemas de dislexia, sino precisamente en las dificultades concretas que el problema lleva asociado (descodificación, procesamiento fonológico)” (Sociedad Internacional de la Dislexia, 1994, citado en Serrano y Defior, 2004, p.5).

En niños disléxicos las dificultades de decodificación y procesamiento fonológico se podrían evidenciar en una significativa dificultad para realizar dictados y/o leer en voz alta rápidamente, sin cometer los errores como los que se señalaron en el caso (omisiones, inversiones y sustituciones). Errores de este tipo son propios de fallas en la decodificación lectora y llevan a problemas en la comprensión, lo cual puede explicar las dificultades que varios experimentan para entender problemas matemáticos (Campagnaro, 2003).

El fracaso académico tiende a ser propio de estudiantes con dislexia, tal como lo observamos en el relato de Mariana, en que sus bajas calificaciones le llevaron a experimentar frustración y estar académicamente desmotivada e insegura de sí misma y de sus capacidades.

En un abordaje desde la psicología es muy importante considerar el aspecto emocional, ya que los niños disléxicos necesitan de apoyo y comprensión durante su proceso académico para estar motivados. En el caso de Mariana, sería aconsejable que los padres hicieran lo posible para mantenerla involucrada en actividades artísticas, de esta manera se le permite desarrollar su talento y trabajar en su auto concepto, además se le deben reforzar sus esfuerzos académicos y acompañarla durante el estudio hasta ir dándole cierta autonomía.

Otros abordajes psicológicos deben tomar en consideración la dificultad que posee la persona disléxica de representar y usar la información fonológica, es decir, su falta de correspondencia entre los fonemas y los grafemas (Carreiras, 2012), así como su incapacidad de transformar el discurso en códigos lingüísticos, manipularlos en su memoria de trabajo y recuperarlos de la memoria a largo plazo (López-Escribano, 2007).

Para mejorar la lectura en voz alta cuando los niños están iniciando su proceso lector, es recomendable empezar con textos de palabras grandes en negrita, evitando las cursivas y poco a poco se puede reducir el tamaño de la letra, esto se debe practicar en casa y con el docente dándole tiempo para que lo haga a su ritmo.

Se recomienda también hacer ejercicios de búsqueda de sílabas para formar aquellas palabras en que cometa errores de inversión, por ejemplo: bar-ca, bra-ca, aquí debe de seleccionar la opción correcta, estos ejercicios se pueden acompañar del moldeamiento previo. Respecto a las omisiones, por ejemplo: tren y ten, debe seleccionar también la opción correcta, logrando así una discriminación visual. Se le puede reforzar con dibujos y también se le puede pedir que haga un dibujo alusivo a una palabra que tenga la sílaba con que se está trabajando (Campagnaro, 2003).

Finalmente, para los exámenes se recomienda que el docente lea las preguntas en voz alta para evitar confusiones de comprensión lectora y en caso de que sea necesario, optar por hacer exámenes orales. Con respecto a las técnicas de estudio, se recomienda hacer mapas mentales y esquemas para los temas que serán evaluados en la institución académica.

#### Abordaje de la dislexia desde la Neurociencia educativa

El abordaje epistemológico de la dislexia desde la neurociencia educativa se centra en conocer los mecanismos y circuitos neuronales implicados en este trastorno, lo que es de utilidad no solo para el educador sino para el psicólogo escolar, ya que puede facilitar el diagnóstico y la intervención de forma temprana.

Desde el punto de vista de la neurociencia educativa, la dislexia puede definirse como:

1. Un déficit en el procesamiento rápido de información ante estímulos tanto visuales como auditivos (Hari y Renvall, 2001; Tallal, 2004), de forma que el déficit fonológico tiene su causa última en la incapacidad para discriminar indicios acústicos de bajo nivel que son importantes para la discriminación de fonemas (Goswami, y col., 2002).

2. Un déficit en el sistema magnocelular (Stein, 2003) que impide que, durante los movimientos sacádicos de los ojos a lo largo del texto, el sistema magnocelular sea incapaz de inhibir al sistema parvocelular, lo que podría ocasionar un borrado deficiente o con retraso del texto leído y, de este modo, interferir con la percepción del texto nuevo (López-Escribano, 2007).

3. Una disfunción en el cerebelo que causa un trastorno generalizado de la automatización de las destrezas de lecto-escritura (Nicolson, y col., 2001).

4. Un trastorno ocasionado por diferencias estructurales en el circuito de información del lenguaje oral en el cerebro: la red del lenguaje está menos organizada en el cerebro disléxico y las fibras en esa parte frontal de ese tracto se orientan de manera diferente en la dislexia (Rimrod y col., 2010).

Un posible abordaje experimental para confirmar el caso de Mariana desde la óptica de la neurociencia educativa podría ser, por ejemplo, usando tractografía por resonancia magnética con tensores de difusión (DTI), en busca de diferencias estructurales en los tractos de materia blanca de las redes lingüísticas del hemisferio izquierdo.

La red del lenguaje del hemisferio izquierdo está formada por tractos y haces de axones que se extienden desde la parte posterior del cerebro (incluidas las células de la visión) hasta las partes frontales responsables de la articulación y el habla. Si se observase una disminución en la integridad de la materia blanca en estos tractos, indicaría que posiblemente la parte frontal y posterior del cerebro de Mariana no se están comunicando adecuadamente entre sí, lo cual puede afectar la lectura (Rimrod y col., 2010).

Uno de los aportes de la neurociencia a la psicología educativa ha sido ayudar a discernir si el origen de la dislexia es visual o lingüístico o si este trastorno del lenguaje se debe a una alteración o inmadurez de las regiones implicadas. En un estudio con potenciales relacionados a eventos (ERP) sobre el procesamiento auditivo en niños disléxicos se encontró que su sistema fonológico no está alterado sino inmaduro (Thomson, Goswami y Baldeweg, 2009).

Por otra parte, los estudios de neuroimagen han permitido comprender mejor los procesos neuronales relacionados con la lectura en sus diversas etapas. Se ha localizado una región de la corteza visual que responde especialmente a las palabras visuales (Dehaene y Cohen, 2011) denominada "área visual de formación de palabras" (VWFA) en el surco temporo-occipital lateral izquierdo, que se activa constante y sistemáticamente durante la lectura. Recientemente, la región VWFA también ha sido implicada en procesos atencionales (Lang y col., 2019)

Desde el punto de vista anatómico, los estudios de neuroimagen han podido mostrar diferencias entre los cerebros disléxicos y los controles. La principal utilidad de conocer estas diferencias anatómicas y fisiológicas es su potencial para ayudar en el diagnóstico precoz de la dislexia, antes de que los déficits clínicos sean evidentes, para que se puedan implementar enfoques preventivos y de tratamiento (Galaburda, 2011). Y si bien la identificación temprana sigue siendo un desafío, se han logrado importantes avances (Lyytinen y col., 2015).

Los estudios por resonancia magnética funcional en distintos momentos de lectura han permitido identificar un aumento en la actividad de los circuitos neurales del área temporo-occipital izquierda (Ramírez, 2016). Se han descrito circuitos neurales especializados en el significado y en la decodificación de letras en sonidos. Ambos colaboran mientras se reconoce la palabra (Ramírez, 2016).

Los circuitos neuronales pueden "reciclarse" por la lectura, lo que podría representar un aporte al problema de la dislexia al contribuir a mejorar el sistema de enseñanza de la lectura. Se han sugerido juegos con sílabas, rimas y trabalenguas para el fortalecimiento de las relaciones entre grafemas con sonidos. Otra estrategia sugiere la estimulación multisensorial con una amplia gama de imágenes, formas, sonidos, colores y texturas, para ampliar el repertorio de información en los programas de promoción de lectura (Ramírez, 2016).

Algunas pistas sobre la disfunción neuronal en la dislexia se han obtenido de estudios post mortem de cerebros disléxicos, en los que se han encontrado varias anomalías corticales sutiles relacionadas con un modelo genético alterado en la migración neuronal. Galaburda y col (1995) descubrieron nidos de neuronas (ectopias) y microgiria focal principalmente en áreas corticales del hemisferio izquierdo asociadas con la percepción y el procesamiento del habla (Schulte-Körne y col., 2007).

Los estudios de imágenes cerebrales han identificado los correlatos neurobiológicos de procesos cognitivos como la percepción de letras, la denominación automática rápida (RAN) y el procesamiento fonológico y ortográfico. Esta investigación ha implicado principalmente a tres regiones cerebrales (bastante grandes): las regiones temporo-parietal izquierda, la frontal izquierda y la temporo-occipital izquierda, basándose en su activación diferencial en sujetos disléxicos (Figura 1) (Schulte-Körne y col., 2007).

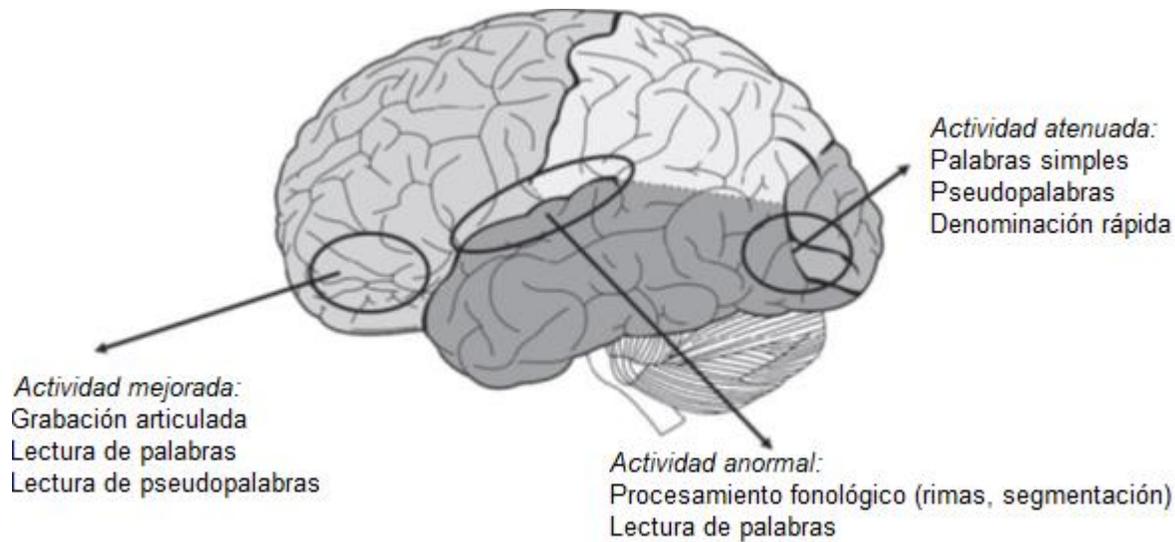


Figura 1. Correlatos neurobiológicos de los procesos cognitivos en la dislexia. Activación diferencial en sujetos disléxicos de las regiones temporoparietal izquierda, la frontal izquierda y la occipito-temporal izquierda. Modificado de Schulte-Körne y col. (2007).

Las áreas temporo-occipitales se muestran más activas durante el procesamiento de rasgos visuales, forma de las letras y ortografía, así como durante la adquisición de habilidades de lectura y se ve reducida en los casos de niños con dislexia. Por otra parte, la capacidad para reconocer y manipular los elementos sonoros de las palabras -esenciales para el aprendizaje de idiomas- así como el procesamiento fonológico, se concentran en la unión temporo-parietal. Esta región es esencial para convertir las letras en sonidos y está implicada en los trastornos de ortografía (Goswami, 2004).

Los niños disléxicos a menudo presentan dificultades matemáticas, y si la dislexia posee una base fonológica parece lógico pensar que el sistema verbal que sirve para apuntalar las acciones de contar y calcular estaría afectado. Los niños disléxicos con dificultades matemáticas pueden presentar anomalías neurales en activar este sistema, aunque sí pueden activar los sistemas numéricos premotor y parietal. Los niños con discalculia que no presentan dificultades de lectura pueden mostrar distintos tipos de impedimento. Conocer las bases neurales de sus dificultades puede ayudar a diseñar un currículum remedial personalizado (Goswami, 2004).

La plasticidad neural tiene más probabilidades de desarrollarse en niños por efecto de la estimulación temprana. Esto es algo a tener en cuenta en el caso de la dislexia. Existen programas remediales diseñados para estimular las funciones motoras y mejorar la lectura, los cuales se pueden evaluar con estudios de neuroimagen. Si los efectos de estos programas remediales son específicos, entonces la neuroimagen debería mostrar cambios en las áreas motoras más no en las de procesamiento fonológico u ortográfico (Goswami, 2004).

Otros estudios han verificado que los procesos ortográficos y léxicos activan la corteza infero-temporal-posterior izquierda (Cohen y col., 2002), mientras que las variables relacionadas con los procesos de ensamblaje fonológico incrementan la activación en las áreas frontales inferiores y temporo-parietales del hemisferio izquierdo (Fiebach y col., 2002; Price, 2000).

Los estudios de neuroimagen han mostrado de forma consistente que, en relación con los niños con desarrollo estándar, los lectores con dificultades muestran diferencias tanto estructurales como funcionales en el hemisferio izquierdo, tanto en regiones corticales como subcorticales que subyacen al circuito de lectura (procesamiento ortográfico, fonológico y semántico) (Carreiras, 2012).

En varios estudios sobre la efectividad de diversas intervenciones para detectar y mejorar la dislexia, se ha encontrado una activación significativa en el hemisferio derecho en tareas de lectura, en contraste con resultados de estudiantes que no tienen dificultades lectoras, lo cual sugiere que, con el paso del tiempo, los estudiantes disléxicos generan una activación compensatoria en este hemisferio y también en áreas del córtex prefrontal (López-Escribano, 2007).

Para entrenar la asociación fonema-grafema durante la lectura, se recomienda leer frente al niño disléxico de forma cuidadosa, haciendo énfasis en el movimiento de los labios y la lengua, para que capte e imite las señales no verbales del proceso lector. Se ha demostrado que esto lleva a una activación en áreas temporo-parietales del hemisferio izquierdo (López-Escribano, 2007).

### Un caso de discalculia

Jorge es un hombre de 29 años que siempre ha estado provisto de una muy buena educación. Desde muy niño se interesó mucho por la historia y la geografía entre muchas cosas; constantemente lee libros, ve documentales e investiga sobre temas de su interés. Aprendió a leer sin mayor dificultad y posee una óptima comprensión lectora, sin embargo, a la hora de escribir, a sus docentes les resultaba muy difícil descifrar su caligrafía; desde muy niño ha cometido importantes errores ortográficos y su escritura no era del todo coherente, saltaba de una oración a otra sin un hilo conductor claro, con espaciamientos y uso de signos de puntuación inadecuados. Aun cuando entiende ciertos temas sin dificultad durante las clases, sus calificaciones no fueron nunca del todo buenas.

Recuerda sentir muchísima frustración desde niño por sus dificultades y en ocasiones por su bajo rendimiento; tuvo que aprender a ver y analizar las cosas con más tiempo, ya que cuando leía un texto omitía y sustituía palabras y en muchas ocasiones cuando resolvía ejercicios matemáticos ignoraba con mucha facilidad los signos matemáticos, por lo cual terminaba respondiendo de forma errónea en los exámenes; cuando resolvía ejercicios mixtos en que debía realizar sumas, restas y divisiones, solo realizaba una operación omitiendo las otras, ya que se quedaba con el primer signo que veía. No le gustaba dibujar ya que solía hacerlo muy mal, coloreando siempre fuera de las líneas y con trazos toscos.

Desde pequeño ha tenido problemas para seguir instrucciones, lo que con facilidad le hacía perderse en los pasos e inclusive cambiarlos; le era muy difícil entender fracciones y las relaciones de mayor y menor que. Debido a su bajo rendimiento, sus padres y docentes le recriminaban y exigían más horas de estudio y por más que lograrse entender el tema y estudiar mucho, en el examen no obtenía calificaciones altas. La madre de Jorge también presentó dificultades de este tipo cuando era niña por lo que le era muy difícil ayudarlo con las tareas, ya que no las entendía y fue por eso que optó por contratar a un profesor particular.

Al entrar en bachillerato, Jorge logró entender mejor las operaciones básicas, mejoró mucho su lectura y su caligrafía, y para evitar errores ortográficos empleaba sinónimos de palabras conocidas. A la hora de hacer defensas orales se expresaba de forma excelente, incluso leyendo en voz alta. Sin embargo, continuó rindiendo mal en matemáticas, física, química y sobre todo en dibujo técnico.

Sus problemas académicos persistieron cuando entró en la carrera de Economía, tenía problemas de ortografía que intentaba esquivar y problemas de atención a la hora de resolver ejercicios. Al resolver derivadas, olvidaba partes de la operación e invertía los números, lo cual le llevó a reprobar en muchas ocasiones, sin embargo, es llamativo que Jorge siempre ha tenido una memoria muy buena, se sabe las tablas de multiplicar al pie de la letra y las aprendió de niño sin ningún problema, además es capaz de hacer cálculos mentales de forma rápida, ya que ha memorizado varios de los resultados de operaciones de suma, resta, divisiones y proporciones. Jorge logró graduarse en Economía.

En su segunda carrera universitaria, Psicología, cursada a los 24 años, se desempeñó de forma excelente y logró alcanzar notas altas que evidenciaran que es completamente capaz de entender, graduándose exitosamente, a lo que Jorge comenta: “Desde niño me frustraba porque sabía que era inteligente, quizás un poco más que el resto, me frustraba cuando no entendía como ellos entendían algo que para mí no tenía sentido, no me podía probar ni a mí ni a los demás que sí era inteligente, hasta que mi segunda carrera me permitió por fin demostrarlo”. Actualmente Jorge trabaja en diversas ONG como analista de datos.

¿Cuál podría ser el diagnóstico de Jorge y cómo podría abordarse?

#### Abordaje de la discalculia desde la Psicología

Al revisar el DSM-5, se encuentra que Jorge cumple con 4 de los 6 criterios para diagnosticar un Trastorno Específico del Aprendizaje: 1. Dificultades ortográficas, 2. Dificultades en la expresión escrita, 3. Dificultades para dominar el sentido numérico, los datos numéricos o el cálculo, 4. Dificultades con el razonamiento matemático.

Se plantea que se puede tratar de discalculia, ya que sus dificultades principalmente son procedimentales, espaciales, numéricas y en ejecución de operaciones matemáticas, debido a que no presentó problemas significativos y persistentes en el tiempo de lectura y escritura y no se evidencian problemas referentes a la consciencia fonológica, se descartan por lo tanto los diagnósticos de dislexia y disgrafía.

La discalculia se puede definir como una dificultad específica para el aprendizaje de la aritmética, independiente de la inteligencia y la instrucción del individuo, con base neurobiológica y tentativamente genética (Benedicto y Rodríguez, 2019). Se trata un trastorno estructural de habilidades matemáticas que se origina por un trastorno genético o congénito de aquellas partes del cerebro que constituyen el substrato anatomo-fisiológico directo, de la maduración de las habilidades matemáticas adecuadas para la edad, sin una afectación simultánea de las funciones mentales generales (Zúñiga, 2011). La prevalencia a nivel mundial de dicha dificultad, oscila entre un 3% y un 6% de la población (De la Peña y Bernabéu, 2018).

Gómez y col., (2016) señalan que los síntomas más comunes en niños con discalculia son: 1. Identificación errónea de números y cantidades; 2. Incapacidad o dificultad para la realización de series secuenciales o clasificaciones numéricas; 3. Problemas de razonamiento, lo que le impide resolver los problemas matemáticos más simples e interpretar los enunciados; 4. Inversión, rotación o transposición de números; 5. Confusión de signos matemáticos; 6. Problemas para entender conceptos como: posición, tamaño o relaciones; 7. Dificultades en la coordinación espacio-temporal; 8. Problemas para organizar números y columnas o para seguir la direccionalidad apropiada de los procedimientos; 9. Errores visuales, dificultad al leer signos aritméticos y olvido en la asignación de decimales; 10. Omisión o adición de pasos en procedimientos, añadiendo incluso una regla aprendida distinta a una operación que no corresponde; 11. Errores de memoria en que olvida tablas de multiplicar o procedimientos aritméticos; 12. Dificultad para seguir la direccionalidad de procedimientos; 13. Errores de perseveración o dificultad para cambiar de tarea, repitiendo un mismo número o procedimiento.

En el caso de Jorge podemos evidenciar varios de estos errores en su relato, como dificultades para entender conceptos y operaciones matemáticas, dificultades espaciales, omisión de pasos procedimentales, errores de perseveración y dificultad para ejecutar de forma secuencial una serie de pasos. A pesar de esto, Jorge logró adaptarse a estas dificultades y compensar con sus fortalezas tales debilidades. De acuerdo al DSM-5, su condición se puede clasificar como un caso de discalculia leve.

Existe también otra forma de clasificar a la discalculia: Gómez y col., (2016) numeran 6 grandes tipos de discalculia: 1. Discalculia verbal: Es la dificultad en nombrar cantidades matemáticas, números, términos, símbolos y relaciones; 2. Discalculia practognóstica: Problemas para enumerar, comparar y manipular objetos matemáticamente; 3. Discalculia léxica: Dificultad en la lectura de los símbolos matemáticos; 4. Discalculia gráfica: Dificultad para escribir cifras y signos matemáticos; 5. Discalculia ideodiagnóstica: Dificultad para comprender conceptos y relaciones matemáticas; 6. Discalculia operacional: Dificultad en la realización de operaciones matemáticas.

Se puede plantear que Jorge bien podría tener discalculia ideodiagnóstica y/u operacional, debido a las dificultades que ha presentado para resolver operaciones matemáticas cometiendo errores de inversión, omisión y sustitución; experimentando también frustración al fallar en los exámenes y demorar en entender relaciones matemáticas.

Benedicto y Rodríguez (2019), estipulan que los niños con discalculia requieren una enseñanza más intensiva y explícita del sentido numérico, más práctica en el uso del sistema numérico y experiencias concretas con números grandes y pequeños. En el caso de Jorge se observa que, pese a las dificultades, ha estado en una constante exposición matemática: estudiar una carrera como Economía en que se ven materias como Microeconomía, Macroeconomía, Cálculo, entre otras, implica el estudio y la práctica continua de operaciones matemáticas complejas, hacer derivaciones, integrales, demostraciones de teoremas, ejercicios con logaritmos y otros varios, que requieren de cuidado y atención en los símbolos, las cantidades y lo que representan, por ello a pesar de las dificultades que esto pudo implicar para él (tuvo que repetir varias veces Microeconomía, Macroeconomía y Cálculo), la práctica le llevó a mejorar. En el caso de la carrera de Psicología no presentó dificultades significativas con las materias de Estadística, las cuales no tuvo que repetir.

#### Abordaje de la discalculia desde la neuroeducación

Benedicto y Rodríguez (2019) plantean que en la discalculia no solo está afectada el área neural del procesamiento matemático sino también la velocidad de procesamiento, las funciones ejecutivas e incluso las habilidades lingüísticas, las cuales en el caso de Jorge no parecieran estar afectadas, aunque la velocidad de procesamiento y ciertas funciones ejecutivas sí parecen estarlo, como la planificación y la flexibilidad cognitiva.

En relación al origen de este trastorno, se han formulado distintos modelos sobre el razonamiento matemático para poder identificar el correlato neurológico de tal dificultad, entre esos modelos el más empleado y detallado es el de Dehaene y Cohen (1995), quienes plantean que el procesamiento matemático puede realizarse a través de tres códigos: el primero de ellos, es un sistema analógico de representación de las cantidades, y explica los números como una distribución de activación sobre una línea mental numérica, se localiza a nivel bilateral en la región parietal inferior.

El segundo es un código verbal (fonológico y grafémico) en el que los números están organizados en secuencias de palabras organizadas sintácticamente. Estas representaciones se relacionan con la corteza perisilviana izquierda,

implicada en el procesamiento verbal. Por último, existe un código visual arábigo, de carácter ideográfico, en el que los números se representan como cadenas de dígitos; este código permite manipular los números espacialmente. Este tipo de representaciones se relacionan con la corteza temporo-occipital de los dos hemisferios cerebrales.

Además, el cálculo mental requiere adecuados mecanismos de control atencional y un correcto funcionamiento ejecutivo, con lo que la implicación de la corteza prefrontal resulta imprescindible (De la Peña y Bernabéu, 2018).

De forma concordante, diferentes estudios de neuroimagen han encontrado que las áreas afectadas en los niños con discalculia incluyen regiones del hemisferio izquierdo implicadas en el procesamiento lingüístico, como el giro angular, las regiones relacionadas con el procesamiento visoespacial, la corteza parietal derecha y las áreas prefrontales relacionadas con el control atencional, al igual que el funcionamiento ejecutivo. Gran parte de los estudios de neuroimagen, señalan la implicación del lóbulo parietal, en concreto del surco intraparietal, cuyo papel en la representación de las magnitudes ha sido señalada por diferentes autores (Bugden y Ansari, 2015).

Se ha propuesto que la discalculia puede considerarse un síndrome de desconexión (Klein, Moeller y Willmes, 2013; Kucian y col., 2013). La revisión de distintos estudios de neuroimagen realizada por De la Peña y Bernabéu (2018), aporta algunos hallazgos coherentes con esta hipótesis, como la falta de integridad en la sustancia blanca en algunos tractos importantes, como los fascículos longitudinales y en áreas de conexión intraparietal del cuerpo calloso.

Benedicto y Rodríguez (2019) sugieren que es importante que las personas con discalculia sean apoyadas durante su proceso de aprendizaje; en el caso de Jorge, sus padres, cuando no podían explicarle del todo bien, recurrían a profesores particulares que contribuyeran al entendimiento de matemáticas, y si bien siempre se sintió frustrado, no terminó rindiéndose ante la idea de no ser un buen estudiante, sino que hizo lo que estaba a su alcance para compensar sus debilidades con éxito. En virtud de que posee una buena retentiva, memorizó resultados de sumas, restas, multiplicaciones y divisiones para poder responder de forma más rápida en las evaluaciones.

Faramarzi y Sadri (2014) sugieren que una forma de intervenir el rendimiento de estudiantes con discalculia es reforzar la memoria auditiva y visual (en el caso de Jorge, el haberse repetido a sí mismo una y otra vez los resultados y lo que entendía de las operaciones, ayudó mucho). Recomiendan también reforzar la atención, entrenar funciones ejecutivas, desarrollar la percepción visoespacial y reforzar el lenguaje.

La forma en la que Jorge compensó sus dificultades ortográficas con sus conocimientos de sinónimos fue una forma de enriquecer su lenguaje, lo cual en efecto contribuyó a su desempeño satisfactorio en habilidades verbales. Siendo Psicología una carrera en la que debe leer mucho, analizar, entender y aplicar lo comprendido a la realidad, no es de extrañar que Jorge haya obtenido un buen rendimiento, esto aunado al hecho de que hoy en día trabaja principalmente con estadísticos, cuyos pasos de resolución se automatizan con mayor facilidad a los que se vio expuesto durante la matemática vista en economía.

### Un caso de disgrafía

Mencia es una Psicóloga de aproximadamente 35 años que vive en República Dominicana, Máster en Neuropsicología Clínica, con postgrado en Trastornos del Espectro Autista, docente universitaria y trabaja con adolescentes y niños diagnosticados con autismo.

Mencia recuerda de forma bastante vívida y significativa las dificultades por las cuales ha pasado en su proceso educativo, tanto a nivel escolar como universitario. Relata que desde niña ha tenido problemas importantes con la ortografía, escribir palabras con “j” o “g” resultaba para ella siempre un dilema, debido a que hay palabras en que estas letras suenan igual, como ocurre por ejemplo con “jefe” y “gente”, a la hora de escribirlo duda mucho sobre cuál es la forma correcta, con la palabra “juguete” duda también sobre si se escribe con “j” o “g”.

Le solía suceder lo mismo con las letras “b” y “d”. Para ayudarle, una profesora en primaria le recordaba que la letra b se escribe con la “barriguita” hacia la derecha y la d la tiene hacia la izquierda, esto no le fue de mucha ayuda ya que no lograba identificar cuál era la izquierda y cuál era la derecha. Hasta el día de hoy no sabe ubicar del todo bien las lateralidades. Así mismo, cuando escribe en una hoja en blanco no es capaz de escribir una oración en línea recta, por lo que escribe inclinado en la hoja, incluso si se le da una regla, inclina la regla y no logra escribir de forma horizontal y recta.

Las clases de Artes Plásticas y Dibujo Técnico eran muy difíciles para ella, ya que nunca fue buena con las manualidades, por lo cual no obtenía buenas calificaciones en estas materias. En Lengua y Literatura no presentaba problema alguno de lectura, sin embargo, obtenía bajas calificaciones por la cantidad de errores ortográficos que cometía y errores gramaticales de transcripción, en ocasiones en vez de escribir “por” escribe “pro” y en lugar de “con” escribe “cno”, si bien ella conoce cuál es la forma correcta de escribir la palabra, a la hora de transcribirla no tiende a hacerlo bien. Al respecto, comenta: “Es como si mi cerebro y mis dedos estuviesen descoordinados”.

Estos errores eran constantes y afectaban también su rendimiento académico, de hecho, su madre la inscribió en un curso de ortografía, gramática y mecanografía para ayudarle a mejorar y reprobó el segundo semestre del curso porque no podía estar a la par de las exigencias, sin embargo, lo intentó nuevamente y logró aprobarlo. Al empezar a estudiar Psicología en la universidad, le fue muy difícil adaptarse, inclusive retiró matemáticas porque no entendía casi nada de la clase, eventualmente logró aprobar la materia y graduarse.

Estos historiales de fracaso generaban en ella una gran frustración, se culpaba mucho a sí misma y sentía que no se esforzaba lo suficiente, lo que la llevaba a evitar este tipo de tareas, comenta que hasta el día de hoy posterga mucho todo lo que tiene que ver con escribir, por ejemplo, cuando debe hacer publicaciones en sus redes sociales, se demora 3 o 4 días en todo el proceso, ya que debe verificar reiteradas veces la ortografía y además corroborar si en efecto lo que escribió refleja lo que quiere comunicar, a la hora de escribir debe pensar y planificar mucho. Expresa que, inclusive, ver una página en blanco le genera una angustia muy importante, cuando estaba en el colegio y debía redactar un ensayo o tomar un dictado en una hoja en blanco en ocasiones llegaba a experimentar ataques de pánico.

¿Cuál podría ser el diagnóstico de Mencia y cómo podría abordarse?

#### Abordaje de la disgrafía desde la Psicología

En el caso de Mencia, al revisar los criterios de diagnóstico que plantea el DSM- 5 (APA, 2014), se encuentra que cumple con 2 de los 6 criterios allí descritos, a saber: 1. Dificultades ortográficas y 2. Dificultades con la expresión escrita (comete varios errores gramaticales en una oración, se le dificulta mucho el escribir y la expresión escrita de ideas no es clara ya que debe corroborar con sumo detalle y dedicación aquello que escribe).

Respecto a los criterios de especificación, se observa que cumple con las 3 dificultades planteadas para un trastorno específico de aprendizaje en la expresión escrita, a saber: 1. Corrección ortográfica (se le dificulta determinar cuál es la letra con la cual debe de escribir correctamente las palabras, como le sucede con las letras: J, G,

B y D); 2. Corrección gramatical y de la puntuación (escribe de forma incorrecta palabras realizando principalmente inversiones de las letras); 3. Claridad u organización de la expresión escrita (se le dificulta organizar y expresar de forma clara aquello que desea escribir, resulta para ella algo tan frustrante y desagradable que experimenta ataques de pánico).

Por otro lado, el CIE- 10 clasifica esta dificultad en el aprendizaje ortográfico como *Trastorno específico de Escritura y Ortografía*; comparte con el DSM-5 el que no sea explicable por otros trastornos o eventos, sin embargo, especifica que los problemas de caligrafía, propio de niños disgráficos, no se incluyen en esta etiqueta diagnóstica. Los criterios para diagnosticar un Trastorno específico de Escritura y Ortografía según el CIE-10 son los siguientes: 1. El nivel de realización ortográfica del niño es significativamente inferior al esperado para su edad, inteligencia y medio escolar; 2. La capacidad de lectura es normal.

Si bien es conocido que el trastorno "puro" de ortografía difiere del trastorno en lectura con dificultades de ortografía asociada, se desconocen las causas, el curso, las asociaciones sintomáticas y el pronóstico de los trastornos específicos de la ortografía.

En el caso indicado, se observa que cumple con estos criterios. Partiendo de la etiqueta diagnóstica del DSM-5 se sugiere que Mencia posee una Dificultad Específica de Aprendizaje en la Escritura, en la cual no se incluyen problemáticas de caligrafía que evidencien alguna problemática visomotora.

Belloch, Sandín y Ramos (2009) estipulan que entre las dificultades primarias de aprendizaje están la disgrafía y la disortografía, siendo la disgrafía

“un trastorno de la realización motora de la escritura. Puede ser primaria o secundaria. La disgrafía primaria se presenta en niños con un potencial intelectual normal y sin presencia de trastornos neurológicos, sensoriales, motores y afectivos. La disgrafía secundaria es una manifestación sintomática de un trastorno neurológico o psicopatológico de mayor importancia” (p.569).

Y la disortografía vendría a ser la “dificultad para estructurar gramaticalmente el lenguaje escrito. Puede ser primaria o secundaria. La disortografía primaria suele estar asociada a los casos de dislexia evolutiva” (P.569).

Con base en estas definiciones, sería correcto afirmar que Mencia presenta disortografía, sus problemas de escritura no son motores, si bien presenta dificultades de lateralidad y se le dificultan las manualidades, esto podría deberse a una torpeza motora leve que no afecta la caligrafía de forma significativa.

En líneas generales, a los trastornos de aprendizaje, en su mayoría, les subyacen deficiencias en habilidades neuropsicológicas, Escobar, Zabala y Rozo (2008) llevaron a cabo un estudio en 31 niños colombianos de 8 a 11 años de edad diagnosticados con TEA (Trastorno Específico del Aprendizaje) con la finalidad de describir el perfil neuropsicológico de estos niños en: praxias, atención, memoria, lenguaje y habilidades ejecutivas.

Los resultados a los que llegaron apuntan a que los niños con TEA presentan las siguientes alteraciones cognitivas: déficit de atención y de habilidades construccionales, visoespaciales, deficiencias en la memoria, la fluidez fonológica, fluidez semántica y en la comprensión del lenguaje oral.

Los autores plantean que estas deficiencias pueden encontrar su génesis en un defecto de la memoria de trabajo, lo cual lleva a alterar otras funciones ejecutivas, como la planificación, flexibilidad, monitorización e inhibición de conductas (Escobar, Zabala y Rozo, 2008).

Etchepareborda y Abad (2005) estipulan que la memoria de trabajo hace posible que el individuo mantenga fijados los objetivos durante la resolución de problemas, el procesamiento rápido de información, el almacenamiento de ésta mientras se lee y la comprensión del lenguaje. Estos procesos se ven involucrados cuando se escribe, por lo que estas deficiencias pueden dotar de sentido a las dificultades que subyacen a la disortografía.

Así mismo, Escobar, Zabala y Rozo (2008) señalan que los niños con dificultades de escritura y lectura, presentan déficits en la motricidad fina, habilidades viso-espaciales y en la memoria verbal.

Para afrontar las dificultades que implica tener un trastorno específico de aprendizaje de escritura se pueden llevar a cabo varios tipos de intervenciones. Torres y Gómez (2017) señalan de forma detallada diversas formas de prevenir e intervenir en la disgrafía desde una perspectiva neuropsicológica que contempla la reeducación e intervención psicomotora general y específica.

Desde una perspectiva educativa, Torres y Gómez (2017) plantean la reeducación del grafismo y, finalmente, desde una perspectiva psicolingüística sugieren entrenar en planificación y organización del mensaje o información, en textualización, escritura y en hacer revisión y corrección de aquello que se ha escrito. Enfatizan la importancia de afianzar la lateralidad, la coordinación dinámica general y la estructuración adecuada del espacio mediante entrenamientos corporales constantes y actividades lúdicas que ayuden a afianzar lo aprendido; mientras más temprana sea la intervención mejor será su efectividad.

#### Abordaje de la disgrafía desde la neuroeducación

Al indagar sobre las bases neurobiológicas del proceso de escritura, se encuentra que este puede dividirse en 3 etapas: 1. Percepción y comprensión cerebral del mensaje que se escribirá, función que es desempeñada por la corteza temporal asociativa del hemisferio izquierdo y por la corteza cerebral auditiva primaria de los hemisferios derecho e izquierdo; 2. Transcodificación del mensaje, en la cual se llevan a cabo procesos integradores de conversión de mensajes percibidos en palabras plasmadas de forma escrita; en esta etapa se ven implicadas dos regiones de la corteza asociativa, conocidas como la encrucijada temporo-parieto-occipital izquierda; 3. Transmisión del mensaje a la corteza motora primaria con la finalidad de concretar el movimiento, las áreas cerebrales involucradas son diversas, destacan el hipocampo y la corteza sensorial asociativa en lo que respecta a la memoria, el hemisferio derecho en los aspectos espaciales y la visión global de la palabra escrita, y las zonas prefrontales en la planificación de aquello que se escribirá y el mantenimiento y consecución de objetivos (González, 2018).

Roselli, Matute y Ardilla (2010) plantean que no existe un acuerdo último sobre qué áreas específicas de las previamente señaladas se ven afectadas en individuos diagnosticados con disgrafía, sin embargo, plantean que fundamentalmente a estas dificultades les subyacen problemas del lenguaje mediados por el hemisferio izquierdo.

En lo que respecta a la ortografía, Hills y col., (2002) señalan la importancia del área de Broca en el proceso de acceder a representaciones ortográficas de ciertos tipos de palabras, sin embargo, estos hallazgos no son del todo concluyentes. Sobre esto mismo, Miranda y Abusamra (2014) realizaron una revisión bibliográfica de estudios de neuroimágenes que concluyó que “el giro fusiforme izquierdo, el giro temporal inferior (ITG), el giro frontal inferior (IFG) y el giro supramarginal (SMG) se asocian con los procesos centrales de ortografía” (p.46).

Miranda y Abusamra (2014) resaltan, en lo que respecta a la disgrafía que contempla problemas en la caligrafía, la posible afectación de los siguientes componentes relacionados con el proceso de lenguaje escrito: “la corteza dorsal premotora superior izquierda, el cerebelo, los ganglios basales y el tálamo (Menon y Desmond, 2001; Beeson y col., 2003; Purcell y col., 2011). Así mismo, la corteza premotora dorsal izquierda ha sido considerada relevante para los procesos de redacción específicos que implican la generación de órdenes motoras grafémicas (Menon y Desmond, 2001; Beeson y col., 2003).

Ríos-Flórez y López-Gutiérrez (2017) señalan que la escritura depende en gran parte del Buffer Grafémico, que es un subtipo particular de memoria de trabajo que hace posible la retención de grafemas; cuando se ve afectado o alterado se tienden a cometer errores por omisión o sustitución. Así mismo, señalan que la pérdida de horizontalidad y ubicación espacial incorrecta de la escritura se debe a lesiones en el hemisferio derecho. Estos errores son señalados por Mencia en su relato.

Mencia destaca que siempre se ha sentido más cómoda hablando que escribiendo, lo cual no resulta sorprendente, de hecho Malaver (2017) llevó a cabo un estudio sobre la eficacia del teatro como herramienta pedagógica para personas disgráficas, encontrando que emplear esta como un medio para concientizar con docentes y representantes sobre las dificultades académicas, compartir información sobre dicho trastorno y ayudar al estudiante que lo padece a enriquecer su vocabulario, ampliar su campo de conocimiento y brindarle oportunidades de amistad y compañerismo con sus pares, resulta sumamente positivo para estas personas, por lo que toda actividad que estimule el compartir y la creatividad a través de actividades que le lleven a mejorar su oratoria contribuirán a la autoestima y destrezas sociales de estos individuos que tienden a ser propensos a padecer depresión y ansiedad debido a su historial de fracasos académicos (APA, 2014).

Respecto a los docentes, Salgado (2014) plantea que es importante que se haga lo posible por educarles en el reconocimiento e identificación de problemas de aprendizaje de forma adecuada, ya que dicha información puede reducir la señalización del alumno por su bajo rendimiento y se pueden realizar adaptaciones que hagan el aprendizaje de estos estudiantes lo más ameno posible con la mejor calidad haciendo del proceso de aprender una oportunidad de enriquecimiento significativa.

#### Los trastornos del aprendizaje en los posgrados en neurociencia educativa

Para identificar los contenidos curriculares de los posgrados en neurociencia educativa que abordan los trastornos del aprendizaje y contrastar posibles enfoques futuros para la electiva *Neuroeducación* de la UCAB, se partió del estudio de los contenidos programáticos de 41 postgrados en neurociencia educativa realizado por Carvajal (2020) quien analizó 6 de Estados Unidos, 4 de Reino Unido, 2 de Canadá, 5 de España, 6 de Argentina, 5 de Brasil, 4 de Chile, 3 de Bolivia, 3 de Colombia, 2 de Perú y 1 de Paraguay.

Se encontró una intención implícita de abordar el tema de los trastornos del aprendizaje en estos posgrados, aunque solo 7 instituciones ofrecen formalmente contenidos curriculares o planes de investigación en estos temas, por ejemplo:

El *Centro de Neurociencia Educativa* de la Universidad de Cambridge (<https://www.cne.psychol.cam.ac.uk/>) donde se investigan las implicaciones educativas de la dislexia al profundizar en la relación entre los ritmos cerebrales, los ritmos del habla y la adquisición del lenguaje. El Proyecto Botnar de este centro (<https://www.cne.psychol.cam.ac.uk/botnar-project>) busca desarrollar un prototipo de tecnología de asistencia auditiva para remediar la dislexia del desarrollo.

La Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ), a través de su *Curso de capacitación continua en Neuroeducación*, donde se investiga las características morfo-funcionales de los principales trastornos encontrados en el entorno escolar, como dislexia, TDAH, etc. Recientemente, varios investigadores de la UFRJ y otras universidades brasileñas presentaron los resultados de sus hallazgos en la *I Jornada de Neuroeducación y Salud Mental en Niños* (<http://www.cienciasecognicao.org/portal/?p=6983>).

La Universidad Nacional de Rosario, ubicada en Buenos Aires, Argentina, a través de su curso de postgrado titulado *Introducción a la Neuroeducación* ([http://www.campusvirtualunr.edu.ar/cursos\\_carreras/introduccion\\_ala\\_neuroeducacion.html](http://www.campusvirtualunr.edu.ar/cursos_carreras/introduccion_ala_neuroeducacion.html)) busca capacitar a los estudiantes en las bases neurobiológicas de los principales trastornos cognitivos del aprendizaje durante el periodo escolar (dislexia, discalculia, disgrafía) así como su semiología y los posibles abordajes terapéuticos.

La Universidad Abierta Interamericana, ubicada en Buenos Aires, Argentina, en su *Diplomatura en Neuroeducación*, incluye un tema denominado *Trastornos del aprendizaje o trastornos del lenguaje*, que busca capacitar en la detección e intervención neurocognitiva de la dislexia con un abordaje, intervención y evaluación tanto desde la perspectiva neuropsicopedagógica como desde la neuropsicológica. (<https://uai.edu.ar/cursos-y-eventos/ciencias-de-la-educaci%C3%B3n-y-psicopedagog%C3%ADa/diplomatura-en-neuroeducaci%C3%B3n/>)

El postgrado en *Neurociencia Pedagógica* de la Universidad Candido Mendes, de Río de Janeiro, Brasil, que aborda los trastornos del aprendizaje, trastorno de la atención, trastornos de la memoria, trastornos del lenguaje, apraxias, afasias, agnosias, dislexia, disgrafía, desde la óptica de la neurociencia cognitiva (<https://www.candidomendes.edu.br/cursos/pos-graduacao/pos-graduacao-em-neurociencia-pedagogica/>).

La *Maestría Internacional en Neuropsicología Infantil y Neuroeducación* de la Universidad Iberoamericana, ubicada en Asunción, Paraguay, incluye en su malla curricular lo relativo a las dificultades de aprendizaje: disgrafía, dislexia, discalculia (<https://postgrado.unibe.edu.py/postgrado-unibe-maestria-en-neuropsicologia-y-neuroeducacion.html>) que se abordan con métodos y técnicas de evaluación desde la neuropsicología infantil y la neuroeducación.

## Discusión y conclusiones

La principal utilidad de conocer las bases anatómicas y neurofisiológicas de los trastornos del aprendizaje es su potencial para ayudar al educador y al psicólogo escolar en el diagnóstico precoz, antes de que los déficits clínicos sean evidentes, de manera de poder intervenir con tratamientos preventivos, así como contribuir a precisar las características precisas del trastorno y las diferentes formas de prevención y tratamiento.

Otro de los aportes de la neurociencia a los profesionales de la educación, en lo relativo a los trastornos del aprendizaje, es que las investigaciones realizadas con diversas técnicas de imágenes cerebrales contribuyen significativamente a una mejor comprensión de cómo los niños adquieren las habilidades básicas para aprender a leer, escribir y calcular, en situaciones típicas.

La escasa presencia del tema de los trastornos del aprendizaje en los posgrados en neurociencia educativa (solo 7 de 41 posgrados, según el estudio de Carvajal (2020) pareciera indicar dos cosas: 1. Es un tema preferentemente abordado por profesionales de psicología escolar o educación especial, que no están siendo incluidos como parte del cuerpo docente de estos posgrados; 2. Su abordaje desde la perspectiva de la neurociencia no ha sido lo suficientemente difundido -por educadores especializados en neurociencia o por neurocientíficos especializados en

educación-, dentro de los profesionales que ejercen o investigan en el campo de la neurociencia educativa. 3. Es un tema complejo, delicado, que requiere una especialización adicional para su abordaje terapéutico, más allá del mero conocimiento de las estructuras cerebrales involucradas.

Si bien las neurociencias son parte importante en la malla curricular de la carrera de Psicología y, de hecho, muchos neurocientíficos son psicólogos de formación, todavía existe cierta percepción de que la neurociencia tiene poco nuevo que aportar -en comparación con la psicología- en lo relativo al ámbito educativo, y mucho menos aún en lo relativo a los trastornos de aprendizaje y la forma de abordarlos. Según esta perspectiva, la neurociencia no es necesaria ni relevante y no tendría cabida en la educación, mientras que la psicología sí.

Parte de esa aparente polémica viene desde los trabajos de Bowers (2016) quien sostenía que tanto la psicología cognitiva como la psicología educativa generan suficiente información sobre el comportamiento como para influir en la reforma educativa, cuestionamientos que han sido ampliamente refutados por Howard-Jones y col. (2016) quien sostiene que se ha subestimado el alcance de la investigación en neurociencia educativa y la complejidad de la investigación interdisciplinaria que va desde los centros de neuroimagen hasta los laboratorios psicológicos y las aulas.

En realidad, la neurociencia educativa no pretende competir con la psicología sino colaborar con ella, ya que no podría existir sin la investigación del comportamiento y el campo de la neurociencia cognitiva ya es un ejemplo de cómo la neurociencia y la psicología pueden complementarse entre sí (De Smedt y col., 2011)

El supuesto debate no es más que un malentendido de términos ocasionado por las diferentes definiciones que existen de neurociencia educativa. En todo caso, si la neurociencia educativa busca proporcionar nuevas opciones para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes es a partir de los nuevos descubrimientos sobre las bases neuronales del aprendizaje (Howard-Jones y col., 2016).

Creemos que es muy importante integrar los conocimientos adquiridos a partir de la investigación en neurociencia, genética, psicología y educación en un enfoque interdisciplinario que contribuya a mejorar la enseñanza y al aprendizaje (Carvajal, 2021), de manera de poder implementar abordajes más adecuados y efectivos para los niños y adolescentes, tanto en las situaciones típicas como en los trastornos del aprendizaje.

Esperamos que el abordaje de estos tres casos de trastornos del aprendizaje, desde la óptica de la Psicología y la Neurociencia educativa, contribuyan a abrir vías interdisciplinarias de investigación en este campo, así como a su incorporación en los contenidos curriculares de los posgrados en neurociencia educativa existentes.

## Referencias bibliográficas

- American Psychiatric Association - APA. (2014). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales DSM-5 (5a. ed). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Ansari D. (2008). Effects of development and enculturation on number representation in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*. 9 (4): 278–291.
- Beeson P, Rapcsak S, Plante E, Chargualaf J, Chung A, Johnson S, Trouard T. (2003). The neural substrates of writing: A functional magnetic resonance imaging study. *Aphasiology*, 17, 647-665.
- Belloch A, Sandín B, Ramos F. (2009). Manual de Psicopatología. Volumen II. Madrid: Mcgraw-Hill.
- Benedicto-López P, Rodríguez-Cuadrado S. (2019). Discalculia: manifestaciones clínicas, evaluación y diagnóstico. Perspectivas actuales de intervención educativa. *RELIEVE*, 25(1), art. 7. doi: <http://doi.org/10.7203/relieve.25.1.10125>.
- Black JM, Myers CA, Hoefft F. (2015). The utility of neuroimaging studies for informing educational practice and policy in reading disorders. *New Dir Child Adolesc Dev*. Spring (147):49-56.
- Bowers J. (2016). The practical and principled problems with educational neuroscience. *Psychological Review*, 123(5), 600–612. doi:10.1037/rev0000025
- Bugden S, Ansari D. (2015). How can cognitive developmental neuroscience constrain our understanding of developmental dyscalculia. *The Routledge international handbook of dyscalculia and mathematical learning difficulties*, 18-43.
- Butterworth B, Varma S, Laurillard D. (2011). Dyscalculia: from brain to education. *Science*. May 27;332(6033):1049-53.
- Campagnaro, S. (2003). Aprendizaje de la Lectura, Escritura y Matemática. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.
- Carreiras, M. (2012). Lectura y Dislexia: Un viaje desde la neurociencia a la educación. *Participación Educativa*, Vol 1, N°1, 19-27.
- Carvajal R. (2021). El paulatino auge de la neuroeducación en las universidades latinoamericanas: ¿investigar, aplicar o traducir la neurociencia? *Journal of Neuroeducation*, Nro 3 (Julio). Artículo aprobado el 13-5-2021. <https://revistes.ub.edu/index.php/joned/author/submissionEditing/34377>
- Carvajal R. (2020). Respuestas de las Universidades Latinoamericanas ante la Neuroeducación y propuestas para su inserción en cursos de pre y posgrado en Venezuela. Tesis Doctoral. Facultad de Humanidades y Educación. Doctorado en Educación. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas. <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAU4064.pdf>

- Cohen L, Lehericy S, Chochon F, Lemer C, Rivaud S, Dehaene S. (2002). Language-specific tuning of visual cortex? Functional properties of the Visual Word Form Area. *Brain*, 125(5), 1054–1069. doi:10.1093/brain/awf094
- De La Peña C, Bernabéu E. (2018). Dislexia y discalculia: una revisión sistemática actual desde la neurogenética. *Universitas Psychologica*, 17(3), 1-11.
- De Smedt B, Ansari D, Grabner RH, Hannula-Sormune M, Schneider M, Verschaffel L. (2011). Cognitive neuroscience meets mathematics education: It takes two to Tango. *Educational Research Review* 6(3) 232-237.
- Dehaene S, Cohen L. (1995). Towards an anatomical and functional model for number processing. *Math Cogn* 1, 83-120.
- Dehaene S, Cohen L. (2011). The unique role of the visual word form area in reading. *Trends Cogn Sci*. Jun;15(6):254-62.
- Dresler T, Bugden S, Gouet C, Lallier M, Oliveira DG, Pinheiro-Chagas P, Pires AC, Wang Y, Zugarramurdi C, Weissheimer JA. (2018). Translational Framework of Educational Neuroscience in Learning Disorders. *Front Integr Neurosci*. Jul 4; 12:25.
- Escobar M, Zabala M, Rozo PJP. (2008). Perfil neuropsicológico de escolares con trastornos específicos del aprendizaje de instituciones educativas de Barranquilla, Colombia. *Acta Neurol Colomb*, 24(2), 63-73.
- Etchepareborda MC, Abad-Mas L. Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Rev Neurol* 2005; 40: S79-S83.
- Faramarzi S, Sadri S. (2014). The effect of basic neuropsychological interventions on performance of students with discalculia. *Neuropsychiatry y Neuropsychology/ Neuropsychiatría i Neuropsychologia*, 9(2), 48–54.
- Fiebach C, Friederici A, Müller K, Cramon D.(2002). fMRI Evidence for Dual Routes to the Mental Lexicon in Visual Word Recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(1), 11–23. doi:10.1162/089892902317205285
- Fischer KW, Daniel DB, Immordino-Yang MH, Stern E, Battro A, Koizumi H. (2007). Why mind, brain, and education? Why now? *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 1–2.
- Fuller JK, Glendening JG. (1985). The neuroeducator: Professional of the future. *Theory Into Practice*, 24(2), 135–137.
- Gabrieli JD. (2009). Dyslexia: a new synergy between education and cognitive neuroscience. *Science*. Jul 17;325(5938):280-3.
- Galaburda AM. (2011). Neuroscience, Education, and Learning Disabilities. *Human Neuroplasticity and Education. Pontifical Academy of Sciences, Scripta Varia* 117, Vatican City. [www.pas.va/content/dam/accademia/pdf/sv117/sv117-galaburda.pdf](http://www.pas.va/content/dam/accademia/pdf/sv117/sv117-galaburda.pdf)

- Gómez NIG, Mora AS, Betancourt BMS, Amalia V, Moya H, Aimée M, Bormey V. (2016). Neuropsicología y bases neurales de la discalculia. Recuperado de <http://morfovirtual.sld.cu/index.php/Morfovirtual/2016/paper/vie>.
- González V. (2018). Bases neurobiológicas de la disgrafía. Recuperado el 8 de Abril de 2021, de ISEP Instituto Superior de Estudios Psicológicos Blog de ISEP: <https://www.isep.es/actualidad-logopedia/bases-neurobiologicas-disgrafia/>
- Goswami U. (2004). Neuroscience, education and special education. *British Journal of Special Education*, 31(4), 175–183.
- Goswami U. (2016). Educational neuroscience: neural structure-mapping and the promise of oscillations. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. Volume 10, August 2016, Pages 89-96.
- Goswami U, Thomson J, Richardson U, Stainthorp R, Hughes D, Rosen S, Scott SK. (2002). Amplitude envelope onsets and developmental dyslexia: A new hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(16), 10911–10916. doi:10.1073/pnas.122368599
- Grant JG, Siegel LS, D'Angiulli A. (2020). From Schools to Scans: A Neuroeducational Approach to Comorbid Math and Reading Disabilities. *Front Public Health*. 2020 Oct 22; 8:469.
- Hari R, Renvall H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(12), 525–532. doi:10.1016/s1364-6613(00)01801-5
- Howard-Jones PA, Varma S, Ansari D, Butterworth B, De Smedt B, Goswami U, Laurillard D, Thomas MS. (2016). The principles and practices of educational neuroscience: Comment on Bowers (2016). *Psychol Rev*. 2016 Oct;123(5):620-7. doi: 10.1037/rev0000036.
- Immordino-Yang MH, Damasio A. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, Brain, and Education*, 1, 3–10. doi: 10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x
- Klein, E., Moeller, K., & Willmes, K. (2013). A neural disconnection hypothesis on impaired numerical processing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. doi:10.3389/fnhum.2013.00663
- Kucian K, Ashkenazi S, Hänggi J, Rotzer S, Jäncke L, Martin E, Von Aster M. (2013). Developmental dyscalculia: a dysconnection syndrome? *Brain Structure and Function*. doi:10.1007/s00429-013-0597-4
- Lang C, Wassermann D, Abrams DA, Kochalka J, Gallardo-Diez G, Menon V. (2019). The visual word form area (VWFA) is part of both language and attention circuitry. *Nat Commun* 10, 5601. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13634-z>
- López-Escribano C. (2007). Contribuciones de la neurociencia al diagnóstico y tratamiento educativo de la dislexia del desarrollo. *Rev Neurol*. Feb 1-15; 44(3):173-80.

- Lyytinen H, Erskine J, Hämäläinen J, Torppa M, ¿Ronimus M. (2015). Dyslexia—Early Identification and Prevention: Highlights from the Jyväskylä Longitudinal Study of Dyslexia. *Curr Dev Disord Rep* 2, 330–338.
- Málaga I, Arias J. (2010). Los trastornos del aprendizaje. Definición de los distintos tipos y sus bases neurobiológicas. *Bol Pediatr*, 43.47.
- Malaver E. (2017). El teatro como estrategia pedagógica de enseñanza en niños y niñas con disgrafía. Tesis Presentada para obtener el título de especialista en pedagogía de la lúdica, Fundación Universitaria los Libertadores.  
<https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/1155/malaveredgar2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- McCandliss BD, Noble KG. (2003). The development of reading impairment: a cognitive neuroscience model. *Mental Retardation and Developmental Disability Research Review*. 9 (3): 196–204.
- Estevez M. (2020). Escribir en español es complicado - Historia personal con mi disgrafía. Video YouTube.  
[https://www.youtube.com/watch?v=3fHedXh\\_yuM](https://www.youtube.com/watch?v=3fHedXh_yuM)
- Menon V, Desmond J. (2001). Left superior parietal cortex involvement in writing: integrating fMRI with lesion evidence. *Cognitive Brain Research*, 12(2), 337–340.
- Miranda M, Abusamra V. (2014). Bases Neurales de la escritura: una revisión. In VI Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XXI Jornadas de Investigación Décimo Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. Facultad de Psicología-Universidad de Buenos Aires.
- OMS (1992), CIE-10. Décima revisión de la clasificación internacional de las enfermedades. Trastornos mentales y del comportamiento. Descripción clínica y pautas para el diagnóstico, Madrid. Ed. Méditor.
- Nicolson RI, Fawcett AJ, Dean P. (2001). Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. *Trends in Neurosciences*, 24(9), 508–511. doi:10.1016/s0166-2236(00)01896-8
- Price GR, Holloway I, Räsänen P, Vesterinen M, Ansari D. (2007). Impaired parietal magnitude processing in developmental dyscalculia. *Current Biology*. 17 (24): R1042–1043.
- Price C. (2000). The anatomy of language: contributions from functional neuroimaging. *Journal of Anatomy*, 197(3), 335–359.
- Purcell J, Napoliello E, Eden G. (2011). A combined fMRI study of typed spelling and reading. *NeuroImage*, 55(2), 750–762.
- Ramírez, E. (2016). DEHAENE, STANISLAS, El cerebro lector: Últimas noticias de las neurociencias sobre la lectura, la enseñanza, el aprendizaje y la dislexia. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2014. 448 p.; (Ciencia que ladra... // Serie Mayor, dirigida por Diego Golom. Investigación *Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, 30(69), 287-291.

- Rimrodt SL, Peterson DJ, Denckla MB, Kaufmann WE, Cutting LE. (2010). White matter microstructural differences linked to left perisylvian language network in children with dyslexia. *Cortex*. Jun; 46(6):739-49.
- Ríos-Flórez J, López-Gutiérrez C. (2017). Neurobiología de los trastornos del aprendizaje y sus implicaciones en el desarrollo infantil: propuesta de una nueva perspectiva conceptual. *Revista Psicoespacios*, Vol. 11, N. 19,
- Roselli M, Matute E, Ardila A. (2010). *Neuropsicología del desarrollo infantil*. México: Ed. Manual Moderno.
- Salgado C. (2014). *Taller de capacitación a los docentes de la escuela fiscal mixta Carlos Aguilar, sobre los problemas del aprendizaje, disgrafía*. Tesis de licenciatura, Quito. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3703>
- Schulte-Körne G, Kerstin U. Ludwig, El Sharkawy J, Nöthen MM, Müller-Myhsok B, Hoffmann P. (2007). Genetics and Neuroscience in Dyslexia: Perspectives for Education and Remediation. *Mind, Brain, and Education*. December, 1(4), 162-172.
- Serrano F, Defior S. (2004). Dislexia en español: estado de la cuestión. *Electronic journal of research in educational psychology*, 2(2), 13-34.
- Stein J. (2003). Visual motion sensitivity and reading. *Neuropsychologia*, 41(13), 1785–1793. doi:10.1016/s0028-3932(03)00179-9
- Tallal P. (2004). Improving language and literacy is a matter of time. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(9), 721–728. doi:10.1038/nrn1499
- Tokuhami-Espinosa, T. (2008). *The scientifically substantiated art of teaching: A study in the development of standards in the new academic field of Neuroeducation (Mind, Brain, and Education science)*. PhD Dissertation (AAT 3310716). Minneapolis, MN: Capella University.
- Torres R, Gómez S. (2017). La reeducación de las disgrafías: perspectivas neuropsicológica y psicolingüística. *Pensamiento psicológico*, 15(1).
- Zuñiga Sánchez SY. (2011). *Incidencia de la discalculia en los procesos cognitivos lógicos Matemáticos*. Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Educación mención Educación Inicial. Universidad estatal de Milagro, Ecuador. <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/1679>