

Lo que ocurre en el cerebro de los niños muy pequeños durante el proceso de aprendizaje

Saul Cypel, Asesor técnico, Programa para la Primera Infancia, Fundación Maria Cecília Souto Vidigal, São Paulo (Brasil)

La neurociencia está demostrando de manera creciente que los conceptos comunes sobre la crianza de los niños han de ser revisados y ajustados si queremos educar a individuos que construyan sociedades armoniosas, hospitalarias, respetuosas y productivas. Este artículo explica lo que ocurre a nivel físico en el cerebro de los niños cuando aprenden, incluso antes del nacimiento y durante sus primeros años de vida, en un proceso que establece las bases sobre las que podrán desarrollarse nuevas estructuras en su vida posterior.

El desarrollo neurológico de los niños en los primeros años de su vida es un proceso constante, pues todo nuevo aprendizaje se apoya sobre lo aprendido anteriormente. Por ejemplo, un niño comienza a mantener la cabeza erecta mientras está en el regazo de su madre, entre el tercer y el quinto mes de vida. Para poder incorporarse por ellos mismos, los niños tienen que poder mantener recta su propia cabeza, y también deben mantener una postura correcta de la parte superior del tronco, una habilidad que adquirirán tan solo entre el sexto y el décimo mes de vida. En una etapa posterior, para poder andar, los niños deben haber dominado la postura y el equilibrio de la cadera a lo largo de los estadios previos de aprendizaje que les permiten mantenerse en pie solos y dar sus primeros pasos; ese aprendizaje ocurre entre los 10 y los 18 meses de edad.

Tareas más complejas, como la discriminación auditiva y visual, o el desarrollo del lenguaje y de la atención, dependen también en gran medida de los pilares previos. Esta premisa es válida para todos los aspectos funcionales: no se producen omisiones en estas secuencias. Y estos avances no llegan de manera automática; se requieren tres condiciones interrelacionadas y mutuamente reforzantes para que se produzca el desarrollo:

- Estructura neurobiológica – el sistema nervioso, especialmente el cerebro, debe haber madurado y estar listo para el aprendizaje.
- Estímulo – los niños deben ser animados a aprender; por lo general, dichos estímulos los favorecen los padres, los parientes y los cuidadores.

Ilustración 1 Tubo neural

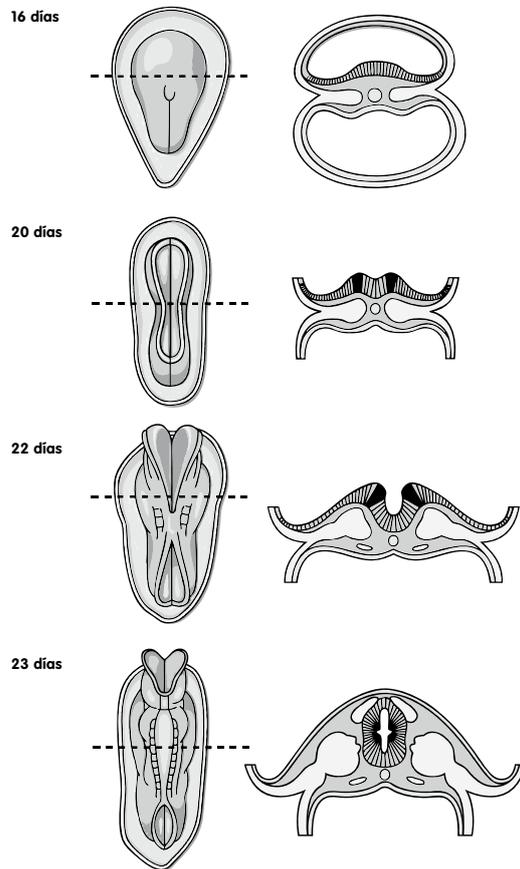


Imagen: Cortesía de LifeART Medical Illustrations

- Afecto – un entorno receptivo es clave para el establecimiento y la continuidad del desarrollo.

Cómo se forma el cerebro

La estructuración del sistema nervioso comienza ya en el útero, unas semanas después de la concepción, con la formación del tubo neural (Volpe, 2008), a partir del cual se desarrollan el cerebro, el tronco encefálico y la médula espinal (Ilustración 1).

A medida que transcurren las semanas, se producen modificaciones visibles que conducirán a la diferenciación de las diversas zonas del cerebro, dando lugar a la formación progresiva de los hemisferios cerebrales (Ilustraciones 2 y 3).

Ilustración 2 Desarrollo cerebral durante el embarazo

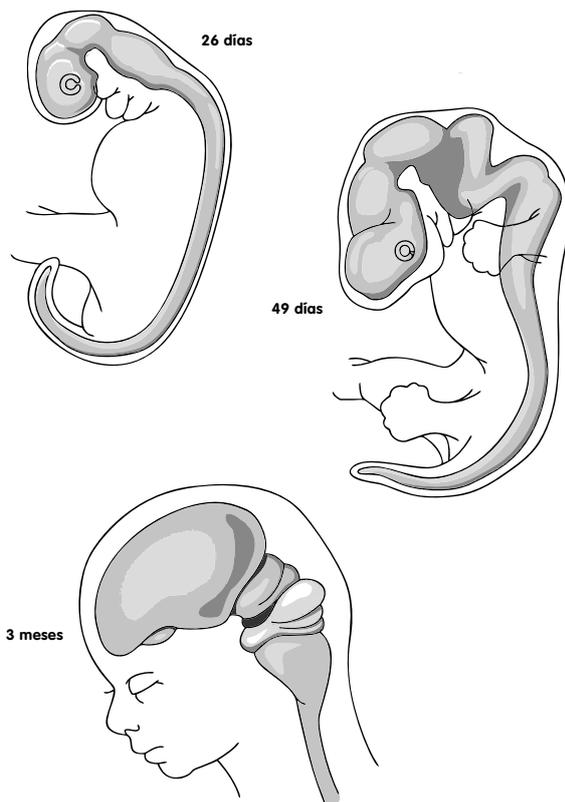


Imagen: Cortesía de LifeART Medical Illustrations

De manera simultánea, las microestructuras del cerebro experimentan modificaciones cada vez más complejas a medida que se organizan los circuitos neuronales, lo que prepara al individuo para la tarea del aprendizaje (Ilustración 4).

El proceso de madurez del cerebro tiene lugar en cuatro fases:

1 *Multiplicación neuronal*

Entre la semana décima y decimocuarta del embarazo, las neuronas juveniles comienzan un profuso proceso de multiplicación, dando lugar a alrededor de 90.000 millones de nuevas neuronas.

2 *Migración y organización de la arquitectura celular*

Una vez formadas, las neuronas migran hasta una ubicación predeterminada en alguna de las regiones

Ilustración 3 Cerebro del recién nacido

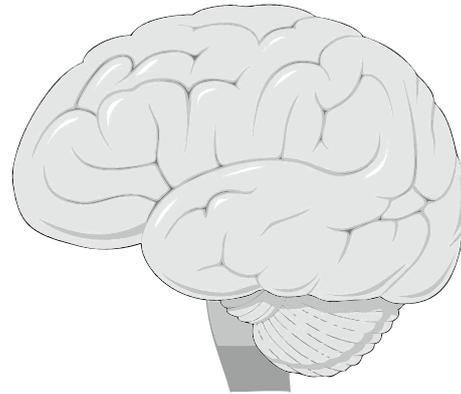


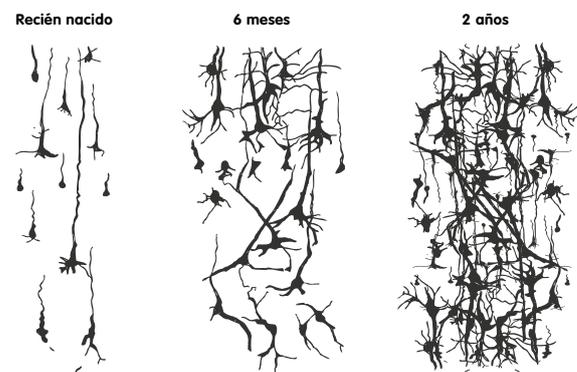
Imagen: Cortesía de LifeART Medical Illustrations

del cerebro. La “dirección” de cada neurona se define en una capa específica del córtex cerebral, de entre las seis capas existentes, y su posición debe ser la correcta para componer, en conjunto, lo que se conoce como “materia gris” (la capa más externa del cerebro).

3 *Sinapsis (conexiones entre neuronas)*

Una vez que llegan al lugar que les corresponde, las neuronas comienzan a interactuar entre sí a través de las dendritas y los axones, formando contactos que denominamos sinapsis. Estas conexiones reciben, conducen y diseminan información por todo el cerebro, formando una red de comunicación de la

Ilustración 4 Evolución de la organización del circuito cerebral



Fuente: Conel, 1959

Ilustración 5 Neurona y axón con vaina de mielina

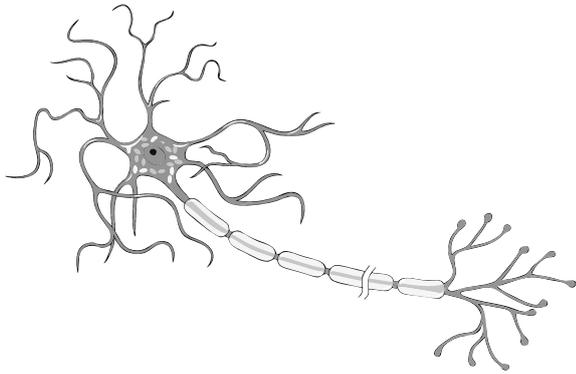


Imagen: Cortesía de LifeART Medical Illustrations

Ilustración 6 Conexión sináptica, en la que los neurotransmisores se muestran como puntos negros

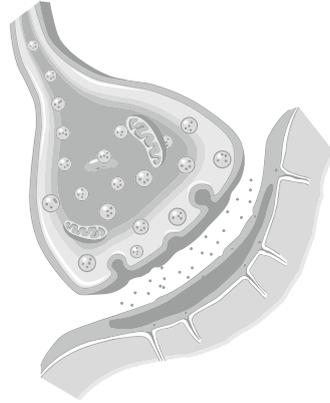


Imagen: Cortesía de LifeART Medical Illustrations

máxima complejidad. Durante el primer año de vida, esta red se forma a la increíble velocidad de 700 nuevas conexiones por segundo.

4 *Mielinización (creación de la vaina de mielina en la neurona)*

Las conexiones que crean circuitos cerebrales van cubriéndose progresivamente de una vaina de mielina que, como la funda de los cables eléctricos, evita cortocircuitos y pérdidas durante la transmisión de la información. La mielinización comienza muy pronto en la vida, y continúa durante muchas décadas después, ofreciendo a los individuos la posibilidad de seguir aprendiendo de manera constante (Ilustración 5).

Cómo tiene lugar la comunicación en el cerebro

Para que una neurona transmita un estímulo a otra, se necesita un neurotransmisor: la sustancia que facilita el tráfico de información. Los neurotransmisores más importantes son la dopamina, la acetilcolina y la serotonina. Los producen los núcleos de neuronas específicas situadas en el bulbo raquídeo, la estructura del sistema nervioso central, entre el cerebro y la médula espinal. Los neurotransmisores favorecen el funcionamiento correcto de los circuitos cerebrales, promoviendo la comunicación entre las distintas partes del cerebro (Ilustración 6).

Genética y epigenética

Los procesos que modifican las estructuras cerebrales durante el embarazo vienen determinados en su mayor parte por la genética, al igual que ocurre con otros órganos, como el corazón y los pulmones.

Por otra parte, las modificaciones que tienen lugar tras el nacimiento también quedan influenciadas por las relaciones que establece el niño con las personas de su entorno, principalmente con sus cuidadores, que suelen ser el padre y la madre. Estos vínculos tienen la capacidad de modelar, ajustar y reorganizar las tendencias genéticas. Las transformaciones que son resultado de influencias externas se denominan epigenética (Mattick y Mehler, 2008). Por lo tanto, ciertos componentes genéticos podrían ser activados o no, dependiendo de la interacción del niño con los adultos. De ese modo, lo que se experimenta en los primeros años de vida determina el futuro de cada persona y, por lo tanto, el futuro de la sociedad (National Scientific Council on the Developing Child, 2010).

Al mismo tiempo que crea nuevas neuronas y conexiones, el cerebro también elimina conexiones que no se utilizan, en un proceso denominado “poda cerebral”. La poda cerebral comienza inmediatamente tras el nacimiento, y se extiende hasta la adolescencia.

Ilustración 7 Periodos iniciales de desarrollo funcional

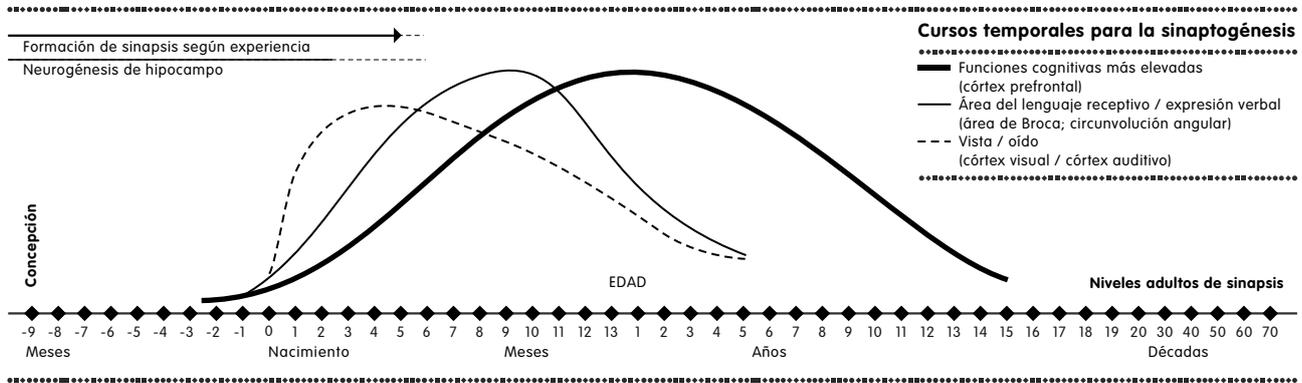


Imagen: Cortesía de C. Nelson

Esto significa que debe hacerse un uso del aprendizaje adquirido, o de lo contrario los circuitos cerebrales correspondientes podrían eliminarse.

Todo a su debido tiempo

Para que se produzca un determinado tipo de aprendizaje, existe un periodo “sensible” o “crítico”. Los distintos periodos comienzan en una fase muy temprana (Nelson, 2000): el periodo crítico para el desarrollo de las funciones auditivas y de otras actividades superiores del sistema nervioso, como las emociones, comienza cuando el niño se encuentra todavía en el útero (Ilustración 7).

Esto no equivale a decir que los niños que no reciben los estímulos adecuados durante el periodo crítico señalado no pueden adquirir nunca la función correspondiente en absoluto, pues la plasticidad cerebral nos permite seguir aprendiendo a lo largo de toda nuestra vida. Examinemos el lenguaje, por ejemplo: si, por alguna razón, el niño no recibe la estimulación adecuada durante el periodo más sensible – es decir, en torno a los primeros dos años – sino a una edad posterior, sin duda podrá desarrollar capacidades de lenguaje, aunque quizá presente cierta dificultad para la expresión oral y el aprendizaje en la escuela. Si bien cuando los estímulos se presentan demasiado tarde en la vida pueden producirse pérdidas o carencias, presentarlos demasiado pronto

(cuando la estructura cerebral todavía no está preparada para aprender y asimilar la nueva información) puede generar un estrés que interfiere con el desarrollo emocional (Bock y otros, 2005; Gunnar y otros, 2006; Shonkoff y otros, 2011).

Aprendiendo a llorar y a tranquilizarse

Desde el momento del nacimiento, el cerebro del bebé está listo para comenzar a interactuar con su entorno. A partir de sus primeras relaciones – casi siempre con los padres, parientes y cuidadores – el proceso de interacción establece un vínculo, conocido como apego (Bowlby, 1990; Winnicott, 1990; Cypel, 2007). Ese es el punto en que un niño, que al principio dependía totalmente de la protección y del afecto de los cuidadores, comienza el proceso de adquirir gradualmente autonomía, con el apoyo de los adultos.

La autonomía se adquiere de manera progresiva, muestra características específicas en cada edad, y depende del aprendizaje y de las destrezas adquiridas previamente, así como de las emociones experimentadas en el momento en que tuvo lugar dicho aprendizaje. Justo después del nacimiento comienzan a producirse los primeros aprendizajes, como pone de manifiesto el hecho de que los recién nacidos, aunque son totalmente dependientes, son capaces también de expresar de

manera clara cuándo tienen hambre. El llanto podría parecer una reacción muy simple, pero en realidad requiere un proceso interno muy complejo a nivel cerebral (Shore, 2002; Cypel, 2007). La amígdala, situada en el lóbulo temporal, reacciona a estímulos como el hambre, que representa un riesgo para la supervivencia, generando inseguridad y ansiedad. La ansiedad activa el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HPA), lo que a su vez estimula a las glándulas suprarrenales a liberar hormonas: adrenalina, noradrenalina y cortisol. El efecto de estas hormonas en el cuerpo del bebé es que este se sienta incómodo, acelere su pulso, vaya enrojeciendo y finalmente estalle en llanto, advirtiéndolo así a la madre de que tiene hambre o de que está incómodo.

A medida que pasa el tiempo, si el bebé se da cuenta de que se satisfacen sus necesidades, esta información quedará registrada en su memoria: se tornará menos ansioso y no solicitará tantas cosas. Podríamos decir que su amígdala está aprendiendo a “comportarse mejor”, pues se siente reafirmado en que sus necesidades serán satisfechas y dejará de sentirse tan amenazado o en riesgo. A lo largo de los meses, un bebé aprende a esperar cuando la madre no está inmediatamente disponible, sin desesperarse ni sentirse desatendido por ello.

“Lo que se experimenta en los primeros años de vida determina el futuro de cada persona y, por lo tanto, el futuro de la sociedad.”

Preparando el futuro

Alrededor del primer año de edad, suele animarse a los bebés a utilizar una cuchara pequeña y a alimentarse ellos solos. En torno a la edad de 2 años la mayoría de los niños puede comer sin ayuda. Posteriormente, pueden vestirse por ellos mismos, esperar a que llegue su turno cuando están jugando, etc. Mediante la interacción con su entorno, y con la participación activa de los miembros de la familia, los niños desarrollan la autonomía que un día les permitirá socializarse adecuadamente.

Después llega la escuela y la adquisición de destrezas más complejas, junto con la capacidad de abordar las adversidades naturales de la vida durante el proceso de crecimiento.

Esta preparación comienza muy pronto en la vida, a través de los límites y de las reglas más elementales. Por lo tanto, es clave que el niño esté expuesto a las frustraciones que llegan de manera natural. Afrontar la rutina, las normas sobre lo que puede hacerse y lo que no, aprender a esperar y comprender que no siempre puede obtenerse lo que se desea de forma inmediata, son oportunidades que preparan para convertirse en un miembro adaptado a la sociedad en el futuro.

Todos estos beneficios que generan las destrezas adquiridas se representan en los circuitos cerebrales: todo lo que se aprende deja una impronta en el cerebro, ya se trate de destrezas motoras, emocionales o de cualquier otro tipo de aprendizaje.

Los bebés comienzan a desarrollar destrezas y a aprender el modo de abordar las demandas de su entorno de acuerdo a su nivel de madurez (Cypel, 2007). Primero mediante la imitación automática, evolucionan de manera gradual y asimilan la realidad al ser capaces de discernir y absorber las normas, los valores y las actitudes del mundo exterior: acciones que abarcan desde ponerse los calcetines hasta ordenar sus juguetes o cepillarse los dientes. Cada una de estas acciones es una preparación para objetivos más complejos que llegarán en la vida adulta, como puede ser organizar un viaje. Para llevar a cabo esta tarea, los adultos necesitan la capacidad de organizar, comprobar los pasos necesarios y soportar la frustración, con frecuencia teniendo que realizar correcciones para alcanzar el objetivo deseado. Esta capacidad organizativa compone lo que denominamos funciones ejecutivas (Fuster, 1997; Barkley, 2001; D’Esposito, 2002; Cypel, 2006). A nivel físico, los circuitos de las funciones ejecutivas se sitúan en la región prefrontal, y reciben la aportación de los sentidos (vista, oído, tacto, olfato y gusto), que se sitúan en distintas partes del cerebro.

Los niños comienzan a exhibir funciones ejecutivas desde una edad muy temprana: sus actos tienen una finalidad que requiere que controlen algunas fases en la secuencia correcta, corrigiéndose el curso de sus actos como sea necesario y comprobando el resultado final para ver si se ha llegado al objetivo. Este proceso va haciéndose cada vez más complejo, estableciendo la autonomía del niño y promoviendo el desarrollo de la capacidad de pensar.

Realizar una tarea de forma correcta exige que los individuos mantengan un objetivo en su mente durante la secuencia de acciones que deben emprender antes de conseguirlo. Lo que denominamos memoria “funcional” u “operativa” se caracteriza conceptualmente por esa capacidad de centrarse sobre un objetivo final. La falta de tal capacidad perjudica el aprendizaje y el desarrollo personal (Cypel, 2006). Esto puede observarse cuando los niños piden ayuda para las actividades elementales que deberían poder realizar por ellos mismos, como vestirse o hacer los deberes: si los adultos continúan realizando las tareas por ellos, en lugar de animarles a aprender a hacerlas, quizá los niños no adquieran las destrezas que necesitarán para adquirir un nuevo aprendizaje y desarrollo.

Conclusión

La estructura adecuada de la arquitectura cerebral durante los primeros años de vida es clave para preparar a los individuos y para proporcionar las condiciones necesarias con las que alcanzar el éxito en la vida. Podríamos comparar este proceso con la construcción de un edificio, en el que cada planta se levanta sobre la anterior, y el confort final que propicie el edificio dependerá de la calidad de los detalles del acabado. Mientras que la genética proporciona los materiales de construcción, el entorno y las experiencias personales del niño determinan el éxito con que esos materiales formarán una construcción sólida y satisfactoria (Trevarthen y Aitken, 1994; Cypel, 2006).

Es de la mayor importancia que se difunda el conocimiento sobre este proceso de una manera clara y comprensible para los profesionales, los administradores

públicos y los creadores de opinión que tienen la capacidad de llegar hasta las familias. Cuando los padres son más conscientes de la importancia de su función, es más probable que lleven a cabo la crianza de sus hijos de modos que contribuyan a su desarrollo mental. Deberíamos emplear nuestro esfuerzo en buscar la manera de ofrecer las condiciones más favorables para un entorno familiar que potencie el desarrollo de un ser humano integral e integrado.

Referencias

- Barkley, R.A. (2001). The executive functions and self-regulation: an evolutionary neuropsychological perspective. *Neuropsychological Review* 11: 1–29.
- Bock, J., Gruss, M., Becker, S. y Braun, K. (2005). Experience-induced changes of dendritic spine densities in the prefrontal and sensory cortex: correlations with developmental time windows. *Cerebral Cortex* 15: 802–8.
- Bowlby, J. (1990). *Apego e Perda, I: Apego*. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora.
- Conel, J.L. (1959). *The Postnatal Development of the Human Cerebral Cortex*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Cypel, S. (2006). O papel das funções executivas nos transtornos de aprendizagem. En: Rotta, N. T., Ohlweiler, L. y Riesgo, R.S. (ed.) *Transtornos da Aprendizagem: Abordagem neurobiológica e multidisciplinar*. Pôrto Alegre: Artmed.
- Cypel, S. (2007). Humanization in newborn care: interpersonal relationships and their importance to the neurobiological organization. *Einstein* 5: 69–73.
- D'Esposito, M. (2002). Executive function and frontal systems. En: Schiffer, R.B., Rao, S.M. y Fogel, B.S. *Neuropsychiatry*, (2.ª ed.). Nueva York, NY: Lippincott Williams & Wilkins.
- Fuster, J. (1997). *The Prefrontal Cortex: Anatomy, physiology and neuropsychology of the frontal lobes*, (3.ª ed.). Nueva York, NY: Raven Press.
- Gunnar, M.R., Fisher, P.A. y The Early Experience, Stress, and Prevention Network (2006). Bringing basic research on early experience and stress neurobiology to bear on preventive interventions for neglected and maltreated children. *Development and Psychopathology* 18: 651–77.
- Mattick, J.S. y Mehler, M.F. (2008). RNA editing, DNA recording and the evolution of human cognition. *Trends in Neurosciences* 31(5): 227.
- National Scientific Council on the Developing Child. (2010). *Early Experiences Can Alter Gene Expression and Affect Long-term Development*. Working Paper n.º 10. Cambridge, MA: National Scientific Council on the Developing Child.
- Nelson, C.A. (2000). The developing brain. En: Shonkoff, J.P. y Phillips, D.A. (ed.) *From Neurons to Neighborhoods: The science of early child development*. Washington, DC: National Academy Press.
- Shonkoff, J.P., Garner, A.S. y otros (2011). The lifelong effects of early childhood adversity and toxic stress. *Pediatrics* 129: 232–46.
- Shore, A. (2002). Deregulation of the right brain: a fundamental mechanism of traumatic attachment and psychopathogenesis of posttraumatic stress disorder. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry* 36: 9–30.
- Trevarthen, C. y Aitken, K.J. (1994). Brain development, infant communication, and empathy disorders: intrinsic factors in child mental health. *Development and Psychopathology* 6: 597–633.
- Volpe, J.J. (2008). *Neurology of the Newborn* (5.ª ed.). Philadelphia, PA: W.B. Saunders.
- Winnicott, D.W. (1990). *O Ambiente e os Processos de Maturação: Estudos sobre a teoria do Desenvolvimento emocional*. Pôrto Alegre: Artes Médica.