

Evaluación Neuropsicológica en niños sordos: Resultados preliminares obtenidos con la batería *AWARD^{Neuropsychological}*

María Teresa Daza González¹, Francisco Gabriel Guil Reyes², Francisco López López¹, Raquel Salmerón Romero², Nayalí García Giménez¹

¹ Dpto. de Neurociencia y Ciencias de la Salud, Universidad de Almería, España
² Dpto. de Lenguajes y Computación, Universidad de Almería, España

España

Correspondencia: María Teresa Daza González. Departamento de Neurociencia y Ciencias de la Salud. Universidad de Almería. Crta. Sacramento s/n. C.P. 04120; Almería, España. E-mail: tdaza@ual.es

© Education & Psychology I+D+i and Editorial EOS (Spain)

Resumen

Introducción. Recientemente se ha desarrollado una batería de pruebas neuropsicológicas que pueden ser aplicadas en niños sordos de diferente edad e independientemente de cuál sea su sistema de comunicación (Oral vs. LSE). La batería está formada por 9 tareas informatizadas que exploran: nivel de vocabulario receptivo, atención selectiva, habilidades visuo-espaciales, memoria visual, razonamiento abstracto, procesamiento secuencial y praxias ideomotoras. El objetivo de esta investigación fue obtener las normas de la batería para niños sordos prelocutivos de entre 3 y 16 años que utilizan distintos sistemas de comunicación (Oral vs. LSE), y presentar la implementación de la batería con tecnología web adaptativa.

Método. En el estudio participaron 67 niños sordos prelocutivos agrupados en tres grupos de edad (de 3-5, de 6-9 y de 9 a 16 años), a los cuales se les pasó la batería en dos sesiones de aproximadamente 30 minutos.

Resultados. Se encontraron diferencias significativas en la mayoría de las pruebas al comparar los diferentes intervalos de edad. Dentro de cada grupo de edad, la variable de sujeto que más efecto tuvo sobre las variables cognitivas analizadas fue el sistema de comunicación utilizado preferentemente por los niños.

Discusión y conclusión. La batería AWARD^{Neuropsychological} podría convertirse en un instrumento neuropsicológico de gran utilidad para la evaluación cognitiva de niños sordos en edad escolar que utilizan distintos sistemas de comunicación. La implementación de esta batería con tecnología web adaptativa, además de mejorar algunas de las limitaciones que supone la evaluación con niños que utilizan preferentemente LSE, asegurar su fácil accesibilidad entre los profesionales del campo de la neuropsicología infantil.

Palabras Clave: evaluación neuropsicológica; déficit auditivo; desarrollo cognitivo; web adaptativa.

Recibido: 030/03/11

Aceptación inicial: 10/03/11

Aceptación final: 07/07/11

Neuropsychological assessment in deaf children: presentation and preliminary results obtained with the AWARD^{Neuropsychological} battery

Abstract

Introduction. In this work we present results obtained using a computerized assessment neuropsychological battery for deaf children who use spoken language or sign language as their principal means for communication (AWARD^{Neuropsychological}).

Method. In order to examine effects of age, gender, communication mode and use of cochlear implants on AWARD^{Neuropsychological} battery performance, we analyze the results obtained by a group of 67 prelingually deaf children divided in three age groups (3-5, 6-8 and 9-16 years old) in tasks of vocabulary, selective attention, visuo-spatial skills, visual memory, abstract reasoning, sequential processing and praxis.

Results. When comparing the different age groups, the results showed significant differences in most of the neuropsychological tasks. In addition, the communication mode was related significantly to performance on some tasks.

Discussion and conclusion. AWARD^{Neuropsychological} battery could become a useful tool for cognitive assessment of school-age deaf children who using different communication mode. Recently this battery has been implemented with adaptive web technology, allowing easy and quick access to the tool between professionals working with deaf children.

Keywords: neuropsychological assessment; deafness; cognitive development; adaptive web.

Received: 03/03/11

Initial acceptance: 03/10/11

Final acceptante: 07/07/11

Introducción

La sordera o hipoacusia infantil es un trastorno relativamente frecuente y muy heterogéneo que puede tener una trascendencia importante en el desarrollo del niño; y no tan sólo en el desarrollo de las capacidades lingüísticas sino también en otros aspectos de su desarrollo cognitivo, emocional y social. Para ilustrar de forma breve la complejidad y heterogeneidad de la sordera en niños, basta simplemente con conocer las diversas clasificaciones que existen. Así, por ejemplo, la sordera puede clasificarse de forma (a) *cuantitativa*, en función de la cantidad de pérdida de audición; (b) *topográfica*, según la localización en la que se encuentra la lesión que produce el déficit; (c) *etiológica*, en función de la causa que produce la pérdida auditiva; y (d) *locutiva*, en relación con el grado de desarrollo del lenguaje que presenta el niño en el momento en el que aparece la sordera (Arruti, Pélach y Zubicaray, 2002; Fontané-Ventura, 2006).

Se estima que aproximadamente el 90% de los niños con sordera son hijos de padres oyentes, por lo que generalmente estos niños suelen estar relativamente privados de *input* lingüístico, siendo su ambiente comunicativo mucho menos eficiente que en los niños oyentes o que en los niños sordos hijos de sordos. La incorporación temprana de estos niños a la Lengua de Signos Española (LSE), supone una posibilidad de disponibilidad lingüísticas y comunicativa importante, pero sin embargo, y a pesar de que ya existen suficientes evidencias del status de la LS como un sistema lingüístico altamente estructurado con toda la complejidad gramatical del lenguaje oral (v.g. Castro, 2003), fuera de los Estados Unidos, sólo aproximadamente el 10% de los niños sordos son introducidos inicialmente a la LS, y sólo aproximadamente la mitad de estos niños que utilizan LS, lo usan también con su familia (Calderón, 2000).

Esta deprivación lingüística va a tener consecuencias importantes en el desarrollo cognitivo y social de estos niños, de ahí que cada vez cobre más relevancia la idea de que los programas de intervención deben tener en cuenta que no sólo se debe actuar remedialmente sobre el “déficit” del niño, sino que la intervención en su desarrollo lingüístico implica otras áreas, tales como la afectiva, la cognitiva y la social (Castro, 2003; Firat-Sipal y Bayhan, 2010; Ipiña, Molina, Guzman y Reyna, 2010).

En este sentido, la evaluación neuropsicológica en niños con sordera podría contribuir a un mejor conocimiento de las características y peculiaridades de su procesamiento cogniti-

vo. La evaluación de las funciones neuropsicológicas en niños sordos permitiría conocer cuáles son los puntos débiles y fuertes de su perfil cognitivo, de manera que se podría optimizar la intervención orientadora o, en su caso, terapéutica, que reciben estos niños. Igualmente, en todos aquellos casos en los que los déficit auditivos son secundarios o están asociados a otras alteraciones, como por ejemplo, en los casos de niños con sordera asociada a daño neurológico, o en los casos de niños con sordera hereditaria que sufren un daño cerebral sobrevenido, la valoración de las secuelas neuropsicológicas va a resultar fundamental para que la intervención terapéutica se adapte a sus necesidades.

Sin embargo, la gran mayoría de las baterías neuropsicológicas infantiles de las que disponemos en la actualidad han sido diseñadas para niños oyentes (Rosselli-Cock et al., 2004). Lamentablemente, no existen instrumentos de evaluación neuropsicológica específicos para esta población, que sin perder el rigor metodológico que se debe seguir en toda evaluación, se adapten a las peculiaridades del modo de comunicación que utilizan preferentemente estos niños. En la práctica clínica habitual se siguen utilizando los mismos instrumentos de evaluación estandarizados que se utilizan con población oyente, sin tener en cuenta datos normativos referentes a esta población. Tal y como también han señalado otros autores (Hill-Brigg, Dial, Morere y Joyce, 2007), en la evaluación neuropsicológica con personas sordas o con déficit de audición, la administración estandarizada de las pruebas “se rompe” de forma casi inevitable debido a las “adaptaciones improvisadas” que son necesarias realizar para que sea posible la comunicación entre examinado y examinador. Estas adaptaciones pueden alterar de forma importante las demandas de las tareas y por lo tanto los resultados de la evaluación neuropsicológica.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, para el presente trabajo se desarrolló una batería de pruebas neuropsicológicas informatizadas específicas para niños sordos de diferente edad: la batería AWARD^{Neuropsychological}. Las diferentes pruebas que incluye la batería permiten explorar distintas áreas cognitivas, y tanto los formatos de presentación y de recogida de datos, como las instrucciones de las tareas, han sido diseñadas de forma que puedan ser administradas independientemente de cuál sea el sistema de comunicación que utilicen preferentemente los niños (Lengua Oral o LSE), y de manera que el examinador no necesite realizar “adaptaciones improvisadas” durante el proceso evaluativo. En este artículo se presentan los resultados obtenidos con esta batería en una muestra de 67 niños sordos prelocutivos de entre 3 y 16 años, con objeto de comprobar si variables de sujeto como la edad, el sexo, el

modo de comunicación (Oral vs. LSE) y la utilización de implantes cocleares pueden influir en la ejecución. Por último, también se describe la implementación de la batería como parte central de una aplicación web, en la que a través de técnicas adaptativas basadas en reglas, la herramienta se configura a través de la web de manera que la información necesaria para que el examinador administre las instrucciones y los ejemplos de cada tarea, se adaptan al sistema de comunicación utilizado preferentemente por el niño (a través de texto en pantalla -para los niños que utilizan la lengua oral- o de vídeos realizados por un experto en LSE). Por otra parte, al tratarse de una herramienta web, es fácilmente accesible para todos los profesionales que trabajan con niños sordos, independientemente de su localización geográfica y, además, sin necesidad de instalación de software específico para su utilización.

Método

Participantes

Se seleccionaron 67 niños sordos prelocutivos (40 niños y 27 niñas), pertenecientes a diferentes centros escolares y asociaciones de las provincias de Almería y Murcia (España), con edades comprendidas entre los 3 y los 16 años y que utilizaban como sistema de comunicación preferente Lengua Oral -LO- (49) y Lengua de Signos Española -LSE- (18). El grado de pérdida auditiva que presentaban los niños era: leve (entre 20 y 40 db) en 2 niños, moderada (entre 40 y 60 db) en 13 y severa (entre 60 y 90 db) o profunda (superior a 90 db) en los 52 niños restantes. Del total de la muestra, 34 niños usaban implantes cocleares. Los niños se agruparon para el análisis posterior en tres grupos de edad:

Grupo 1 (n = 8): niños de 3 a 5 años.

Grupo 2 (n = 25): niños de 6 a 8 años

Grupo 3 (n = 34): niños de 9 a 16 años

Se utilizaron los siguientes criterios de exclusión: antecedentes neurológicos (historia de traumatismos craneoencefálicos, epilepsia, parálisis cerebral y similares) y antecedentes psiquiátricos (historia de hospitalizaciones psiquiátricas, autismo y similares).

Materiales e Instrumentos

La batería *AWARD*^{Neuropsychological} está formada por 9 tareas informatizadas que exploran: nivel de vocabulario receptivo (*Vocabulario*), atención selectiva (*Cancelación de Formas*), habilidades visuo-espaciales (*Flechas*), memoria visual (*Amplitud de Memoria Visuo-*

Espacial; Memoria Espacial; Memoria de Caras), razonamiento abstracto (*Conceptos*), procesamiento secuencial (*Alternancias Motoras*) y praxias (*Imitación de posturas con la mano*). Para el estudio normativo, originariamente las tareas fueron diseñadas con el software E-prime (Schneider, Eschman y Zuccolotto, 2002).

Descripción de las tareas:

- (1) *Vocabulario*: Se trata de una versión española e informatizada del test de vocabulario receptivo “Carolina Picture Vocabulary Test For Deaf and Hearing Impairment Children” -CPVT- (Layton y Holmes, 1985). La prueba está formada por 130 ensayos en los que la tarea del niño consiste en indicar (pinchando con el ratón del ordenador), cuál de los cuatro dibujos que aparecen en el centro de la pantalla del ordenador se corresponde con el nombre que el examinador acaba de pronunciar o de signar (en función del sistema de comunicación utilizado preferentemente por el niño). Si el niño comete 6 errores consecutivos, la tarea se da por finalizada.
- (2) *Cancelación de formas*: Se trata de una prueba de atención selectiva. En el centro de la pantalla aparece una matriz de 20cm x 20cm formada por 100 formas geométricas sencillas (círculos, cuadrados, triángulos, rectángulos y rombos). La tarea del niño consiste en buscar y seleccionar lo más rápido posible, todos los cuadrados. En la matriz de estímulos aparecen un total de 20 “cuadrados”; el ordenador registra el número de cuadrados seleccionados en los 30 primeros segundos (aciertos) y el número de errores de comisión.
- (3) *Amplitud de Memoria Visuo-Espacial*: Esta prueba nos proporciona información sobre el componente visuo-espacial de la memoria a corto plazo o memoria de trabajo. En la pantalla del ordenador aparecen 9 rectángulos (de 2cm x 4cm) de color blanco, colocados en distintas localizaciones de la pantalla. En cada ensayo los rectángulos se van iluminando de uno en uno (cambian de color durante un segundo), en series progresivas y secuenciales cada vez más largas. Una vez que finaliza la secuencia, la tarea del niño consiste en ir seleccionando cada uno de los rectángulos que se iluminaron. La tarea se efectúa en dos modalidades: *orden directo* y *orden inverso*. En la modalidad orden directo, los niños deben señalar los rectángulos que se acaban de iluminar en el mismo orden que aparecieron. Por el contrario, en la modalidad orden inverso, deben indicar la secuencia en el orden contrario, es decir, comenzando por el último rectángulo que se iluminó. En cada modalidad los niños deben realizar 18

ensayos (la amplitud de las series que tienen que recordar varía de 2 a 9 posiciones). En cada ensayo el ordenador registra si la secuencia de “rectángulos” que pincha el niño es correcta. De esta manera podemos saber cuál es la serie más larga que el niño realiza correctamente en orden directo y en orden inverso. Si el niño comete dos errores con una misma longitud de serie, la prueba se da por finalizada.

(4) *Memoria Espacial*: Esta tarea es una versión adaptada e informatizada del subtest “Memoria Espacial” de la Batería de Evaluación de Kaufman para niños K-ABC (Kaufman y Kaufman, 1983). Esta prueba también nos proporciona información sobre la *memoria a corto plazo* con material visual, ya que evalúa la habilidad para recordar la posición de dibujos colocados al azar en la pantalla del ordenador. En cada ensayo, se presenta en la pantalla del ordenador un conjunto de entre 2 y 7 dibujos colocados en distintas posiciones dentro de una matriz imaginaria de 9 ó 12 cuadrantes. Estos dibujos son mostrados al niño durante 5 segundos. Una vez transcurrido este tiempo, desaparecen de la pantalla y se presenta una matriz con 9 ó 12 cuadrantes. La tarea del niño consiste en indicar, las posiciones en las que estaban localizados los dibujos anteriormente presentados. Para los niños de 3 a 5 años la tarea consta de un total de 10 ensayos (con matriz de 9 cuadrantes), y para los niños de 6 a 16 años se presentan un total de 21 ensayos (10 con matriz de 9 cuadrantes y 11 ensayos con matriz de 12 cuadrantes). El ordenador registra el número de ensayos en los que los niños seleccionan correctamente las posiciones de todos los dibujos y si cometen errores en 6 ensayos consecutivos, la prueba se da por finalizada.

(5) *Memoria de Caras*: También se trata de una tarea que nos proporciona información sobre la memoria a corto plazo, pero con material visual complejo. En el centro de la pantalla aparece una fotografía con la cara de una o dos personas durante 5 segundos. A continuación, aparece una nueva fotografía en la que aparece un grupo de personas entre las que se encuentra la cara/as mostradas anteriormente. La tarea requiere que el niño seleccione las caras que le han sido mostradas previamente. La tarea consta de un total de 15 ensayos, y sólo en los últimos 3 ensayos los niños deben reconocer dos caras en cada ensayo. El ordenador registra el número de ensayos en los que el niño selecciona las caras correctamente. Si se cometen errores en 6 ensayos consecutivos, la prueba se da por finalizada.

(6) *Flechas*: Se trata de una versión adaptada e informatizada del subtest “Arrows” de la batería NEPSY (Korkman, Kirk y Kemp, 1998). Esta prueba nos proporciona

información sobre uno de los aspectos importantes de nuestras habilidades visuo-espaciales, como es la Percepción de las Relaciones Espaciales. En cada ensayo aparece el dibujo de una diana rodeada por 8 flechas, pero sólo dos de ellas apuntan justo al centro. La tarea del niño consiste en indicar qué dos flechas son las que están apuntando al centro de la diana. Esta tarea no se administró a los niños menores de 6 años. Cada niño realiza un total de 15 ensayos, y en cada ensayo el ordenador registra el número de aciertos (0, 1 ó 2).

(7) *Conceptos*: Esta tarea está basada en el subtest “Conceptos” de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños WISC-IV (Wechsler, 2005). Esta prueba nos proporciona una medida de la capacidad de los niños/as para agrupar ítems visuales de información en categorías según compartan características comunes (Razonamiento Abstracto y Formación de Categorías). En cada ensayo aparecen dos o tres filas de entre 2 y 4 dibujos cada una. La tarea del niño consiste en seleccionar un dibujo de cada fila para formar un grupo que tengan características comunes. La tarea consta de un total de 23 ensayos. El ordenador registra el número de ensayos en los que el niño es capaz de seleccionar correctamente el dibujo de cada fila. Si el niño comete errores en 6 ensayos consecutivos, la prueba se da por finalizada. Esta tarea tampoco fue administrada a los niños menores de 6 años.

(8) *Alternancias Motoras*: Se trata de una versión adaptada de la prueba “Movimiento de manos” de la Batería de Evaluación de Kaufman para niños K-ABC (Kaufman y Kaufman, 1983). Se trata de una prueba de procesamiento secuencial que nos proporciona información sobre la habilidad de los niños/as para resolver problemas cuyos elementos le son presentados sucesivamente, uno tras otro, y en los que los estímulos (visuales) están relacionados temporal y linealmente con los precedentes. En cada ensayo los niños deben repetir (con su mano dominante) una serie de movimientos de manos en el mismo orden en que se los muestra el examinador. Las secuencias de movimiento se forman a partir de tres movimientos básicos (palma; puño; lado). En cada uno de los ensayos el examinador puede visualizar en la pantalla un esquema de la secuencia de movimientos que debe reproducir y un campo de respuesta en la que debe registrar si el niño es capaz de repetir correctamente la secuencia de movimientos.

(9) *Imitación de posturas con la mano*: Está basada en el subtest “Imitating Hand Position” de la batería NEPSY (Korkman, Kirk y Kemp, 1998). Nos proporciona

información sobre la capacidad práctica de los niños/as, la cual hace referencia al control deliberado para llevar a cabo la integración motora necesaria, en la ejecución de movimientos complejos aprendidos. En esta tarea se le pide al niño que imite las posturas y/o movimientos que realiza el examinador con su mano. Al igual que en la tarea anterior, en cada ensayo el examinador puede visualizar en la pantalla del ordenador una imagen representando la postura y/o movimiento que debe reproducir y un campo de respuesta en la que debe registrar si la ejecución del niño fue correcta o no. La prueba consta de 24 ensayos (12 con la mano dominante y 12 con la mano no dominante).

Procedimiento

Todas las tareas neuropsicológicas fueron administradas de forma individual en dos sesiones de aproximadamente 35 minutos cada una. Las dos sesiones de evaluación se llevaron a cabo en las propias instalaciones de los centros educativos y asociaciones a los que pertenecían los niños (con el consentimiento informado por parte de los padres), a través de ordenadores portátiles. Para los niños que utilizaban preferentemente LSE como sistema de comunicación, las instrucciones de cada tarea fueron adaptadas y traducidas a LSE por un intérprete profesional y para estos niños las tareas fueron administradas por un evaluador con dominio de la LSE.

Análisis de datos

Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) para analizar el efecto de la edad sobre la ejecución en las 9 tareas que incluye la batería (nivel de vocabulario receptivo, atención selectiva, habilidades visuo-espaciales, memoria visual, razonamiento abstracto, procesamiento secuencial y praxias ideomotoras).

Resultados

Cómo se puede observar en la Tabla 1, la edad tuvo un efecto significativo en la ejecución de las tareas neuropsicológicas que incluye la batería, de manera que las puntuaciones mejoraron significativamente a medida que el grupo tenía mayor edad.

Tabla 1. Puntuaciones medias y desviaciones típicas (entre paréntesis), obtenidas por cada grupo de edad en las diferentes pruebas de la batería AWARD^{Neuropsychological}.

| | G1 (3 – 5 años) n = 8 | G2 (6 – 8 años) n = 25 | G3 (9 – 16 años) n = 34 | F | p |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-------|-------|
| Vocabulario | *79.71 (17.66) | **102.60 (14.48) | ***116.71 (15.51) | 18.86 | .0001 |
| Cancelación de Formas | | | | | |
| <i>Aciertos</i> | 5.25 (3.11) | 10 (4.2) | ***13.29 (6.54) | 7.87 | .001 |
| Amplitud de Memoria V-E | | | | | |
| <i>Orden Directo</i> | 2 (1.41) | **3.28 (1.4) | ***5.15 (1.58) | 15.58 | .0001 |
| <i>Orden Inverso</i> | 1 (1.15) | **2.76 (1.33) | ***4.64 (1.71) | 16.83 | .0001 |
| Memoria Espacial | #0.4 (0.55) | **3.12 (2.07) | ***5.03 (2.38) | 12.5 | .0001 |
| Conceptos | | **9.76 (4.46) | 15.12 (4.38) | 21 | .0001 |
| Flechas | | **11.92 (4.68) | 19.21 (4.72) | 34.23 | .0001 |
| Memoria de Caras | 10.38 (2.56) | 12.64 (3.07) | ***13.94 (2.1) | 6.78 | .002 |
| Alternancias Motoras | *5.83 (4.36) | **12 (2.75) | ***14.45 (2.83) | 22.22 | .0001 |
| Imitación de Posturas | | | | | |
| <i>Mano dominante</i> | *5.5 (3.33) | **8.92 (2.36) | ***10.77 (1.52) | 17.31 | .0001 |
| <i>Mano no-dominante</i> | *6 (3.03) | **9.13 (2.09) | ***10.73 (1.55) | 16.02 | .0001 |

*Diferencia entre G1 y G2 = $p < .01$ **Diferencia entre G2 y G3 = $p < .01$ ***Diferencia entre G3 y G1 = $p < .01$ #Diferencia entre G1 y G2 = $p < .05$

Una vez comprobadas las diferencias entre los tres grupos de edad, se procedió a analizar las diferencias dentro de cada grupo de edad en función del sexo, del sistema de comunicación utilizado preferentemente por los niños -LO vs. LSE- y del uso o no de Implantes Cocleares -IC vs. no-IC- (ver Tablas 2, 3 y 4). En el grupo de niños de entre 3 y 5 años (Grupo 1), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ni en función del sexo, ni en función de la utilización de IC. Sin embargo, con respecto al sistema de comunicación se observaron diferencias estadísticamente significativas en la tarea de *Alternancias Motoras*, ($F(1,4) = 8.86$; $p < 0.041$), y en *Cancelación de Formas*, ($F(1,6) = 9.19$; $p < 0,023$). El grupo de niños que utilizan preferentemente LO obtuvo un mejor resultado en la tarea de *Cancelación de Formas*, mientras que los niños que utilizan LSE mostraron una mejor ejecución en *Alternancias Motoras* (ver Tabla 2).

Tabla 2. Puntuaciones medias y desviaciones típicas (entre paréntesis), obtenidas por el grupo de niños de entre 3 y 5 años en función del sexo, sistema de comunicación y utilización de implantes cocleares.

| | Niños n= 5 | Niñas n= 3 | ORAL n= 5 | LSE n= 3 | no-IC n= 3 | IC n= 5 |
|--------------------------------|---------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|-------------|
| Vocabulario | 81.4 | 75.5 | 80 | 79 | 77.33 | 81.5 |
| Cancelación de Formas | | | | | | |
| <i>Aciertos</i> | 6 (2.92) | 4 (3.61) | 7 (2.35) | 2.33 (1.5) | 5.67 (3.2) | 5 (3.39) |
| <i>Errores de comisión</i> | 2.6 (3.13) | 2.33 (2.5) | 2 (1.87) | 3.33 (4.1) | 3.33 (4.1) | 2 (1.87) |
| Amplitud de Memoria V-E | | | | | | |
| <i>Orden Directo</i> | 2 (1.41) | - | 3 (0) | 1 (1.41) | 2.5 (0.71) | 1.5 (2.12) |
| <i>Orden Inverso</i> | 1 (1.16) | - | 1 (1.41) | 1 (1.41) | 2 (0.0) | 0 (0.0) |
| Memoria Espacial | 0.25 (0.5) | 1 (0.0) | 0.67 (0.5) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0.67(0.5) |
| Memoria de Caras | 9.6 (2.51) | 11.67 (2.52) | 11.4 (2.61) | 8.67 (1.53) | 11 (3.61) | 10 (2.12) |
| Alternancias Motoras | 6.25 (5.6) | 5 (0) | 3.5 (2.38) | 10.5 (3.54) | 6 (6.56) | 5.67 (2.08) |
| Imitación de Posturas | | | | | | |
| <i>Mano dominante</i> | 5 (2.0) | 6.5 (6.36) | 5.67 (4.73) | 5.33 (2.31) | 5 (4.24) | 5.75 (3.5) |
| <i>Mano no-dominante</i> | 5.75 (1.3) | 6.5 (6.36) | 6.33 (4.51) | 5.67 (1.53) | 4.5 (3.54) | 6.75 (2.99) |

En el grupo de niños de entre 6 y 8 años (Grupo 2), se encontraron diferencias estadísticamente significativas en función de los tres factores de sujeto (sexo, sistema de comunicación y utilización de IC), aunque no en todas las tareas (ver Tabla 3). Las niñas mostraron puntuaciones significativamente más altas que los niños en la tarea de *Imitación de Posturas con la Mano*, tanto con la mano dominante ($F(1,22) = 23.91$; $p < 0,0001$), como con la no-dominante ($F(1,22) = 6.4$; $p < 0,019$). En cuanto al sistema de comunicación, encontramos diferencias en la tarea de *Flechas* ($F(1,23) = 4.59$; $p < 0,043$), observándose que los niños que utilizan LSE cometen más errores en el campo visual derecho. En la tarea de *Memoria de Caras*, los niños que utilizan LSE también mostraron una peor ejecución, ya que los niños que utilizaban LO obtuvieron un número de aciertos significativamente mayor ($F(1,23) = 7.41$; $p < 0,012$). Teniendo en cuenta el uso o no de IC, sólo en la tarea de *Memoria de Caras* los niños con IC obtuvieron puntuaciones significativamente más altas que el grupo de niños que no los utilizan ($F(1,19) = 7.12$; $p < 0,015$).

Tabla 3. Puntuaciones medias y desviaciones típicas (entre paréntesis), obtenidas por el grupo de niños de entre 6 y 8 años en función del sexo, sistema de comunicación y utilización de implantes cocleares.

| | Niños n= 14 | Niñas n = 11 | ORAL n= 19 | LSE n= 6 | no-IC n= 9 | IC n= 12 |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Vocabulario | 99.1 (16.7) | 107 (10.14) | 105.7 (12.1) | 92.8 (18.1) | 106.9 (15.1) | 98.8 (15.37) |
| Cancelación de Formas | | | | | | |
| <i>Aciertos</i> | 10.3 (3.89) | 9.6 (4.74) | 10.5 (4.55) | 8.3 (2.42) | 10.9 (4.01) | 10.2 (4.65) |
| <i>Errores de comisión</i> | 0.6 (1.16) | 1.1 (2.47) | 1.0 (2.06) | 0.2 (0.41) | 0.1 (0.33) | 1.0 (2.22) |
| Amplitud de Memoria V-E | | | | | | |
| <i>Orden Directo</i> | 3.5 (1.51) | 3 (1.27) | 3.47 (1.35) | 2.67 (1.51) | 3.67 (1.23) | 2.83 (1.59) |
| <i>Orden Inverso</i> | 2.79 (1.48) | 2.73 (1.19) | 3 (1.33) | 2 (1.1) | 2.89 (1.27) | 2.83 (1.59) |
| Memoria Espacial | 3.21 (2.36) | 3 (1.73) | 3.32 (1.77) | 2.5 (2.95) | 2.78 (1.99) | 3.33 (2.39) |
| Flechas | 12.7 (4.98) | 10.9 (4.28) | 12.6 (4.95) | 9.8 (3.19) | 12.6 (4.98) | 10.2 (3.98) |
| <i>Errores Campo Visual Derecho</i> | 7.93 (3.54) | 8.27 (3.38) | 7.32 (3.32) | 10.5 (2.59) | 7.56 (2.96) | 9.33 (3.39) |
| <i>Errores Campo Visual Izquierdo</i> | 8.64 (3.25) | 10.18 (1.72) | 9.32 (2.43) | 9.33 (3.88) | 9.56 (2.6) | 9.58 (3) |
| Memoria de Caras | 12.14 (2.77) | 13.27 (3.44) | 13.47 (2.44) | 10 (3.58) | 10.44 (3.28) | 13.58 (2.11) |
| Conceptos | 8.93 (4.43) | 10.82 (4.47) | 10.58 (3.75) | 7.17 (5.85) | 9.67 (5.12) | 10 (4.53) |
| Alternancias Motoras | 11.5 (2.47) | 12.6 (3.042) | 12.6 (2.41) | 10.3 (3.27) | 12.4 (2.74) | 11.5 (3.3) |
| Imitación de Posturas | | | | | | |
| <i>Mano dominante</i> | 7.38 (1.76) | 10.7 (1.56) | 9.1 (2.63) | 8.5 (1.38) | 7.89 (2.57) | 9.55 (2.38) |
| <i>Mano no dominante</i> | 8.23 (2.28) | 10.2 (1.25) | 9.3 (8.5) | 2.1 (2.07) | 8.6 (2.51) | 9.1 (1.97) |

En el grupo de niños de entre 9 y 16 años (Grupo 3), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en función del sexo. Sólo se observaron diferencias en función del sistema de comunicación y de la utilización de IC (ver Tabla 4). Los niños que utilizan LO mostraron puntuaciones significativamente más altas en la tarea de *Amplitud de Memoria Visuo-espacial* -en la modalidad de orden inverso- ($F(1,31) = 4.4$; $p < 0.044$), y un número de aciertos significativamente mayor en la tarea de *Cancelación de Formas* ($F(1,31) = 4.75$ y $p=0,037$). Con respecto a la utilización de IC, sólo encontramos diferencias significativas en la tarea de *Alternancias Motoras* ($F(1,25) = 4.7$; $p < 0.04$), obteniendo una puntuación significativamente más alta los niños con IC.

Tabla 4. Puntuaciones medias y desviaciones típicas (entre paréntesis), obtenidas por el grupo de niños de entre 9 y 16 años en función del sexo, sistema de comunicación y utilización de implantes cocleares.

| | Niños n= 21 | Niñas n = 13 | ORAL n= 25 | LSE n= 9 | no-IC n= 13 | IC n= 16 |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Vocabulario | 112.7 (18.0) | 123.1 (6.9) | 116.7 (17.8) | 116.8 (6.72) | 117.1 (20.6) | 118.4 (7.6) |
| Cancelación de Formas | | | | | | |
| <i>Aciertos</i> | 12.52 (6.39) | 14.54 (6.85) | 14.79 (6.18) | 9.44 (6.56) | 15.86 (4.26) | 12.27 (7.06) |
| <i>Errores de comisión</i> | 2.48 (5.94) | 2.15 (5.7) | 1.63 (4.27) | 4.56 (8.76) | 0.14 (0.36) | 3.4 (6.97) |
| Amplitud de Memoria V-E | | | | | | |
| <i>Orden Directo</i> | 5.05 (1.67) | 5.31 (1.49) | 5.29 (1.73) | 4.78 (1.09) | 5.08 (1.8) | 5 (1.37) |
| <i>Orden Inverso</i> | 4.30 (1.59) | 5.15 (1.82) | 5 (1.59) | 3.67 (1.73) | 5.15 (1.77) | 4.06 (1.44) |
| Memoria Espacial | 5.05 (2.86) | 5.0 (1.47) | 5.25 (2.45) | 4.44 (2.19) | 4.69 (2.81) | 5.06 (2.11) |
| Flechas | 20.10 (3.8) | 17.8 (5.76) | 19.5 (5.45) | 18.4 (1.67) | 18.6 (5.56) | 19.4 (4.52) |
| <i>Errores campo visual derecho</i> | 4.80 (2.46) | 6 (2.8) | 5.13 (2.79) | 5.67 (2.24) | 5.15 (2.44) | 5.5 (2.94) |
| <i>Errores campo visual izquierdo</i> | 4.70 (2.23) | 5.85 (3.87) | 5.21 (3.36) | 5 (1.73) | 5.46 (3.48) | 5 (2.92) |
| Conceptos | 14.5 (4.42) | 16.08 (4.31) | 15.75 (4.31) | 13.44 (4.36) | 16.15 (4.26) | 14.06 (4.06) |
| Memoria de Caras | 13.71 (2.37) | 14.31 (1.60) | 13.88 (2.37) | 14.11 (1.17) | 14.31 (1.89) | 13.75 (2.35) |
| Alternancias Motoras | 13.95 (2.35) | 15.25 (3.42) | 14.5 (3.08) | 14.33 (2.24) | 15.75 (2.3) | 13.6 (2.75) |
| Imitación de Posturas | | | | | | |
| <i>Mano dominante</i> | 10.67 (1.57) | 10.92 (1.51) | 10.48 (1.69) | 11.44 (0.73) | 11.08 (1.83) | 10.29 (1.33) |
| <i>Mano no dominante</i> | 10.44 (1.72) | 11.17 (1.19) | 10.67 (1.74) | 10.89 (1.05) | 11.17 (1.99) | 10.36 (1.22) |

Discusión y conclusiones

Los resultados del presente trabajo muestran que la edad es una variable significativa en la ejecución de las tareas neuropsicológicas en niños sordos con edades comprendidas entre 3 y 16 años; especialmente en las pruebas que exploran nivel de vocabulario receptivo, memoria visuo-espacial, procesamiento secuencial y praxias. Las puntuaciones obtenidas en las tareas que exploran estas funciones cognitivas (*Vocabulario, Amplitud de Memoria Visuo-Espacial, Memoria Espacial, Alternancias Motoras e Imitación de Posturas con la Mano*),

presentaron un incremento progresivo y significativo en todos los rangos de edad, lo que sugiere que en niños sordos estas destrezas tienen un desarrollo paulatino entre las edades de 3 a 16 años. Las puntuaciones obtenidas en las pruebas de percepción de relaciones espaciales (*Flechas*), y razonamiento abstracto (*Conceptos*), también presentaron un incremento progresivo y significativo en los dos grupos de edad en los que se aplicaron (niños de 6 a 8 y de 9 a 16 años).

Las tareas cuyas puntuaciones no presentaron cambios importantes a partir de los 6 años, fueron las de *Cancelación de Formas* y *Memoria de Caras*. Lo que sugiere que las destrezas cognitivas requeridas en estas tareas se adquieren antes de esta edad en la mayoría de los niños sordos. No obstante, la inclusión de estas tareas en la evaluación neuropsicológica de niños de mayor edad es de gran utilidad, ya que un bajo desempeño en ellas sería un indicativo de déficit.

Es importante señalar que el efecto de la edad que se encontró en nuestro estudio se ve influido evidentemente por el nivel educativo de los niños. En nuestra muestra, los niños se distinguían unos de otros no sólo en edad, sino también en nivel escolar. Mientras que el grupo más joven, de 3-6 años, tenía de uno a tres años de escolarización, el grupo de mayor edad tenía alrededor de entre nueve y trece años de escolarización. Varios autores han documentado el efecto significativo de los años de escolaridad sobre la ejecución en pruebas neuropsicológicas en niños oyentes (Ardila, Rosselli y Rosas, 1989; Rosselli, Ardila y Rosas, 1990), por lo que en niños sordos puede ser todavía más importante. No obstante, el efecto de la edad independiente del nivel educativo es muy difícil de obtener en niños que asisten a la escuela, pues la edad y la educación son dos variables que son casi inseparables.

Con respecto al efecto de otras variables o factores de sujeto que cobran una especial relevancia en esta población, nuestros resultados mostraron que el sistema de comunicación utilizado preferentemente por los niños (LO vs. LSE) es una variable que puede influir de manera más importante.

En general, nuestros resultados indican un mejor desempeño de los niños que utilizan preferentemente LO, salvo en aquellas pruebas donde la tarea implica un componente de psicomotricidad manual (como en la tarea de *Alternancias Motoras* e *Imitación de Posturas con la Mano*).

Este resultado puede resultar un tanto contradictorio con los estudios previos que han demostrado que la introducción temprana a LS influye positivamente en el desarrollo cognitivo de los niños sordos (ver también, Augusto, Adrián, Alegría y Martínez de Antoñana, 2002); o con los estudios procedentes del campo de la neurociencia cognitiva en los que se ha demostrado que en sujetos nativos de LS la organización neural del cerebro es similar a la de un hablante de lengua oral, a pesar de que la LS tiene un componente viso-espacial (v.g. Campbell, MacSweeney y Waters, 2007; Courtin, 2000; Emmorey et al., 2002). Sin embargo, es preciso señalar que la gran mayoría de los niños signantes que participaron en el presente estudio, no eran hijos de padres sordos, por lo que no adquieren la LSE de forma natural y la mayoría de ellos tampoco fueron introducidos de forma temprana a este modo de comunicación.

En su conjunto, estos resultados sugieren que el estudio del perfil cognitivo de los niños con déficit auditivos requiere de instrumentos de evaluación neuropsicológicos con datos normativos referentes a esta población y en los que los formatos de presentación y registro de respuestas puedan adaptarse a las peculiaridades del sistema de comunicación que utilizan preferentemente estos niños.

Hasta nuestro conocimiento, este es el primer estudio en el que se explora el perfil neuropsicológico de niños sordos españoles en función de la edad, sexo, sistema de comunicación y utilización de implantes cocleares. Resulta necesario que en el futuro se pueda seguir investigando acerca del desarrollo neuropsicológico de estos niños, de manera que podamos tener un mejor conocimiento acerca de cómo se van desarrollando las distintas funciones cognitivas en función de las peculiaridades del entorno comunicativo en el que se desenvuelven estos niños, pero teniendo en cuenta, tanto el estatus (auditivo) parental (v.g. habilidades de comunicación padres-hijo), como el momento de adquisición del primer sistema de comunicación por parte del niño sordo.

En este sentido, con objeto de fomentar la investigación en torno a este tópico y para facilitar el acceso a esta herramienta de evaluación neuropsicológica entre otros profesionales, recientemente hemos implementado esta batería neuropsicológica con tecnología web adaptativa, dando lugar a la aplicación web denominada *AWARD^{Neuropsychological v.1.1.}*. Uno de los aspectos importantes de esta aplicación es que además de las ventajas que ya supone la evalua-

ción informatizada (v.g. Etchepareborda, Paiva-Barón y Abad, 2009), soluciona gran parte de las limitaciones y problemas con los que algunos profesionales se encuentran a la hora de tener que evaluar a niños que utilizan como sistema de comunicación preferente la LSE. Gracias a la utilización de tecnología web adaptativa, la herramienta puede modificar sus elementos de interacción, de manera que una vez que el evaluador selecciona la edad y el sistema de comunicación utilizado preferentemente por el niño (Oral vs. LSE), se adaptan las secuencias de ejecución de forma que tanto las instrucciones como las pantallas con los ejemplos de cada tarea aparecen con texto (para la modalidad Oral) o en vídeo (para la modalidad LSE). En las Figuras 1 y 2 se muestran capturas de pantalla de la aplicación en la que se puede observar como en función de los valores que especifique el examinador, los formatos de presentación se adaptan al sistema de comunicación del niño.



Figura 1. Pantalla de inicio de la aplicación AWARD Neuropsychological v.1.1.

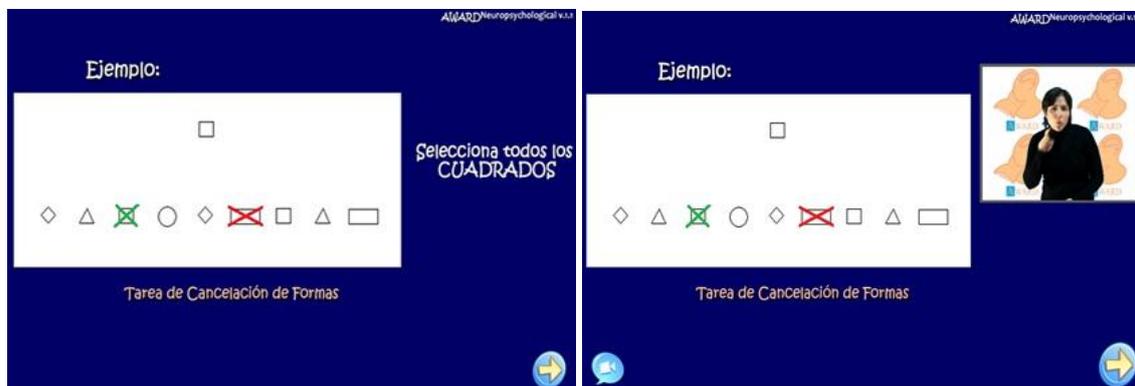


Figura 2. Ensayo de práctica de la Tarea de Cancelación de Formas en formato oral y LSE.

Una vez finalizada la sesión de evaluación, la aplicación proporciona un informe de resultados que es posible imprimir y/o guardar en formato electrónico -en fichero pdf- (ver Figura 3). En este informe, además de aparecer resumidas las puntuaciones obtenidas por el niño en cada una de las tareas, también se proporcionan los datos del grupo normativo correspondiente a su perfil, es decir, la información con respecto a la puntuación media y desviación típica obtenida por el grupo de niños de la misma edad y sexo que utilizan preferentemente el mismo sistema de comunicación que el evaluado (LO vs. LSE).

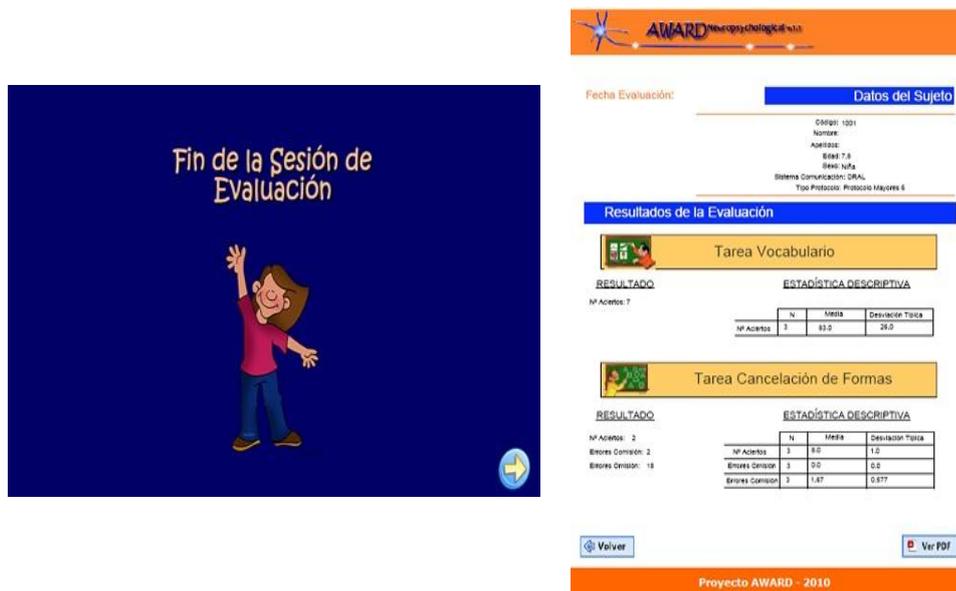


Figura 3. Pantalla de fin sesión e informe de resultados.

Agradecimiento

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación de excelencia Ref. P07-SEJ-3414 subvencionado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía (España). Los autores desean dar las gracias a los niños y niñas por su participación y a los profesionales de los colegios Rosa Relaño (Almería), Santa María de Gracia (Murcia) y de las asociaciones APANDA (Cartagena, Murcia) y ASPANPAL (Murcia) por su inestimable ayuda. María Teresa Daza: tdaza@ual.es

Nota de los autores

Todos aquellos profesionales que estén interesados en poder utilizar la aplicación AWARD^{Neuropsychological v.1.1} para la evaluación neuropsicológica de niños sordos, pueden contactar con el equipo de investigadores del proyecto AWARD (*Adaptive Web Application for Reading in Deaf Children*) a través de la página web <http://award.ual.es> para solicitar los códigos de acceso a la aplicación.

Referencias

- Augusto, J.M., Adrián, J.A., Alegría, J. y Martínez de Antoñana, R. (2002). Dificultades lectoras en niños con sordera. *Psicothema*, 14(4), 746-753.
- Ardila, A., Rosselli, M. y Rosas, P. (1989). Neuropsychological assessment in illiterates I: visuospatial and memory abilities. *Brain and Cognition*, 11, 147-66.
- Arruti, I., Pélach, R. y Zubicaray, J. (2002). Hipoacusias en la edad infantil. Diagnóstico y tratamiento. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 25(Supl 2), 73-84.
- Calderon, R. (2000). Parental involvement in deaf children's programs as a predictor of child's language, early reading, and social-emotional development. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5, 140-155.
- Campbell, R., MacSweeney, M. y Waters, D. (2007). Sign Language and the Brain: A review. *Journal Deaf Studies and Deaf Education*, 13, 3-20.
- Castro, C. (2003). Aprendizaje del lenguaje en niños sordos: fundamentos para la adquisición temprana del lenguaje de señas. En: *Revista Electrónica Psicología Científica.com*. URL: http://www.psicologia_cientifica.com/bv/psicologia-39-1-aprendizaje-del-lenguaje-en-ninos-sordosfundamentos-para-la.html. [17.01.2010].
- Courtin, C. (2000). The Impact of Sign Language on the Cognitive Development of Deaf Children The Case of Theories of Mind. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5(3), 266-276.
- Emmorey, K., Damasio, H., McCullough, S., Grabowski, T., Ponto, L.L.B., Hichwa, R.D. y Bellugi, U. (2002). Neural Systems Underlying Spatial Language in American Sign Language. *NeuroImage*, 17(2), 812-824.
- Etchepareborda, M.C., Paiva-Barón, H., Abad, L (2009). Ventajas de las baterías de exploración neuropsicológica en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Revista de Neurología*, 48(Supl 2), 89-93.

- Firat-Sipal, R. y Bayhan, P. (2010). Valoración de la relación entre funciones ejecutivas y conductas agresivas de niños sordos: impacto de la educación especial temprana. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(3), 991-1014.
- Fontané-Ventura, J. (2006). Déficit auditivo. Retraso en el habla de origen audígeno. *Revista de Neurología*, 41(Supl1), 25-37.
- Hill-Brigg, F., Dial, J.G., Morere, D.A. y Joyce, A. (2007). Neuropsychological assessment of persons with physical disability, visual impairment or blindness, and hearing impairment or deafness. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22, 389-404.
- Ipiña, M.J., Molina, L., Guzman, R. y Reyna, C. (2010). Comparación del desempeño social en niños con sordera profunda y audición normal, según distintos informantes. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(3), 1077-1098.
- Kaufman, A.S. y Kaufman, N.L. (1983). *Kaufman Assessment Battery for Children. Interpretative Manual*. Circle Pines, Mn: American Guidance Service.
- Korkman, M., Kirk, U. y Kemp, S.L. (1998). *NEPSY. A developmental Neuropsychological assessment*. San Antonio, Texas: The Psychological Corporation.
- Layton, T.L. y Holmes, D.W. (1985). *Carolina picture vocabulary test for deaf and hearing impaired children (CPVT)*. Texas: PRO-ED, Inc.
- Rosselli, M., Ardila, A. y Rosas, P. (1990). Neuropsychological assessment in illiterates. *Brain and Cognition*, 12, 281-96.
- Rosselli-Cock, M., Matute-Villaseñor, E., Ardila, A., Botero-Gómez, V.E., Tangarife-Salazar, G.A., Echeverría-Pulido, S.E., Arbelaez-Giraldo, C., Mejía-Quintero, M., Méndez, L.C., Villa-Hurtado, P.C. y Ocampo-Agudelo, P. (2004). Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI): una batería para la evaluación de niños entre 5 y 16 años de edad. Estudio normativo colombiano. *Revista de Neurología*, 38(8), 720-731.
- Schneider, W., Eschman, A. y Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime Program*. Pittsburgh. USA: Psychology Software Tools Inc.
- Weschler D. (2005). *WISC IV*. Madrid: TEA.