



Artículo de investigación

Subtipos neuropsicológicos en dos grupos de niños mexicanos: con trastorno específico del aprendizaje o con buen desempeño académico

Neuropsychological subtypes in two groups of Mexican children: with specific learning disability or good academic performance

Roberto Riveroll-Romero¹, Esmeralda Matute-Villaseñor², Josefina Ricardo-Garcell¹, Gabriela Cruz-Ares³,
Julia Azanza-Ricardo⁴, Thalía Harmony^{1*}

1 Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola”, Instituto de Neurobiología, UNAM, Querétaro, México.

2 Instituto de Neurociencias, Universidad de Guadalajara, México.

3 Universidad Autónoma de Querétaro, México.

4 Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad de la Habana, Cuba.

Resumen

En el presente trabajo se compararon dos grupos de niños mexicanos en edades comprendidas entre los 8 a 10 años, el primer grupo con trastorno específico en el aprendizaje (TEA), tanto en la precisión de la lectura como en el cálculo, y el otro con buen desempeño académico (BDA), por medio de Escala Wechsler de Inteligencia para Niños, en su cuarta versión (WISC-IV) y la batería de Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI), (subpruebas de Habilidades Académicas, Memoria, Atención y Habilidades Metalingüísticas), ambos instrumentos normados en población mexicana. Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los niños BDA y TEA, mediante la U de Mann Whitney, en todas las subpruebas evaluadas a excepción del Índice Velocidad de Procesamiento (WISC), Conteo, Codificación/Evocación y Atención Auditiva, además de Atención visual (ENI). Mediante el Análisis de Componentes Principales se identificaron 5 subgrupos: 2 en los niños con BDA y 3 en los TEA. Las diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las variables cognitivas y académicas fueron determinadas mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Fue posible observar que los subgrupos TEA obtuvieron puntajes más bajos que los subgrupos BDA tanto en habilidades académicas como en otras variables cognitivas, siendo el Índice de Memoria de Trabajo en la escala Wechsler y las Habilidades Metalingüísticas de la ENI las que mejor diferenciaron a los subgrupos TEA de los BDA. Conclusión: La aplicación de instrumentos normados en la población bajo estudio resulta de gran utilidad para identificar subtipos neuropsicológicos tanto en niños con BDA como con TEA.

Palabras clave: trastorno específico del aprendizaje, niños mexicanos, problemas de aprendizaje, memoria de trabajo, habilidades metalingüísticas

Abstract

In this work two groups of Mexican children aged between 8 to 10 years old were compared, the first group with specific learning disorder (SLD), in both reading accuracy as in the calculation, and the other compared to good performance academic (GPA) by Wechsler Intelligence Scale for Children, in its fourth version (WISC-IV) and battery Child Neuropsychological Assessment (ENI), (subtests Academic Skills, Memory, Attention and Metalinguistic Skills), both instruments normed in Mexican population. Significant differences ($p \leq 0.05$) were found among SLD and GPA children, by Mann Whitney U Test, they were found in all subtests evaluated except Processing Speed Rate (WISC), Counting, Coding / Evocation and Auditory Attention, also Visual Attention (ENI). By the Principal Component Analysis were identified five subgroups: 2 children with GPA and 3 in the SLD. Significant differences ($p \leq 0.05$) between cognitive and academic variables were determined by the Kruskal-Wallis Test. It was possible to observe that the TEA subgroups scored lower than the BDA subgroups in academic abilities as well as in other cognitive variables, with the Working Memory Index on the Wechsler scale as the subtests that evaluate the ENI Metalinguistic Skills the variables that give the best discrimination between the TEA and the BDA subgroups. Conclusion: The application of normed instruments in the population under study is useful to identify neuropsychological subtypes in children with GPA as SLD.

Keywords: specific learning disorder, mexican children, learning disorders, working memory, metalinguistic skills

Introducción

Hasta hace 3 años, la clasificación de los trastornos del aprendizaje se basaba, fundamentalmente, en los criterios del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Desórdenes Mentales (DSM-IV-TR, por sus siglas en inglés, cuarta edición revisada, 2000), el cual establece un grupo de Trastornos Específicos del Aprendizaje y el Trastorno Inespecífico del Aprendizaje, en el cual se observan dificultades en más de una habilidad académica que no puede atribuirse a retraso mental, problema de agudeza visual o a una escolaridad inadecuada. Sin embargo, en la quinta edición de dicho manual (DSM-V, 2013) desaparece esta última clasificación y se establece que un Trastorno

Específico en el Aprendizaje es un trastorno en el neurodesarrollo que tiene un origen biológico, el cual es la base para las alteraciones a nivel cognitivo, con sus respectivas manifestaciones conductuales.

Dentro de estos trastornos se encuentran las dificultades en la lectura, en la expresión escrita o en las matemáticas. Entre las primeras están los problemas en la lectura de palabras, que pueden caracterizarse por fallas en la precisión, lentitud o dificultad para la pronunciación de las mismas, o bien por problemas en la comprensión de lo que se lee. En relación con el trastorno de la expresión escrita, se pueden encontrar dificultades con la ortografía, problemas en la expresión escrita, ya sea en la estructura gramatical, en la puntuación, dificultades para la organización del texto o poca claridad

* Correspondencia: Dra. Thalía Harmony. Instituto de Neurobiología, UNAM, Querétaro, México, CP 76230. Email: thaliah@unam.mx.

en la expresión de ideas. Por último, en el trastorno en las matemáticas es posible observar problemas con el dominio del sentido numérico, los hechos numéricos o el cálculo, así como dificultades en el razonamiento matemático encaminado a la resolución de problemas.

Aunque el DSM-V brinda la clasificación, codificación y deficiencias académicas de los trastornos específicos del aprendizaje, no ofrece las peculiaridades neuropsicológicas de otros procesos cognitivos que se han visto relacionados con estos trastornos, las cuales pudieran ser la base de las dificultades que manifiesta esta población. Adicionalmente, se ha encontrado que los trastornos específicos en el aprendizaje, tanto de la lectura como del cálculo, presentan alta comorbilidad entre ellos (30-70%), aunque su naturaleza no es aún bien entendida (Willcutt, Petrill, Wu, Boada, DeFries, Olson & Pennington, 2013).

Se han referido hallazgos contradictorios en cuanto a la relación que guardan los procesos de lectura y matemáticas. Por ejemplo, Rubinstein & Henik (2006), mostraron que el déficit en el manejo de los números y su consecuente representación mental podrían aparecer sin que existieran alteraciones en la conversión de las letras a su respectivo sonido, y viceversa. Lander, Fussenegger, Moll & Willburger (2009) plantearon que la dislexia y la discalculia poseen perfiles cognitivos diferentes que subyacen a cada una de estas alteraciones; para la primera destacan el déficit fonológico y, para la segunda, un módulo deficiente de manipulación del número, presentando un carácter aditivo, más no compartido. Se ha mencionado inclusive que las alteraciones en la lectura tienen un fundamento neurológico en el hemisferio izquierdo y que las alteraciones en el cálculo podrían guardar relación más estrecha con el derecho, aunque con estructuras que trabajan de manera coordinada en ambas áreas: la corteza occipito-temporal, corteza parietal inferior compuesta tanto por el giro angular y el giro supramarginal, además del giro frontal inferior (Ashkenazi, Black, Abrams, Hoeft & Menon 2013).

Dentro del diagnóstico del Trastorno Específico del Aprendizaje (TEA), se considera de suma importancia utilizar instrumentos neuropsicológicos normados en la población a la que pertenece la muestra objeto de investigación, lo cual posibilita obtener perfiles neuropsicológicos más confiables. Tal es el caso del uso de la versión más reciente de la Escala Wechsler de Inteligencia para Niños, en su cuarta versión (WISC-IV, por sus siglas en inglés, Wechsler, 2007a) y de la Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI) (Matute, Rosselli, Ardila y Ostrosky, 2007), ambos normados en población mexicana.

Por tanto, el presente trabajo tuvo como objetivos: 1) determinar, mediante variables derivadas del WISC-IV y de la ENI, las diferencias cognitivas entre dos grupos de niños mexicanos: uno con buen desempeño académico (BDA) y otro con TEA; 2) explorar la presencia de subtipos neuropsicológicos, en ambos grupos, utilizando las mismas variables; 3) determinar cuáles variables cognitivas pudieran ser más útiles para determinar la presencia de problemas en el desempeño académico.

Sujetos y Métodos

Se evaluaron 92 niños de escuelas públicas de la zona urbana de la ciudad de Santiago de Querétaro, México, referidos por los profesores a cargo de los mismos y que presentaban problemas académicos o mostraban un buen desempeño escolar. Los niños seleccionados tenían edades comprendidas entre 8 y 10 años, eran diestros, estaban en el tercer o cuarto año de educación primaria, tenían asistencia regular a la escuela, sin problemas en la articulación de los sonidos del lenguaje que influyeran directamente en la precisión de su lectura y no habían recibido algún tipo de terapia psicológica y/o farmacológica. No se incluyeron niños con antecedentes de traumatismos craneoencefálicos severos, daño cerebral o nacidos prematuramente. El ingreso económico familiar per cápita fue mayor de 1.5 del salario mínimo diario y la escolaridad mínima de la madre o tutor fue de primaria. El protocolo de esta investigación fue revisado y aceptado por el Comité de Bioética del Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Todos los participantes (tutores y niños) firmaron la Carta de Consentimiento Informado. Posteriormente se realizó una entrevista con el padre o tutor a cargo del niño para verificar los criterios de inclusión y exclusión señalados anteriormente y se aplicaron los instrumentos seleccionados de manera individual y en diferentes sesiones de evaluación.

Se tomó como criterio de inclusión/exclusión adicional que todos los niños tuvieran una inteligencia normal (≥ 80 en el Cociente Intelectual total determinado por el WISC-IV). Posteriormente, aquellos niños con puntajes dentro del rango percentil promedio inferior o bajo en las subpruebas de Precisión de la Lectura y de Cálculo de la ENI (Matute et al., 2007), y que mostraban una evaluación neuropsiquiátrica normal, a excepción del problema en el aprendizaje, integraron el grupo con TEA en la precisión de la

lectura y en el cálculo (DSM-V, 2013). El grupo con una puntuación que lo situó igual o por arriba del rango percentil promedio en todas las pruebas de la ENI que evalúan el desempeño académico y que tuvieron una evaluación neuropsiquiátrica normal, conformó la muestra de niños con BDA.

La muestra definitiva fue de 34 niños. El grupo TEA estuvo integrado por 19 niños (10 niñas), con una edad promedio de $8.95 \pm .78$ años, mientras que el grupo BDA lo formaron 15 niños (8 niñas) y su edad promedio fue de $8.87 \pm .74$ años.

Instrumentos

Los niños fueron valorados a través de una entrevista anamnéstica elaborada por los autores de esta investigación y la entrevista M.I.N.I-KID (Mini International Neuropsychiatric Interview; Sheehan et al, 2004) con el propósito de detectar datos clínicos de importancia y depurar la muestra obtenida; se aplicó el WISC-IV (Wechsler, 2007a), el cual proporciona un Cociente Intelectual, además de la caracterización de algunos dominios cognitivos específicos (Índice de Comprensión Verbal, Índice de Razonamiento Perceptual, Índice de Memoria de Trabajo e Índice de Velocidad de Procesamiento. Por último, se utilizaron las siguientes subpruebas de la ENI (Matute et al., 2007) para apoyar en el diagnóstico del TEA: Precisión, Velocidad y Comprensión en la Lectura; Precisión, Composición Narrativa y Velocidad en la Escritura, mientras que en la aritmética se utilizaron Conteo, Manejo Numérico, Cálculo y Resolución de Problemas Matemáticos. Adicionalmente, se aplicaron las subpruebas de Memoria, Atención y Habilidades Metalingüísticas de la ENI.

Resultados

En la Tabla suplementaria 1 se muestran la media y la desviación típica de las variables del WISC y de la ENI en los grupos BDA y TEA, así como los resultados obtenidos al comparar dichas variables entre ambos grupos mediante la prueba U de Mann-Whitney. Como puede notarse, con excepción del Índice de Velocidad de Procesamiento, existieron diferencias significativas en las restantes variables del WISC. Así mismo, la mayoría de las variables de la ENI también evidenciaron diferencias significativas entre ambos grupos, excepto Conteo, Codificación/Evocación de la Memoria Auditiva, Atención Auditiva y Atención Visual. En casi todas las comparaciones los niños con TEA tuvieron puntuaciones menores respecto a los BDA, la única excepción fue Atención Visual.

En la Tabla suplementaria 2 aparecen los promedios de cada uno de los subgrupos en las diferentes subpruebas aplicadas, así como los resultados obtenidos cuando los 5 subgrupos fueron comparados mediante la prueba Kruskal-Wallis. Dicha comparación evidenció diferencias significativas entre los diferentes subgrupos en todas las variables del WISC y en la mayoría de la ENI, excepto en Velocidad en la Escritura, Conteo, Codificación y Atención Auditiva.

Teniendo en cuenta la observación clínica de la existencia de variabilidad importante en la ejecución de las diferentes pruebas por parte de los niños con TEA, se consideró conveniente explorar la existencia de subgrupos neuropsicológico no sólo en estos niños sino también en aquellos con BDA. Para esto, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) del que surgieron 5 grupos, pero con dos participantes "atípicos" del grupo BDA, que no se ajustaban a ninguno de los grupos, por lo que fueron eliminados del análisis. Se observaron dos subgrupos con BDA: uno constituido por 7 niños (BDA1) y otro por 6 niños (BDA2). Dentro del grupo de TEA se formaron 3 subgrupos: TEA1 integrado por 4 niños, el TEA2 por 10 niños y el TEA3 por 5 niños. En la Figura 1 se muestran los resultados del Análisis de Escalamiento Multidimensional y los subgrupos formados.

Posteriormente, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de rangos de Student-Newman-Keuls con el fin de discriminar las diferencias y similitudes dentro de los grupos. En la Tabla suplementaria 3 se muestran los resultados de dicha comparación, así como los intervalos de los promedios en puntajes escalares de las diferentes subpruebas aplicadas. En la misma puede notarse que, además de los criterios de inclusión utilizados para diferenciar entre los niños BDA y TEA (subpruebas de Precisión en la Lectura y el Cálculo), las subpruebas de Precisión en la Escritura y el Manejo Numérico, también fueron útiles para distinguir ambos grupos de niños.

En la Tabla suplementaria 3 se puede observar, además, que el subgrupo BDA1 es el que posee las puntuaciones más altas en comparación con los restantes, con la excepción de la subprueba de Atención Visual, dato inesperado pues dicho grupo se consideró de buen desempeño académico. El subgrupo BDA2 tuvo menor rendimiento en varias subpruebas (Composición Narrativa, Manejo Numérico, Evocación Auditiva, Codificación Visual

ya la de menor puntaje fue la de Evocación Visual) en comparación con el BDA1, siendo la de Evocación Visual la de puntaje más bajo.

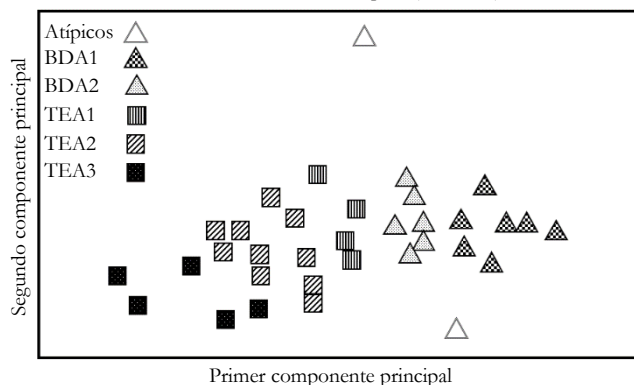


Figura 1. Resultados del Análisis de Escalamiento Multidimensional de los subgrupos formados a partir de las variables del WISC y de la ENI. Los subgrupos Buen Desempeño Académico (BDA) están representados por triángulos y los subgrupos Trastorno Específico en el Aprendizaje (TEA) por cuadrados. Los dos triángulos blancos identifican a los BDA "atípicos".

Aunque los criterios de inclusión fueron los mismos para los tres subgrupos de TEA, el TEA1 fue el que mostró mejor desempeño teniendo puntuaciones semejantes al BDA2 e incluso algunas dentro del intervalo más alto; llamando la atención que la calificación más baja fue en el Manejo Numérico y no en las dos subpruebas que se tomaron como criterios de inclusión para ser TEA. El subgrupo TEA2 tuvo un desempeño con puntuaciones aún más bajas que el anterior, predominando los puntajes del segundo y tercer intervalo. Las subpruebas con puntuaciones más bajas que TEA fueron las de Precisión de la Lectura, Manejo Numérico y Cálculo. Finalmente, el desempeño del subgrupo TEA3 fue el más bajo en la mayoría de las subpruebas aplicadas.

Después de diferenciar estadísticamente los grupos BDA y TEA, así como identificar los diferentes subtipos neuropsicológicos en los niños BDA y en los TEA, otro objetivo de este trabajo era, teniendo en cuenta sólo las variables cognitivas y no las académicas, tratar de encontrar aquellas variables que pudieran ser más útiles para alertar sobre problemas en el desempeño académico. Dentro de éstas fue posible identificar por medio de una representación gráfica de los promedios, tanto del WISC-IV como de la ENI, aquellas variables que distinguían mejor los subgrupos (Figura suplementaria 1).

El Índice de Memoria de Trabajo del WISC-IV y las Habilidades Metalingüísticas de la ENI, fueron las que mejor diferenciaron a los subgrupos BDA de los TEA ya que los puntajes en estas medidas de ambos subgrupos BDA fueron muy parecidos entre sí y el grupo TEA más cercano a ellos fue el 1. Por otro lado, el Cociente Intelectual Total, que es la medida más confiable de la escala Wechsler, no logró discriminar entre los grupos BDA y TEA. En cuanto a la ENI, se puede observar que las Habilidades Metalingüísticas fue la variable que distinguió de mejor manera los grupos BDA y TEA, ya que los subgrupos de buen desempeño académico se localizaron dentro de los puntajes más altos en comparación con los niños con trastorno en el aprendizaje.

Discusión

Uno de los objetivos de este trabajo fue determinar las diferencias en el desempeño cognitivo entre dos grupos de niños, uno con BDA y otro con TEA. En los resultados obtenidos se observó que los grupos de niños de BDA y con TEA presentaron diferencias significativas, no sólo en las variables tomadas como criterios de inclusión sino también en la mayoría de las variables del WISC-IV y de la ENI, con excepción del Índice Velocidad de Procesamiento (WISC), conteo, Memoria Auditiva en ambas fases (codificación/evocación), Atención Auditiva y Atención Visual (ENI).

En los índices restantes del WISC-IV (Comprensión Verbal, Memoria de Trabajo, Razonamiento Perceptual y Cociente Intelectual Total), se encontró que el grupo TEA tuvo puntuaciones más bajas en comparación del grupo BDA, lo cual es sugestivo de una alteración cognitiva general más que específica. En este sentido, en la escala Wechsler se menciona que aquellos niños en los que coexisten los trastornos del aprendizaje de la lectura, de la escritura y del cálculo, tienen las puntuaciones de los índices significativamente menores que los niños con buen desempeño académico; sin embargo,

no se aclaran las tendencias específicas de cada índice en los niños con TEA (Wechsler, 2007b).

Por otro lado, la falta de diferenciación entre los grupos respecto al Índice de Velocidad de Procesamiento pudiera indicar, por una parte, que este no es un componente cognitivo afectado en los TEA y, por la otra, dado que las subpruebas que integran este índice tienen un fuerte componente de atención visual, sugiere que este dominio en específico, se encuentra conservado. De hecho, el análisis de los resultados obtenidos en la ENI es congruente con lo anterior, ya que la prueba de Atención Visual no evidenció diferencias significativas entre los grupos. Adicionalmente, la Memoria y la Atención Auditiva de la ENI tampoco fueron variables que diferenciaron los grupos BDA y TEA. En este contexto, la desventaja observada en el Índice de Memoria de Trabajo del WISC-IV, pudiera sugerir un compromiso del grupo TEA en el funcionamiento ejecutivo más que en el componente mnésico de las tareas que lo integran. Por otra parte, el hecho de que el grupo TEA, además de los problemas de Precisión de Lectura y Cálculo ya señalados, tuviera puntajes significativamente más bajos en casi todas las subpruebas de desempeño académico, a excepción del Conteo, apoya el planteamiento de que se trata de una alteración cognitiva mucho más general.

El segundo objetivo, a partir de la observación relacionada con la fluctuación de resultados en los grupos, fue tratar de identificar subtipos neuropsicológicos en cada uno de ellos. Esto es, aun cuando los criterios de inclusión diferenciaban claramente a los niños con BDA y con TEA, se pudieron distinguir subgrupos en los mismos que presentaban diferente eficacia en su desempeño. El subgrupo BDA1 se caracterizó por mostrar las puntuaciones mayores en todas las subpruebas, con excepción de la Atención Visual. El otro grupo BDA tuvo, en general, un buen desempeño académico pero inferior al BDA1, estando su debilidad fundamental en la Evocación Visual. Esta distinción entre ambos subgrupos con BDA es de importancia ya que, si bien son calificados como niños BDA, un subgrupo de ellos presenta debilidades que el maestro debe conocer.

La presencia de 3 subgrupos en los niños con TEA evidenció la existencia de diferentes perfiles neuropsicológicos y de severidad en el trastorno, en niños que tienen un mismo diagnóstico clínico según el DSV-V (Asociación Americana de Psiquiatría, 2013): el TEA1 fue el que tuvo menor afectación según las puntuaciones del WISC-IV y la ENI, mientras que el TEA3 fue el de desempeño más bajo. El TEA2 mostró una afectación intermedia entre los grupos mencionados.

De las variables del WISC-IV, el Índice de Razonamiento Perceptual mostró calificaciones relativamente altas en todos los grupos (Fig. 3, intervalos ≥ 100 y $90-99$) por lo que resultó de menor utilidad para distinguir los grupos entre sí; mientras que el Índice de Memoria de Trabajo proporcionó el contraste más evidente entre los dos subgrupos BDA y los tres del TEA ya que éstos tuvieron puntuaciones más bajas que los niños BDA. En la ENI, además de las subpruebas de rendimiento académico tomadas como criterio de inclusión, fue posible observar que tanto la Precisión en la Escritura como el Manejo Numérico también fueron pruebas que diferenciaron muy bien a los grupos BDA y TEA (Tabla suplementaria 3). En cuanto a las subpruebas de Memoria y Atención de la ENI, no fue sencillo mostrar una distinción clara entre los subgrupos con BDA o con TEA, pero no ocurrió así con la subprueba de Habilidades Metalingüísticas, ya que los grupos BDA obtuvieron puntajes muy altos respecto a los TEA, lo que posibilitó una diferenciación adecuada entre ambos conjuntos de niños. Estos resultados sugieren que algunas habilidades lingüísticas, en específico la memoria de trabajo auditiva y las habilidades metalingüísticas, pudieran estar relacionadas con el bajo desempeño académico, como mecanismo compartido en los tres subgrupos TEA.

Por otra parte, diferentes investigaciones se han enfocado en describir las fallas cognitivas fundamentales en los diferentes trastornos del aprendizaje, con el fin de poder realizar aproximaciones tanto de evaluación como de intervención. Rourke (2005) aportó una descripción neuropsicológica de los tipos de dificultades que se pueden encontrar en el aprendizaje. En una de ellas, los problemas en las tres áreas de competencia académica mostraban una alteración mucho mayor en el desempeño aritmético, pero tenían también problemas en la lectura y en la ortografía. Este tipo de alteración parece reflejarse en puntuaciones menores dentro de aquellas pruebas que miden el desempeño de habilidades verbales, en comparación con las habilidades no verbales, en pruebas de capacidad intelectual. Se alude también que este trastorno es muy parecido al relacionado con problemas en el procesamiento fonológico, pero que no ha sido estudiado a profundidad (Collins & Rourke, 2003). De modo que el procesamiento verbal podría estar jugando un papel muy importante en la conformación de un trastorno más global y generalizado. Esta caracterización neuropsicológica resulta apoyada por hallazgos de origen electrofisiológico (potenciales evocados) y de neuroimagen (Collins & Rourke, 2003).

De igual forma, Fletcher, Morris y Lyon (2003) hicieron una revisión de los diferentes trabajos en los que se han estudiado a niños con trastornos de aprendizaje, agrupándolos a través de la falla que presentan en la competencia académica y en donde también aparece un grupo que exhibe una alteración tanto en lectura como en las matemáticas, en el cual sus defectos se relacionan con la memoria de trabajo y el lenguaje oral. Por su parte, Geary y Hoard (2001) refirieron que un mecanismo que podría subyacer al déficit observado entre la lectura y el cálculo es el relacionado a la utilización de mecanismos del lenguaje. Dentro los propuestos para la explicación de los trastornos en la lectura en comorbilidad con los del cálculo, se han señalado procesos cognitivos de tipo general, entre los que se encuentran alteraciones en las funciones ejecutivas, en especial, de la memoria de trabajo audio-verbal (Wilson, Andrewes, Struthers, Rowe, Bogdanovic & Waldie, 2015) y los mecanismos del lenguaje como la conciencia fonológica (Lopes, Moura, Júlio, Wood, Salles & Haase, 2016).

La memoria de trabajo tiene cuatro componentes fundamentales (Baddeley, 2003): el ejecutivo central, el bucle fonológico, la agenda visuo-espacial y el buffer episódico. El primero se encarga de la distribución de la atención hacia la tarea a realizar, así como el enlace de la información que llega del exterior con la memoria a largo plazo por medio de buffer episódico; el componente del bucle fonológico, el cual es un almacén que mantiene y manipula la información que llega por medio del lenguaje; la agenda visuo-espacial, la cual se encarga de mantener y manipular la información de tipo visual y espacial que se recibe y, por último, el buffer episódico, el cual como ya se mencionó es una interface que une los dos componentes de memoria de trabajo con elementos de la memoria a largo plazo. Se podría establecer entonces que la memoria de trabajo de tipo audio verbal, encargada del mantenimiento temporal y manipulación en tiempo real de la información auditiva, puede ser el elemento que involucre las fallas en el desempeño académico en niños con un trastorno del aprendizaje tanto en las matemáticas como en la lectura. Esta capacidad se puede observar en las pruebas de manejo numérico y de cálculo en las que intervienen el mantenimiento y uso de la información auditiva; la memoria de trabajo funciona como un puente para el recuerdo de la información almacenada en la memoria a largo plazo, tales como el recordar los hechos matemáticos o en la resolución de operaciones aritméticas. Incluso es una de las funciones ejecutivas junto con el control inhibitorio, que se ha relacionado más con un desempeño escolar adecuado (Diamond, 2013).

En cuanto a las habilidades metalingüísticas, la teoría del déficit fonológico es la que más fuerza, fundamentación y apoyo tiene actualmente (Ramus, Rosen, Dakin, Day, Castellote, White & Frith, 2003). Se ha demostrado que los niños afectados por el trastorno en la lectura presentan defectos en el procesamiento fonológico del lenguaje (Ardila, Roselli & Matute, 2005). Las habilidades fonológicas permiten la discriminación y articulación de los sonidos del habla. Dicha conciencia fonológica posibilita la manipulación de los fonemas y, con ello, separarlos, contarlos, identificarlos o cambiar su orden dentro de una palabra. La base anatómica (giros angular y supramarginal) que sirve de base en dicho procesamiento es la misma que sirve para el recuerdo de los "hechos matemáticos" (Grabner, Ansari, Koschutnig, Reishofer, & Ebner, 2013), en la lectura y el trabajo del loop fonológico de la memoria de trabajo (Seghier, 2013).

Estos datos sobre las fallas en la memoria de trabajo y la conciencia fonológica, se relacionan con el tercer objetivo de este trabajo, esto es, teniendo en cuenta sólo las variables cognitivas y no las académicas, tratar de encontrar aquellas variables que pudieran ser más útiles para alertar sobre problemas en el desempeño académico. Así mismo, se relacionan también con las principales alteraciones en el grupo TEA: por una parte, los problemas en la precisión en la lectura y la escritura, que comparten una gran carga de procesamiento fonológico, así como la lectura y escritura de números que requieren la conversión de la información visual a su referente auditivo. En el cálculo mental se ve involucrada la memoria de trabajo al mantener y manipular la información auditiva para llegar al resultado correcto al resolver una operación aritmética.

Finalmente, es importante destacar que la selección de la muestra para esta investigación fue muy rigurosa, con evaluaciones neuropsiquiátricas, psicológicas y neuropsicológicas. Además del uso del DSM-V como base para diagnosticar a los niños con TEA, cabe resaltar la utilización de instrumentos de valoración que han sido normados en población mexicana (el WISC-IV y la ENI), lo cual permitió realizar una evaluación válida y confiable.

Conclusiones

Mediante variables del WISC-IV y la ENI se pudieron identificar adecuadamente los niños BDA de aquellos con TEA. Al respecto, los niños BDA pueden mostrar diferentes perfiles neuropsicológicos.

La heterogeneidad neuropsicológica de los niños con TEA quedó evidenciada mediante la identificación de 3 subgrupos, a pesar de compartir el mismo diagnóstico por el DSM-V y haber sido seleccionados por los mismos criterios de inclusión.

El problema fundamental del grupo TEA consistió en fallas de los mecanismos relacionados con las habilidades verbales y el funcionamiento ejecutivo, particularmente en la memoria de trabajo audio-verbal y en las habilidades metalingüísticas.

Se considera importante enfatizar el valor de poder contar con instrumentos de evaluación estandarizados para la población hispanoparlante, como lo son la Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI) y la Escala Wechsler de Inteligencia para Niños, en su cuarta versión (WISC-IV).

Limitaciones

La investigación incluyó un número relativamente pequeño de integrantes, por lo que se considera fundamental continuar el estudio y caracterización de ésta población, tanto con otras pruebas de tipo neuropsicológico como con técnicas de imagen cerebral y electrofisiológicas.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo en este trabajo a la Dra. Thalía Fernández Harmony, al Dr. Erick Pasaye Alcaraz, al Mtro. Juan José Ortiz Retana y a la Dra. María Elena Juárez.

Este trabajo fue parcialmente apoyado por el proyecto de PAPIIT IN204613. Además, fue patrocinado por el CONACYT para realizar mis estudios de doctorado (CVU/176425).

Referencias

- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition: DSM-IV-TR*.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-V) (Fifth Edition)*. Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Ardila, A., Roselli, M. & Matute, E. (2005). Neuropsicología de los problemas de aprendizaje (pp.144-145). *Manual Moderno*. México.
- Ashkenazi, S., Black, J. M., Abrams, D. A., Hoeft, F., & Menon, V. (2013). Neurobiological underpinnings of math and reading learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, 46(6), 549-569. doi:10.1177/0022219413483174
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature reviews neuroscience*, 4(10), 829-839. doi:10.1038/nrn1201
- Collis, D. & Rourke B. (2003). Learning disabled brains: A review of the literature. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 25 (7), 1011-1034. doi:10.1076/jcen.25.7.1011.16487
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-68. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Fletcher, J. M., Morris, R. D., & Lyon, G. R. (2003). Classification and definition of learning disabilities: An integrative perspective. In H. L. Swanson, K. R. Harris, & S. Graham (Eds.), *Handbook of learning disabilities* (pp. 30-56). New York: Guilford Press.
- Francis, D. J., Fletcher, J. M., Stuebing, K. K., Lyon, G. R., Shaywitz, B. A., & Shaywitz, S. E. (2005). Psychometric approaches to the identification of LD IQ and achievement scores are not sufficient. *Journal of Learning Disabilities*, 38(2), 98-108. doi:10.1177/00222194050380020101
- Grabner, R. H., Ansari, D., Koschutnig, K., Reishofer, G., & Ebner, F. (2013). The function of the left angular gyrus in mental arithmetic: evidence from the associative confusion effect. *Human brain mapping*, 34(5), 1013-1024. doi:10.1002/hbm.21489
- Geary, D. C., & Hoard, M. K. (2001). Numerical and arithmetical deficits in learning-disabled children: Relation to dyscalculia and dyslexia. *Aphasiology*, 15(7), 635-647. doi:10.1080/02687040143000113
- Landerl, K., Fussenegger, B., Moll, K., & Willburger, E. (2009). Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with different cognitive

- profiles. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(3), 309-324. doi: 10.1016/j.jecp.2009.03.006
- Lopes-Silva, J. B., Moura, R., Júlio-Costa, A., Wood, G., Salles, J. F., & Haase, V. G. (2016). What Is Specific and What Is Shared Between Numbers and Words? *Frontiers in psychology*, 7, 22. doi:10.3389/fpsyg.2016.00022
- Matute E., Rosselli M., Ardila A. & Ostrosky-Solis F. (2007). *Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI)*. México. Manual Moderno. Universidad de Guadalajara.
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin S., Day, B., Castellote J., White, S. & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*.126: 841-65. doi:10.1093/brain/awg076
- Rosselli M. & Ardila A. Rehabilitación de las alexias y las agrafías. En: Ostrosky F, Ardila A, Chayo, R. (1996) *Rehabilitación Neuropsicológica* (pp.85-113). México: Planeta Mexicana.
- Rourke, B. (1993). Arithmetic disabilities, specific and otherwise: a neuropsychological perspective. *Journal of learning disabilities*. 26(4), 214-226. doi:10.1177/002221949302600402
- Rourke, B. (2005). Neuropsychology of learning disabilities: past and future. *Learning Disability Quarterly*. 28 (2), 111-114. doi:10.2307/1593606
- Rubinsten, O. & Henik, A. (2006) Double dissociation of functions in developmental dyslexia and dyscalculia. *Int J Sch Educ Psychol*. 98(4):854-867. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 854-867. doi:10.1037/0022-0663.98.4.854
- Seghier, M. L. (2013). The angular gyrus multiple functions and multiple subdivisions. *The Neuroscientist*, 19(1), 43-61. doi:10.1177/1073858412440596
- Sheeman D., Shytle, D., Milo, K., Lecrubier, Y, Hergueta, T., Colon-Soto, M., Díaz, V. & Soto, O. (2000) *MINI International Neuro-Psychiatric Interview*. Para niños y adolescentes. Versión en español.
- Shaywitz, S. & Shaywitz, B. (2005). Dyslexia (Specific Reading Disability). *Biological Psychiatry*, 57(11), 1301-1309. doi: 10.1016/j.biopsych.2005.01.043
- Wechsler, D. (2007a). *WISC-IV: Escala de inteligencia para niños cuarta versión*. México: Manual Moderno.
- Wechsler, D. (2007b). *WISC-IV: escala Wechsler de inteligencia para niños-IV: manual técnico* (pp.81-85). México: Manual Moderno.
- Willcutt, E. G., Petrill, S. A., Wu, S., Boada, R., DeFries, J. C., Olson, R. K., & Pennington, B. F. (2013). Comorbidity between reading disability and math disability concurrent psychopathology, functional impairment, and neuropsychological functioning. *Journal of learning disabilities*, 46(6), 500-516. doi:10.1177/0022219413477476
- Wilson, A. J., Andrewes, S. G., Struthers, H., Rowe, V. M., Bogdanovic, R., & Waldie, K. E. (2015). Dyscalculia and dyslexia in adults: cognitive bases of comorbidity. *Learning and Individual Differences*, 37, 118-132. doi: 10.1016/j.lindif.2014.11.017. doi: 10.1016/j.lindif.2014.11.017

Material suplementario**Tabla suplementaria 1.** Resultados para cada grupo en relación con la WISC-IV y las subpruebas de la ENI.

		BDA (n=15)		TEA (n=19)		Diferencia entre grupos	
		Media	Desv. Tip.	Media	Desv. Tip.	U de Mann-Whitney	Significancia
WISC	Índice de Comprensión Verbal	110.60	14.82	94.74	8.18	49.5	0.00
	Índice de Razonamiento Perceptual	106.07	12.12	97.53	8.29	79.0	0.03
	Índice de Memoria de Trabajo	100.60	8.16	87.16	9.21	38.5	0.00
	Índice de Velocidad de Procesamiento	98.93	12.21	94.21	10.15	114.5	0.34
	Cociente Intelectual Total	107.00	10.27	92.11	7.97	31.0	0.00
Lectura	Precisión	103.40	7.32	68.95	13.50	0.0	0.00
	Comprensión	114.00	12.28	86.74	16.21	28.5	0.00
	Velocidad	112.53	12.01	94.00	9.90	38.0	0.00
Escritura	Precisión	111.33	9.35	86.37	10.25	9.5	0.00
	Composición Narrativa	102.80	8.57	82.53	14.86	38.0	0.00
	Velocidad	106.33	7.90	95.16	19.55	84.0	0.04
Aritmética	Conteo	107.00	5.28	99.21	13.57	103.0	0.15
	Manejo Numérico	104.93	13.11	75.79	15.02	19.0	0.00
	Cálculo	105.67	11.00	74.47	9.85	0.0	0.00
	Razonamiento Matemático	109.07	10.74	92.00	10.21	25.0	0.00
Memoria y atención auditiva	Codificación	95.73	11.57	88.74	11.40	100.5	0.14
	Evocación	95.00	15.92	89.63	12.71	118.0	0.39
	Atención	96.60	27.14	93.95	16.21	100.5	0.14
Memoria y atención visual	Codificación	101.47	8.08	89.95	10.87	61.0	0.00
	Evocación	98.33	13.71	84.47	12.79	69.0	0.01
	Atención	85.73	13.61	87.16	12.05	136.5	0.83
	Habilidades Metalingüísticas	106.53	11.29	84.42	13.36	30.5	0.00

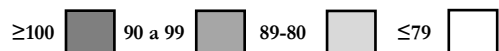
Tabla suplementaria 2. Comparación de puntuaciones obtenidas por los niños de los 5 subgrupos neuropsicológicos en las diferentes subpruebas evaluadas.

	Promedios de los subgrupos					
	KW-H (4;32)	X BDA1	X BDA2	X TEA1	X TEA2	X TEA3
Índice de Comprensión Verbal	19.43; P<.001	118.43	106.17	104.75	94.10	88.00
Índice de Razonamiento Perceptual	11.26; P=.02	114.71	97.33	99.50	97.20	96.90
Índice de Memoria de Trabajo	16.95; P<.01	101.86	101.17	96.25	84.50	85.20
Índice de Velocidad en el Procesamiento	10.14; P=.04	100.00	102.00	105.25	93.90	86.00
Cociente de Inteligencia Total	23.91; P<.001	114.00	103.33	102.50	90.60	86.80
Precisión en la Lectura	24.86; P<.001	106.14	100.50	81.25	68.00	61.00
Comprensión en la Lectura	21.16; P<.001	122.86	106.67	104.50	84.00	78.00
Velocidad en la Lectura	19.97; P<.001	119.29	106.33	103.75	94.60	85.00
Precisión en la Escritura	21.558; P<.001	115.71	107.50	95.75	85.60	73.00
Composición Narrativa	16.963 P=.002	106.14	97.33	88.75	87.30	68.00
Velocidad en la Escritura	9.126 P=.058	105.71	104.17	114.50	93.50	83.00
Conteo	2.30; P=0.68	105.71	107.5	96.25	102.00	96.00
Manejo Numérico	16.92; P=.002	105.86	99.67	78.50	76.25	70.00
Cálculo	24.12; P<.001	106.43	100.83	81.25	75.50	67.00
Resolución de Problemas	17.87; P=.001	114.71	106.67	95.75	94.70	83.60
Codificación Auditiva	9.08; P=.06	99.00	95.00	97.00	90.00	78.00
Evocación Auditiva	12.28; P=.01	105.00	90.00	100.00	91.00	77.00
Atención Auditiva	5.34; P=.25	107.14	97.17	92.5	94	95
Codificación Visual	15.35; P=.004	105.43	96.83	97.00	92.60	79.00
Evocación Visual	19.7; P<.001	107.86	88.33	100.00	81.50	78.00
Atención Visual	16.01; P=.003	83.71	92.50	101.25	89.10	72.00
Habilidades Metalingüísticas	21.18; P<.001	109.29	108.83	95.75	85.60	73.00

Tabla suplementaria 3. Agrupaciones resultantes de la prueba de comparaciones múltiples de rangos e intervalos para cada subgrupo.

	BDA1	BDA2	TEA1	TEA2	TEA3
Índice de Comprensión Verbal	A	AB	AB	BC	C
Índice de Razonamiento Perceptual	A	B	B	B	B
Índice de Memoria de Trabajo	A	A	AB	B	B
Índice de Velocidad en el Procesamiento	A	A	AB	AB	B
Cociente de Inteligencia Total	A	B	B	C	C
Precisión en la Lectura	A	A	B	C	C
Comprensión en la Lectura	A	B	B	C	C
Velocidad en la Lectura	A	B	B	BC	C
Precisión en la Escritura	A	A	B	B	B
Composición Narrativa	A	AB	B	B	C
Manejo Numérico	A	A	B	B	B
Cálculo	A	A	B	BC	C
Resolución de Problemas	A	AB	BC	BC	C
Evocación Auditiva	A	AB	A	AB	B
Codificación Visual	A	A	A	A	B
Evocación Visual	A	B	A	B	B
Atención Visual	BC	AB	A	AB	C
Habilidades Metalingüísticas	A	A	AB	BC	C

Nota. Intervalos de los promedios en puntajes escalares para cada grupo



Las letras (A, B o C) indican la pertenencia a cada grupo homogéneo estadísticamente. Las diferencias en el sombreado representan el intervalo de los promedios de cada grupo en las diferentes subpruebas con el fin de realizar un mejor análisis de la clasificación estadística.

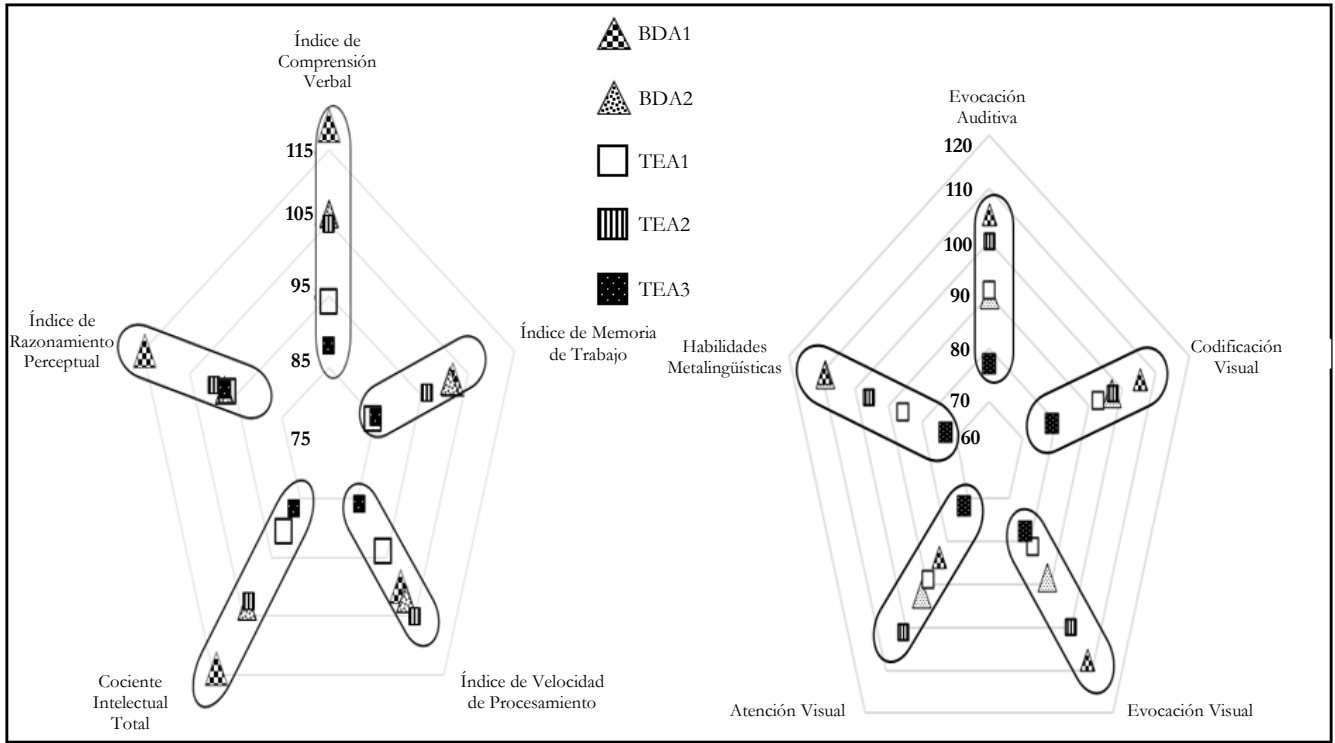


Figura Suplementaria 1. Representación gráfica de los promedios de cada subprueba de la Escala Wechsler de Inteligencia para Niños (WISC-IV) y de la Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI).

A la izquierda aparece la representación gráfica de los promedios del WISC-IV en cada subprueba (intervalo de 75-125) y, a la derecha, la de aquellas subpruebas de la ENI (intervalo 60-120) que mostraron diferencias significativas entre los subgrupos. Los subgrupos BDA están representados por triángulos y los TEA por cuadrados con un tramado distinto.