

TRASTORNOS DEL NEURODESARROLLO Y CARACTERÍSTICAS DEL APRENDIZAJE

Sindy Yuliana Gallego Tavera⁶

Resumen

Introducción: La neuropsicología infantil es el estudio y análisis de las dificultades de aprendizaje y su correlación con las funciones cerebrales, lo que la constituye como un campo de estudio de especial relevancia para el ámbito educativo. **Objetivo:** Se profundiza en los tipos de daños neuropsicológicos que afectan el proceso educativo en poblaciones escolarizadas. **Desarrollo del tema:** Se abordan los más relevantes trastornos cromosómicos, para posteriormente abordar los trastornos por déficit de atención e hiperactividad, los trastornos del espectro autista, el traumatismo craneoencefálico, los trastornos específicos del lenguaje y la parálisis cerebral. **Metodología:** Se llevó a cabo un rastreo bibliométrico con relación a tres bases de datos: Web of Science, Scopus y Pubmed, para garantizar el más alto grado de rigor y confiabilidad en la muestra de literatura científica. **Discusión y conclusiones:** Las poblaciones escolarizadas de todas las edades, requieren acompañamiento desde diagnóstico neuropsicológico y acompañamiento educativo para garantizar la calidad de vida y formativa de la niñez y adolescencia.

Palabras clave: neuropsicología, dificultades de aprendizaje, calidad de vida, educación.

Abstract

Background: Child neuropsychology is the study and analysis of learning difficul-

⁶ Filiación Institucional: Docente-Investigadora. Grupo de Investigación GORAS. Universidad Católica Luis Amigó. Transversal 51A #67B-90 (Medellín, Antioquia). Fono: +57 (4) 448 76 66. Correo electrónico: sindy.gallegota@amigo.edu.co, sindygalego@hotmail.com Codirectora del Grupo de Investigación GRINSES, Fundapampuri ONG Internacional (El Santuario, Antioquia).

ties and their correlation with brain functions, which constitutes a field of study of special relevance for the educational field. **Goal:** The types of neuropsychological damages that affect the educational process in educated populations will be studied in depth. **State of the art:** The most relevant chromosomal disorders are addressed, to later address attention deficit hyperactivity disorders, autism spectrum disorders, traumatic brain injury, specific language disorders and cerebral palsy. **Methodology:** Bibliometric tracking was carried out in relation to three databases: Web of Science, Scopus and Pubmed, to guarantee the highest degree of rigor and reliability in the sample of scientific literature. **Discussion and conclusions:** School populations of all ages require accompaniment from neuropsychological diagnosis and educational support to guarantee the quality of life and education of children and adolescents.

Keywords: neuropsychology, learning difficulties, quality of life, education.

Introducción

A las dificultades de aprendizaje se les empezó a considerar como un área importante dentro de la educación a mediados de la década de 1960, teniendo especial relevancia como área aplicada de la educación especial en este contexto, lo que conllevó que se fueran formulando explicaciones acerca de su etiología, diagnóstico, evaluación e intervención desde modelos tradicionales, tales como el conductual, el pedagógico, el médico y el centrado en procesos cognitivos. Cada uno de los modelos mencionados tenían concepciones diferentes y caracterizadas por un fuerte reduccionismo, puesto que cada uno de ellos expresa diferentes etiologías y como consecuencia, criterios de evaluación e intervenciones desiguales (Ziegler y Goswami, 2005).

Iniciando la década de 1980 las propuestas de los diferentes modelos dieron lugar al surgimiento de planteamientos innovadores, los cuales permitieron la apertura a un profundo cambio en la concepción de las dificultades de aprendizaje, por lo que de este modo es como se abandona la idea de que las dificultades de aprendizaje se centran solo en su origen problemático, para pasar a abordajes enfocados en lo contextual y lo neuronal, demostrando que muchos procesos permanecen intactos en el tiempo y sin retrospectiva para mejorar el rendimiento académico. Esta nueva propuesta puso de manifiesto que el diagnóstico de las dificultades de aprendizaje en los niños no puede estar aislada del contexto en el que se desarrollan, ni tampoco de su naturaleza, ni de las características de las actividades en las que se desenvuelven y participan socialmente con otros contextos (Windsor, Kohnert, Loxtercamp y Kan, 2008).

Es en este marco donde las dificultades de aprendizaje se evalúan teniendo en cuenta la interacción del niño con su contexto, como sujeto que aprende, en relación con el profesor que guía el proceso de aprendizaje y los contenidos y estrategias que constituyen el aprendizaje; el desarrollo de la neuropsicología en Colombia ha demostrado que se ha producido durante las tres últimas décadas, tiempo en que se han evidenciado avances significativos en pro de la educación. En este capítulo se presentan los temas de actualidad que se han relacionado con el desarrollo de las principales funciones ejecutivas y los trastornos más frecuentes del desarrollo que cursan con alteraciones cognitivas en niños y adolescentes (Vinter y Perruchet, 2000).

Como consecuencia, las dificultades de aprendizaje no se definen solo por las categorías diagnósticas tradicionales, sino por los recursos pedagógicos, humanos y materiales que la educación debe proporcionar para facilitar el proceso de la adquisición del aprendizaje a partir del conocimiento de las etapas y desarrollo cerebral. El objetivo clave de este planteamiento se centra en mejorar los procedimientos de intervención a partir del conocimiento del desarrollo cerebral con el propósito de orientar a futuros educadores en la necesidad de proporcionar metodologías concernientes al campo de las dificultades de aprendizaje. Teniendo en cuenta lo anterior se analizan en primer lugar el desarrollo de las principales funciones cognitivas (habilidades motrices, lenguaje, habilidades visoespaciales, memoria, funciones ejecutivas) y los trastornos que cursan con alteraciones cognitivas en los niños que a menudo se ven afectadas y dificultan los procesos de aprendizaje (Thomas y Nelson, 2001).

Desarrollo del tema

En el periodo prenatal que está conformado por la concepción y formación del cigoto hasta el nacimiento, hay tres etapas en función del desarrollo; en primer lugar, está la etapa de la concepción, que comprende desde la fecundación hasta el establecimiento del embarazo; seguidamente se da la etapa embrionaria entre la segunda y octava semanas, y finalmente la etapa fetal, que va desde la novena semana hasta el nacimiento. El periodo embrionario se destaca por la organogénesis, la diferenciación y el periodo fetal, por el rápido crecimiento del cuerpo y maduración de los órganos. Durante la etapa prenatal también se desarrolla el sistema nervioso central; el embrión muestra varias capas llamadas endodermo, mesodermo y ectodermo, donde tiene lugar la evolución progresiva del sistema nervioso central y es en esta etapa donde toman relevancia los distintos mecanismos celulares, proliferación, migración, diferenciación y muerte celular, que son esenciales para el desarrollo. Durante la etapa prenatal existe el riesgo de que ocurran problemas genéticos y médicos que conviene destacar, algunas variaciones son consecuencia de alteración en los cromosomas, como el síndrome de Down o la enfermedad de Duchenne; sucede de la misma forma con problemas médicos como la diabetes mellitus, la hidrocefalia o la estenosis del píloro, los cuales podrían intervenir en la genética; aparte de esto existen toxinas y contaminantes como el plomo o la dioxina; enfermedades como rubéola, toxoplasmosis; o infecciones, agentes psicoactivos, como

por ejemplo, las bebidas alcohólicas, fármacos y sustancias psicoactivas, y otras circunstancias o agentes como la radiación, que pueden generar variaciones durante esta etapa; después de este periodo se inicia el periodo posnatal, que tiene lugar después del nacimiento, en el que emergen varias etapas importantes en el desarrollo; estas son: la neonatal, la lactancia, la infantil y la escolar, hasta culminar en la edad adulta; durante este periodo también se tiene el riesgo de contraer problemas médicos a los cuales se debe prestar atención (Savion-Lemieux, Bailey y Penhune, 2009).

Es complejo el desarrollo del cerebro del niño al nacer, ya que el peso de su cerebro corresponde al 25% del cerebro adulto; a los dos años alcanza un tamaño del 75%. En el sistema nervioso central, las áreas sensoriales se mielinizan antes que las áreas motrices. Es necesario señalar que de los órganos de los sentidos, la audición se destaca por su rápido desarrollo al nacer, incluso algunos sonidos pueden provocar cierto reflejo sin existir aún la percepción consciente. Además, los bebés desarrollan la comprensión de las palabras habladas rápidamente ignorando sonidos irrelevantes; al transcurrir el tiempo son capaces de distinguir sonidos y también silabas; en lo que corresponde a la visión, los recién nacidos son capaces de identificar y enfocar objetos a una distancia de 30 y 75 cm, y en la medida en que va madurando la corteza visual van adquiriendo la destreza de realizar distintas acciones. A los dos meses, pueden mirar atentamente los rostros, y a los tres meses, la boca y los labios (Rost y McMurray, 2009).

En lo que compete a la conducta y habilidades motrices, existen dos clasificaciones; una de ellas es proximal-distal, y la otra, céfalo-caudal. Proximal-distal implica que el desarrollo avanza desde el centro del cuerpo hasta las extremidades y regiones céfalo-caudales del cerebro; los ojos y la boca se desarrollan antes que las piernas y los pies. El bebé empieza a desarrollar habilidades motrices más complejas a los tres meses, cuando capaz de dirigir la mano a los objetos, y a los seis meses, explorarlos cuando los tiene en sus manos. Un niño de nueve meses es capaz de marchar de la mano de un adulto, a los 10 meses puede estar de pie durante varios minutos, y es a los 12 meses cuando puede caminar solo; a los 18 meses el niño muestra una apropiación espacial que le permitirá mayor precisión motriz (Robertson, Pascual-Leone y Press, 2004).

En lo que corresponde al desarrollo del lenguaje, el bebé desde que nace hasta los primeros tres meses de edad es capaz de comunicarse por medio del llanto y también la comunicación refleja que implica expresiones faciales y movimientos; a partir de los dos meses inicia con el balbuceo, ya emite distintos ruidos significativos como risas, quejidos, murmullos. Es cerca del año cuando el niño emite sus primeras palabras con intención de comunicarse, repite, comprende palabras sencillas, posteriormente su capacidad evoluciona hasta generar la creación de frases. A los 13 y 18 meses se da el desarrollo del vocabulario en los niños, que suelen conformar hasta 50 palabras; entre los 18 y 24 meses el vocabulario aumenta significativamente en tres o más palabras al día (Pollo, Kessler y Treiman, 2009).

En relación a las habilidades visoespaciales, estas carecen de información para determinar la edad en la que se desarrollan, sabiendo que estas son coordinadas por el hemisferio derecho. Es de mencionar que si antes del primer año, el hemisferio derecho se lesiona suelen afectarse las destrezas verbales, pero si ocurre después podrían afectarse las no verbales. Es a partir de los tres años cuando se dan el reconocimiento táctil y el reconocimiento de caras familiares gracias al hemisferio derecho. Entre los cinco y los ocho años se organiza la orientación izquierda-derecha, a los 10 años de edad los niños pueden leer mapas y discriminar entre patrones espaciales (Perruchet y Pacteau, 1990).

En cuanto a la memoria, existen correlaciones entre la maduración de las estructuras del cerebro y los sistemas de memoria. Teniendo en cuenta lo anterior, es posible indicar que el hipocampo inicia su desarrollo en el tercer mes de gestación, y su maduración se completa años después. Con respecto de las funciones ejecutivas, a los dos años de edad los niños desarrollan por completo su memoria de trabajo y adquieren mayor control inhibitorio, que se termina de desarrollar a los 12 años de edad; las destrezas de automonitoreo y autocontrol inician su desarrollo a los cuatro años y alcanzan su desarrollo máximo a los ocho años. La memoria de trabajo y el control inhibitorio en el desarrollo de la función ejecutiva producen cambios significativos en tres periodos evolutivos: infancia temprana (seis a ocho años), infancia mediana (nueve a 12 años) y adolescencia temprana (Miller, Kail, Leonard y Tomblin, 2001).

Trastornos cromosómicos

La muerte prenatal y la discapacidad mental en la infancia son comunes a raíz de anomalías cromosómicas. Estas ocurren generalmente por un fallo en el proceso de división de los cromosomas en la formación del óvulo femenino y el espermatozoide masculino, siendo la aneuploidía (tanto por exceso como por déficit) la causa más frecuente. Existen diferentes anomalías cromosómicas descritas, algunas de las más enfatizadas son el síndrome de Down, el síndrome de Turner, el síndrome de Klinefelter y el síndrome de cromosoma X frágil (Longcamp, Zerbato-Poudou y Velay, 2005).

La condición neurogenética más común que se ha relacionado con discapacidad intelectual es el síndrome de Down, el cual se da por una trisomía en el cromosoma 21. Ocurre en uno de cada 700-1.000 nacimientos, incidencia que ha aumentado en los últimos 25 años en aproximadamente un 30%. Los niños con síndrome de Down presentan características físicas particulares, estas incluyen anomalías cardíacas, anomalías gastrointestinales, inmunodeficiencias, apariencia facial distintiva, envejecimiento precoz, problemas de audición (Jamieson y Mewhort, 2011).

Entre las características psicológicas que presentan estas personas está: mayor riesgo de deterioro cognitivo relacionado con la edad, discapacidad intelectual, déficit en la memoria de trabajo, déficit en el procesamiento verbal. Otra condición es el síndrome de Turner, que es un trastorno genético que afecta únicamente a mujeres y se origina en la ausencia funcional del brazo corto del cromosoma X, lo que ocasiona pérdida del material genético. Afecta a una de cada 2.500 mujeres, sus características neuropsicológicas son: deficiencias en la atención, memoria y procesamiento ejecutivo, sus problemas visoespaciales son su déficit cognitivo principal. La inteligencia de estas mujeres se sitúa dentro de un rango normal (James y Gauthier, 2006).

El síndrome de Klinefelter se da por una alteración cromosómica que se caracteriza por la presencia de un cromosoma X adicional en los hombres (XXY), su prevalencia es de uno de cada 650 varones. Los hombres presentan características tales como proporción corporal anormal, tronco corto, piernas largas, testículos más pequeños, infertilidad, disminución de pelo facial y púbico y estatura alta. Las capacidades intelectuales de ni-

ños que padecen este síndrome a menudo son inferiores a las de sus pares. El funcionamiento cognitivo de estos niños indica problemas de aprendizaje en lectura y ortografía, alteraciones lingüísticas adyacentes con la comprensión, la velocidad y la expresión del procesamiento verbal. Las técnicas de neuroimagen señalan que diversas estructuras cerebrales presentan reducción en el volumen del cerebro, la sustancia gris y blanca (Hudson Kam y Newport, 2005).

El síndrome del cromosoma X frágil es un trastorno hereditario, siendo el más frecuente entre los trastornos del neurodesarrollo; se da a raíz de mutaciones en un solo gen en el brazo largo del cromosoma X, se produce en uno de cada 4.000 varones y una de cada 6.000 mujeres. Las características físicas de los niños que lo padecen son: orejas y frente grandes, cara alargada e hiperextensibilidad de las articulaciones, suele presentarse discapacidad intelectual moderada a severa en varones, y en las mujeres puede cursar con un espectro mucho más amplio de dificultades, presentando desde discapacidad intelectual severa hasta dificultades leves de aprendizaje (Hills, Maouene, Riordan y Smith, 2010).

Trastornos por déficit de atención e hiperactividad

Es un trastorno del neurodesarrollo que se caracteriza por falta de atención o hiperactividad e impulsividad (TDAH), el cual interfiere con el funcionamiento diario del niño. Con base en los criterios presentados en el DSM-V, existen tres clasificaciones: combinado (inatención, hiperactividad e impulsividad), predominante con falta de atención y predominante hiperactivo/impulsivo (sin inatención). La etiología del TDAH se centra en factores tales como la genética, el ambiente, la neuroanatomía y la neuroquímica. Hace varios años el TDAH se atribuía a causas ambientales, hoy algunas investigaciones han sugerido que la alimentación, específicamente los colorantes alimenticios u otros aditivos son factores concluyentes de TDAH. Investigaciones recientes también indican que el tabaquismo materno es predictor del TDAH infantil. Estudios experimentales también han indicado que la exposición prenatal a algunos tipos de pesticidas domésticos es causal de riesgo para el TDAH (Goswami, Ziegler y Richardson, 2005).

Se han realizado estudios sobre el perfil cognitivo en el TDAH que indican bajo ren-

dimiento de algunas de las funciones ejecutivas, así como de dominios no ejecutivos; las investigaciones arrojan datos concretos que revelan que estos niños tienen dificultades de control emocional, planificación, organización, memoria de trabajo y regulación del comportamiento. Los niños con TDAH poseen un rendimiento inferior en tareas visoespaciales que implican la agrupación de múltiples procesos cognitivos y evidencian pobre memoria ejecutiva como resultado de falta de control inhibitorio en el comportamiento (Gomez, Bootzin y Nadel, 2006).

Trastornos del espectro autista

Los trastornos del espectro autista hacen referencia a un grupo de trastornos que se inician en la infancia y duran toda la vida, estos trastornos tienen en común la afectación en el intercambio social, comunicación verbal y no verbal. Estos trastornos se han denominado “trastornos generalizados del desarrollo”, en los que se incluyen: trastorno autista, síndrome de Rett, trastorno de Asperger, trastorno desintegrativo infantil y trastornos generalizados del desarrollo no especificados, refiriéndose a este tipo de trastorno como aquel que representa entidades con síntomas cualitativamente semejantes, pero con número de síntomas e intensidad diferentes, presentando una prevalencia de uno de cada 68 niños en la edad de ocho años; además, la prevalencia es mayor en niños que en niñas (Foerde y Shohamy, 2011).

La etiología de estos trastornos aún no es del todo clara, aunque existen numerosos estudios que indican la existencia de distintos factores implicados en la causa del autismo; por esta razón se ha desarrollado una clasificación en relación a la etiología: el autismo idiopático, este se caracteriza por no tener base genética esclarecida, pronóstico inicial incierto, discapacidad intelectual y predominio en sexo masculino; y el autismo sindrómico, es el que se encuentra ligado a una enfermedad o síndrome, este tiene una causa genética conocida. Algunas causas del autismo sindrómico pueden ser infecciones congénitas o adquiridas, epilepsia, trastornos congénitos del metabolismo, encefalopatía. Los síntomas del autismo se evidencian antes de los tres años. En algunos casos se presentan mucho antes, entre los seis y 12 meses ya existen manifestaciones conductuales (Fischer, Wilhelm y Born, 2007).

Traumatismo craneoencefálico

Es una lesión en el cerebro causada por una fuerza externa que trae consigo discapacidad total o parcial, incluso deterioro psicosocial o ambos. Existen dos tipos de traumas: abiertos y cerrados, que generalmente causan alteraciones en el funcionamiento cognitivo, por ejemplo, alteraciones en la atención, memoria y habilidades motrices, perceptivas y sensoriales; alteraciones físicas tales como problemas visuales, dificultad para mover los miembros; y en el funcionamiento emocional de la persona, por ejemplo, depresión, problemas comportamentales y ansiedad (Estil, Whiting, Sigmundsson e Ingvaldsen, 2003).

Es una de las principales causales de muerte y discapacidad en adultos jóvenes; es la primera causa de muerte en jóvenes menores de 20 años y segunda causa de muerte en edades comprendidas entre los 15 y 45 años en los países desarrollados. En la infancia, las lesiones de menor gravedad suelen tener mayor relevancia en cuanto a las secuelas neurológicas asociadas a lesiones cerebrales, alteraciones físicas y deterioro cognitivo; los niños menores de cuatro años tienen las tasas más altas anuales de consulta por urgencias: 1.035 por cada 100.000 niños en riesgo (Don, Schellenberg, Reber, DiGirolamo y Wang, 2003).

La memoria, la velocidad de respuesta, la atención, la emoción, el control ejecutivo, la capacidad intelectual y la conducta son las funciones que se pueden ver alteradas tras sufrir este tipo de daño. Los patrones de deterioro residual y los déficits de las funciones cognitivas que se presentan tras una lesión pueden depender de factores tales como la localización del trauma y la gravedad del mismo. Los déficits generados por trauma craneoencefálico tienen un alto impacto en la capacidad del niño para interactuar con su entorno social y académico, generando retrasos en la adquisición de habilidades y causando grandes brechas entre ellos y sus pares (Dayan y Cohen, 2011).

Trastornos específicos del lenguaje

El trastorno específico del lenguaje (TEL) afecta el desarrollo y adquisición del lenguaje oral, que se caracteriza por ser específico, lo que significa que no se debe a déficit intelectual, déficit sensorial, lesión neurológica, motriz o trastorno emocional; su preva-

lencia es del 7% en población infantil. Se encuentra mayor prevalencia en los varones que en las niñas. En cuanto a su etiología no existe causa conocida, ni parece tener un fuerte componente genético, sino que denota tener interacciones de varios agentes ambientales y la genética, que producen los factores de riesgo que propician el TEL. En algunos casos, el cerebro de estos niños no está totalmente desarrollado para el aprendizaje del lenguaje; se considera que las alteraciones cerebrales son producto del trastorno del lenguaje, lo que imposibilita que se creen redes neuronales para que se lleve a cabo el proceso lingüístico (Bolger, Balass, Landen y Perfetti, 2008).

El problema de estos niños lamentablemente no solo radica en la falta de adquisición o desarrollo del lenguaje oral, sino que presentan a su vez otras dificultades que se suman, como pueden ser: pobres o escasas habilidades sociales y exclusión por parte de sus pares. Se señala que muchos de estos niños tienden a tener problemas en la lectoescritura, memoria de trabajo y percepción espacial, funciones que son trascendentales para el adecuado desarrollo de la codificación grafofonémica (Altmann, Dienes y Goode, 1995).

Parálisis cerebral

Es la discapacidad física más común de la infancia, su prevalencia es más común en niños que en niñas, la mayoría de los niños que lo padecen son bebés pretérmino con un peso de 2.500 gramos o menos. Se estima que el 90% de personas que lo padecen llegan a edad adulta, siendo de gran dificultad el cuidado de niños con este cuadro diagnóstico en los países en vías de desarrollo (Adi-Japha, Strulovich-Schwartz y Julius, 2011).

En cuanto a su etiología, hay varias causas pre, peri y pos-natales que pueden generarlo; algunas de ellas son embarazo múltiple, hemorragia intracraneal, prematuridad, encefalopatía isquémica, fiebre materna durante el embarazo, entre otras. Los únicos aspectos afectados no son las alteraciones motrices, ya que aquellos pueden estar acompañados de alteraciones perceptivas, sensoriales, comunicativas, conductuales, incluso en muchas ocasiones aparece con epilepsia y problemas musculoesqueléticos (Adi-Japha, Badeer, Dorfberger y Karni, 2014).

Con respecto al aprendizaje y la memoria, estos niños tienen dificultades; el 44% de los niños con este diagnóstico presentan dificultades no solo de aprendizaje, sino también de memoria; en lo referente al lenguaje, hay una clara dificultad de estos niños al comunicarse, encontrándose que los niños con parálisis cerebral presentan peores puntuaciones en pruebas de lectura, comprensión verbal y deletreo. Los niños con este cuadro clínico tienden a presentar dificultades emocionales y conductuales más que los niños sin dicho cuadro (Akhtar y Montague, 1999).

Discusión y conclusiones

Podría considerarse según la literatura que las alteraciones cognitivas dependen en gran medida de la localización del foco o tipología de condición o trastorno presentado por las distintas poblaciones infantiles. Finalmente, todos los trastornos anteriormente presentados tienen en mayor o menor medida, distintas formas de alteración neuropsicológica; se han descrito diferentes signos y síntomas que sin lugar a duda dificultan el desarrollo de los niños. Estas poblaciones requieren un adecuado establecimiento de propósitos y objetivos no solo terapéuticos, sino también educativos, que permitan mejorar la calidad de vida de los niños que padecen estas condiciones, buscando hacer énfasis en la generación de programas neuroeducativos que conlleven el trabajo interdisciplinario entre diferentes expertos cualificados para abordar los trastornos de la infancia que tengan correlación neurológica.

Referencias

- Adi-Japha, E., Badeer, R., Dorfberger, S. y Karni, O. (2014). Rapid motor memory stabilization in childhood. *Developmental Science*, 17, 424–433.
- Adi-Japha, E., Strulovich-Schwartz, O. y Julius, M. (2011). Delayed motor skill acquisition in children with language impairment. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2.963–2.971.
- Akhtar, N. y Montague, L. J. (1999). Lexical acquisition: The role of cross-situational learning. *First Language*, 19, 347–358.
- Altmann, G., Dienes, Z. y Goode, A. (1995). On the modality independence of implicitly learned grammatical knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 899–912.
- Bolger, D. J., Balass, M., Landen, E. y Perfetti, C. A. (2008). Context variation and definitions in learning the meanings of words: An instance-based learning approach. *Discourse Processes*, 45, 122–159.
- Dayan, E. y Cohen, L. G. (2011). Neuroplasticity subserving motor skill learning. *Neuron*, 72, 443–454.
- Don, A. J., Schellenberg, E. G., Reber, A. S., DiGirolamo, K. M. y Wang, P. P. (2003). Implicit learning in children and adults with Williams's syndrome. *Developmental Neuropsychology*, 23(1-2), 201–225.
- Estil, L. B., Whiting, H. T. A., Sigmundsson, H. e Ingvaldsen, R. P. (2003). Why might language and motor impairments occur together? *Infant Child Development*, 12, 253–265.
- Fischer, S., Wilhelm, I. y Born, J. (2007). Developmental differences in sleep's role for implicit off-line learning: Comparing children with adults. *Journal of Neuroscience*, 19(2), 214–227.
- Foerde, K. y Shohamy, D. (2011). The role of the basal ganglia in learning and memory: Insight from Parkinson's disease. *Neurobiology of Learning and Memory*, 96(4), 624–636.
- Gomez, R. L., Bootzin, R. R. y Nadel, L. (2006). Naps promote abstraction in language-learning infants. *Psychological Science*, 17, 670–674.
- Goswami, U., Ziegler, J. C. y Richardson, U. (2005). The effects of spelling consistency on phonological awareness: A comparison of English and German. *Journal of*

Experimental Child Psychology, 92(4), 345–365.

Hills, T. T., Maouene, J., Riordan, B. y Smith, L. B. (2010). The associative structure of language: Contextual diversity in early word learning. *Journal of Memory and Language*, 63, 259–273.

Hudson Kam, C. L. y Newport, E. L. (2005). Regularizing unpredictable variation: The roles of adult and child learners in language formation and change. *Language Learning and Development*, 1, 151–195.

James, K. H. y Gauthier, I. (2006). Letter processing automatically recruits a sensori-motor network. *Neuropsychologia*, 44, 2937–2949.

Jamieson, R. K. y Mewhort, D. J. K. (2011). Grammaticality is inferred from global similarity: A reply to Kinder (2010). *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64(2), 209–216.

Longcamp, M., Zerbato-Poudou, M. T. y Velay, J. L. (2005). The influence of writing practice on letter recognition in preschool children: A comparison between handwriting and typing. *Acta Psychologica*, 119, 67–79.

Miller, C., Kail, R., Leonard, L. y Tomblin, J. B. (2001). Speed of processing in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 416–433.

Perruchet, P. y Pacteau, C. (1990). Synthetic grammar learning: Implicit rule abstraction or explicit fragmentary knowledge? *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 264–275.

Pollo, T. C., Kessler, B. y Treiman, R. (2009). Statistical patterns in children's early writing. *Journal of Experimental Child Psychology*, 104(4), 410–426.

Robertson, E. M., Pascual-Leone, A. y Press, D. Z. (2004). Awareness modifies the skill-learning benefits of sleep. *Current Biology*, 14(3), 208–212.

Rost, G. C. y McMurray, B. (2009). Speaker variability augments phonological processing in early word learning. *Developmental Science*, 12, 339–349.

Savion-Lemieux, T., Bailey, J. A. y Penhune, V. (2009). Developmental contributions to motor sequence learning. *Experimental Brain Research*, 195, 293–306.

Thomas, K. M. y Nelson, C. A. (2001). Serial reaction time learning in preschool- and school-age children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79(4), 364–387.

Vinter, A. y Perruchet, P. (2000). Implicit learning in children is not related to age:

Evidence from drawing behavior. *Child Development*, 71, 1.223–1.240.

Windsor, J., Kohnert, K., Loxtercamp, A. L. y Kan, P. F. (2008). Performance on non-linguistic visual tasks by children with language impairment. *Applied Psycholinguistics*, 29, 237–268.

Ziegler, J. C. y Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin*, 131, 3–29.