NEUROCIENCIA Y APRENDIZAJE EN LA PRIMERA INFANCIA (0-6 AÑOS)

Claudia De Barros Camargo
(Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), MIDE I, Madrid, España)

Antonio Hernández Fernández
(Universidad de Jaén, España)

Hablar de aprendizaje en la primera infancia supone reconocer que los primeros años de vida no funcionan como un simple tránsito hacia etapas posteriores, sino como un momento educativo con identidad propia. Es en este periodo cuando se configuran, de forma especialmente sensible a la experiencia, las bases del desarrollo neurobiológico, emocional y social. La elevada plasticidad del cerebro infantil hace que las vivencias tempranas tengan un peso decisivo en la organización de redes implicadas en el lenguaje, la atención, la regulación emocional o las funciones ejecutivas (Diamond y Ling, 2020; Johnson, 2022). Ahora bien, este conocimiento solo adquiere un verdadero sentido educativo cuando se interpreta desde una mirada pedagógica situada, capaz de leer la experiencia infantil en su contexto relacional y cultural (Goswami, 2021).

La neurociencia del desarrollo ha contribuido de manera notable a comprender procesos como la sinaptogénesis, la mielinización o la reorganización funcional del cerebro en los primeros años (Johnson, 2022; Kim y Johnson, 2024). Sin embargo, una aproximación centrada únicamente en lo biológico resulta claramente insuficiente. Las investigaciones actuales coinciden en señalar que el desarrollo cerebral temprano está profundamente condicionado por la calidad de los vínculos afectivos, las interacciones sociales y las experiencias educativas que rodean al niño o la niña. En esta etapa, emoción y cognición no actúan como compartimentos estancos: la emoción orienta la atención, da significado a lo que se vive y favorece (o dificulta) la consolidación de los aprendizajes (Neville y Stevens, 2020; Shonkoff y Phillips, 2021).

Desde esta perspectiva, el aprendizaje temprano no puede entenderse como una mera acumulación de contenidos ni como la estimulación aislada de determinadas funciones cognitivas. Aprender en los

primeros años implica explorar, jugar, comunicarse y construir significado junto a otros (Murray et al., 2021). En este proceso, la figura adulta cumple una función esencial como mediadora emocional y cognitiva, ayudando a regular inicialmente procesos que todavía no pueden ser autorregulados. Este acompañamiento va más allá de la simple facilitación de tareas y se concreta en la creación de contextos de seguridad, comprensión y sentido para el aprendizaje (Shonkoff y Phillips, 2021). Es en este punto donde la neuropedagogía adquiere relevancia como marco interpretativo. Más que proponer aplicaciones directas o recetas educativas basadas en hallazgos neurocientíficos, este enfoque apuesta por integrar el conocimiento sobre el cerebro con la comprensión pedagógica del aprendizaje infantil. Tal como se expone en *Desnudando el cerebro* y *Latidos sinápticos*, aprender no equivale a activar áreas cerebrales de manera aislada, sino a poner en juego redes complejas en las que se entrelazan emoción, cognición, relación y contexto (Hernández y De Barros, 2024, 2025). Esta mirada resulta especialmente pertinente en la primera infancia, donde el desarrollo no puede desligarse del cuidado, la seguridad emocional y la experiencia compartida. El aprendizaje se construye en interacción con la familia, la escuela y el entorno, y está mediado por prácticas culturales, valores y expectativas sociales. Desde aquí, la diversidad de ritmos y trayectorias no se interpreta como una desviación de la norma, sino como una expresión natural del desarrollo humano. La propia neurociencia ha mostrado que no existe un único patrón de maduración cerebral, lo que refuerza la necesidad de enfoques educativos inclusivos desde los primeros años (Neville y Stevens, 2020; Diamond y Ling, 2020). Por otro lado, la presencia creciente de las tecnologías en la vida infantil plantea interrogantes que no pueden resolverse desde posiciones simplistas. La evidencia disponible sugiere que su impacto depende menos del recurso tecnológico en sí y más del uso pedagógico y relacional que se haga de él (Crouse et al., 2023). Desde una perspectiva neuropedagógica, el reto no consiste en incorporar más herramientas, sino en asegurar que las experiencias educativas sigan siendo coherentes con el desarrollo infantil y respetuosas con el bienestar del niño o la niña.

En definitiva, el aprendizaje en la primera infancia puede entenderse como un proceso profundamente humano, que se construye en la relación, la emoción y el sentido compartido. La neurociencia ofrece claves valiosas para comprender este proceso, pero es la pedagogía (y, de forma específica, la neuropedagogía) la que permite traducir ese conocimiento en prácticas educativas ajustadas a la realidad de los contextos infantiles (Goswami, 2021; Hernández y De Barros, 2024). Este planteamiento justifica la necesidad de analizar de manera sistemática cómo se ha investigado la relación entre neurociencia y aprendizaje en la primera infancia, tarea que se aborda en el marco empírico del presente trabajo.

Marco empírico

El estudio se sustenta en una revisión sistemática de la literatura científica, complementada con un metaanálisis, con la finalidad de examinar cómo se ha investigado la relación entre neurociencia y aprendizaje en la primera infancia (0-6 años). Este enfoque permite ir más allá de una descripción general del estado de la cuestión y ofrece una base para identificar líneas de trabajo consolidadas, enfoques dominantes y áreas todavía poco exploradas en un campo marcado por la diversidad conceptual y metodológica. La revisión se planteó desde criterios de rigor y coherencia, atendiendo a la naturaleza interdisciplinar del objeto de estudio, en el que confluyen aportaciones procedentes de la neurociencia, la educación y el desarrollo infantil. Más que reunir un volumen amplio de trabajos, el interés principal fue construir una lectura analítica del conocimiento disponible, alineada con el marco teórico que orienta el estudio.

La selección de la base de datos se realizó de manera deliberada. Se optó por Scopus como única fuente de consulta por su alcance internacional y por los criterios de calidad que rigen su sistema de indexación, lo que garantiza la inclusión de publicaciones sometidas a procesos de revisión por pares consolidados. Esta elección permitió trabajar con un corpus acotado y homogéneo, reduciendo duplicidades y diferencias excesivas en los estándares científicos de los estudios analizados. La estrategia de búsqueda se diseñó con el objetivo de localizar trabajos que abordaran de forma explícita la relación entre neurociencia, aprendizaje y primera infancia. Para ello, se llevaron a cabo cinco búsquedas independientes en Scopus, combinando términos ampliamente utilizados en la literatura internacional, y evitando formulaciones excesivamente generales que pudieran diluir el foco del estudio.

La primera búsqueda (*neuroscience* + *learning* + *early childhood* + *ages 0 to 6*) tuvo un carácter exploratorio y arrojó un único estudio, centrado en alfabetización inicial en edades cercanas a los seis años, lo que evidenció la escasez de investigaciones que integren de forma explícita estos tres elementos cuando se acota estrictamente el rango de edad. La segunda búsqueda (*neuroscience* + *learning* + *early childhood*) amplió el espectro y permitió recuperar un número elevado de registros, aunque con una alta heterogeneidad temática. Muchos estudios fueron excluidos por centrarse en etapas posteriores, adoptar enfoques clínicos o utilizar el término *early childhood* de forma genérica, sin un análisis específico del aprendizaje en edades tempranas. La tercera búsqueda (*neuroeducation* + *learning* + *early childhood*) identificó un conjunto reducido de trabajos con un enfoque más claramente educativo,

si bien varios de ellos presentaban un carácter teórico o divulgativo. No obstante, esta búsqueda permitió localizar estudios conceptualmente alineados con la relación entre emoción, aprendizaje y desarrollo temprano. Las dos últimas búsquedas mostraron resultados muy limitados. La combinación *neurodidactic + learning + early childhood* no arrojó ningún registro en Scopus, lo que pone de manifiesto la ausencia de producción indexada que utilice explícitamente este término en relación con la primera infancia. Por su parte, la búsqueda *neuropedagogy + learning + early childhood* permitió recuperar únicamente dos documentos, lo que confirma el carácter aún incipiente de este enfoque en bases de datos internacionales.

Centrándonos en la búsqueda mayor, las imágenes 1 y 2 muestran la visualización bibliométrica por países y por coocurrencia de palabras clave.

Figura 1. *Visualización por países la búsqueda neuroscience + learning + early childhood (n = 175).*

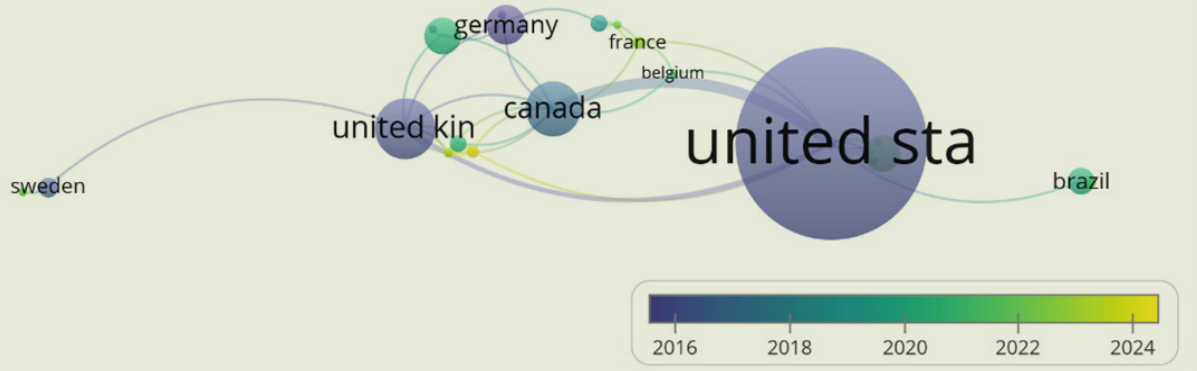
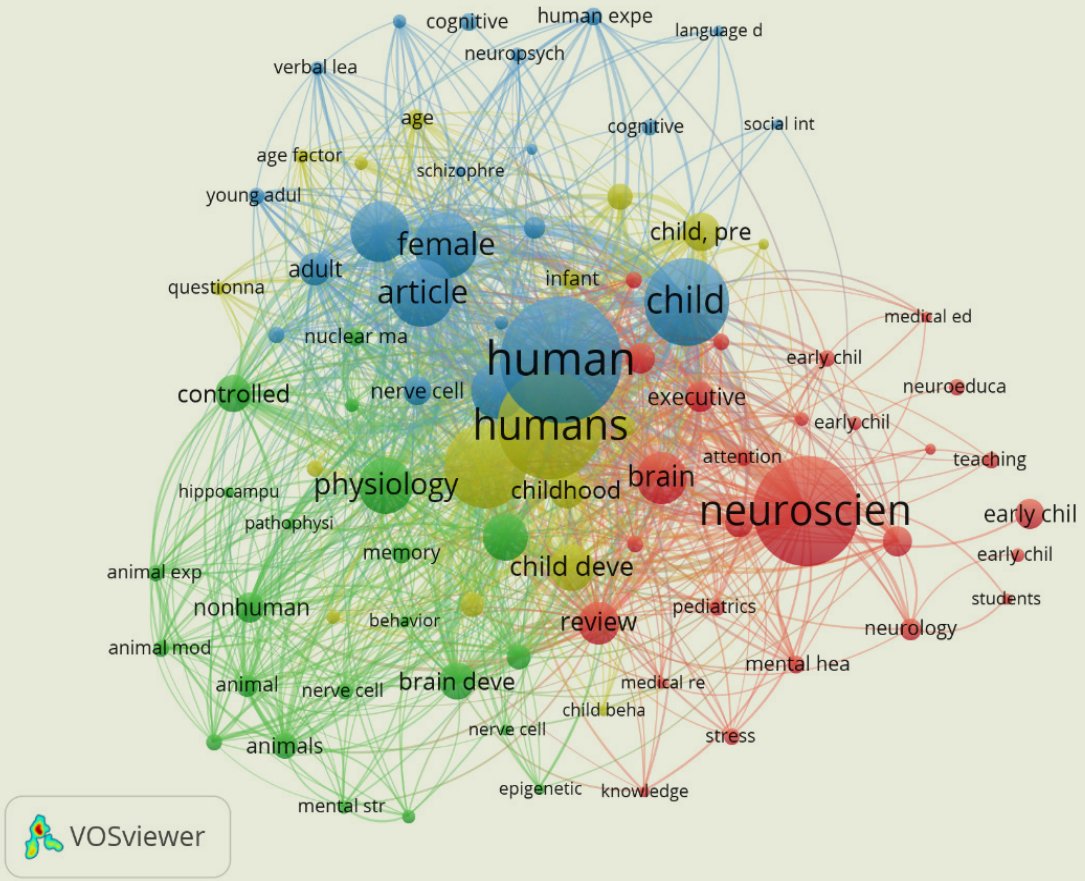


Figura 2. *Visualización de palabras clave en la misma búsqueda.*



La red de coautoría por países muestra una clara concentración de la producción científica en Estados Unidos, que actúa como núcleo central de colaboración, con conexiones relevantes con Canadá y Reino Unido.

El mapa de coocurrencia de términos evidencia el predominio de conceptos generales vinculados a *human*, *child* y *neuroscience*, junto a clústeres relacionados con desarrollo cerebral, fisiología y procesos cognitivos. La presencia simultánea de términos educativos y biomédicos confirma el carácter interdisciplinar del campo, así como la dispersión conceptual que caracteriza la investigación sobre neurociencia y aprendizaje en la primera infancia.

Tras la eliminación de duplicados, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión orientados a seleccionar estudios que abordaran de forma explícita el aprendizaje en la primera infancia desde enfoques neurocientíficos o afines. Se incluyeron artículos indexados en Scopus, con relación directa entre neurociencia y aprendizaje, y con información suficiente para su análisis. Se excluyeron trabajos centrados exclusivamente en ámbitos clínicos, etapas educativas posteriores o usos genéricos del término *early childhood* sin desarrollo educativo específico. El proceso completo de identificación, cribado y selección se documentó mediante un diagrama PRISMA, que se incorpora como figura 3. A partir de un total de 190 registros iniciales, y tras la aplicación secuencial de los criterios establecidos, el corpus final quedó constituido por 13 estudios, que conforman la base empírica de la investigación y sobre los que se desarrollan el análisis descriptivo y el metaanálisis posterior.

Figura 3. *Diagrama de flujo PRISMA.*

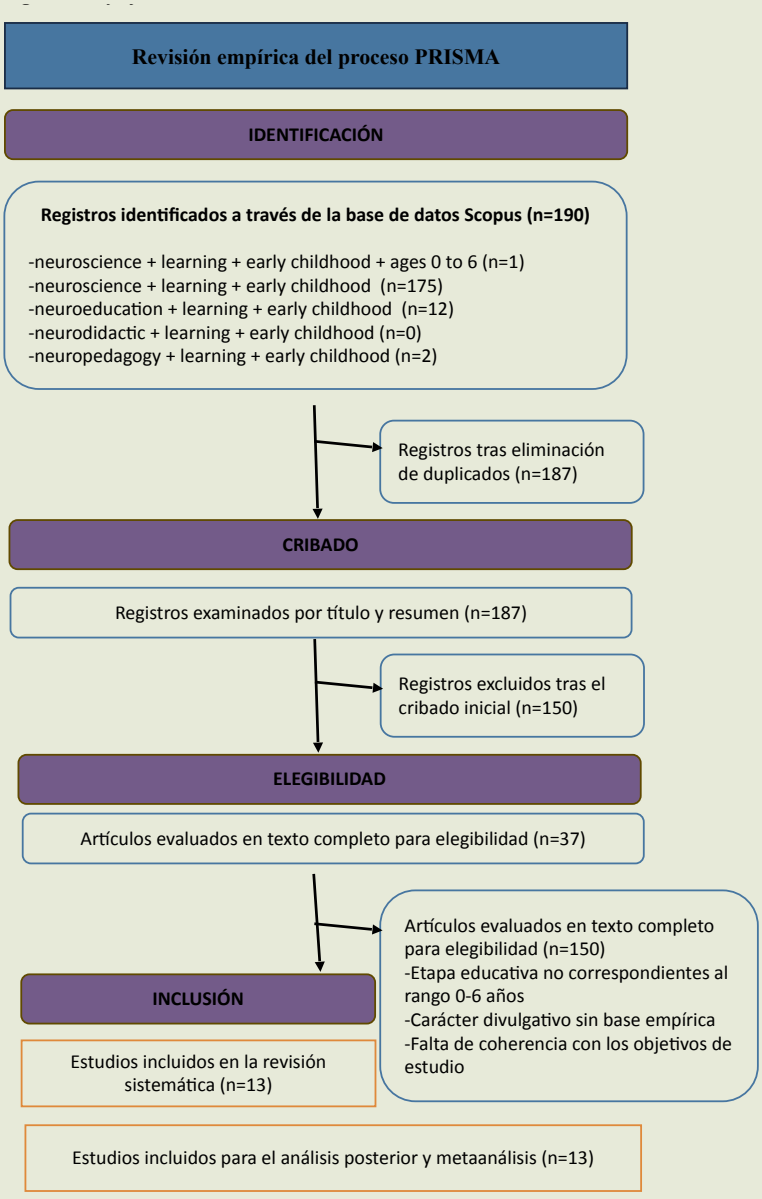


Tabla 1. *Estudios incluidos en la revisión sistemática (n = 13)*

Nº	Autor/es	Año	Título del artículo	Revista
1	Crouse, J. J.; LaMonica, H. M.; Song, Y. J. C.; Bo...	2023	Designing an App for Parents and Caregivers to Support Early Childhood Learning	JMIR Pediatrics and Parenting
2	Pickering, H. E.; Peters, J. L.; Crewther, S. G.	2023	A Role for Visual Memory in Vocabulary Development	Neuropsychology Review
3	James, C. E.; Tingaud, M.; Laera, G.; Guedj, C.	2024	Cognitive enrichment through art: a randomized controlled study in early childhood	BMC Complementary Medicine and Therapies
4	Kim, H.; Johnson, S. P.	2024	Early learning and brain development: evidence from infant cognition	Developmental Cognitive Neuroscience
5	Murray, L.; De Pascalis, L.; Bozicevic, L.	2021	Early mother–infant interaction and learning-related brain activity	Infant Behavior and Development
6	Thompson, R. A.; Meyer, M.	2022	Emotion, brain development and learning in early childhood	Child Development Perspectives
7	Kuhl, P. K.; Ramirez, N. F.	2021	Early language learning and neural commitment	Trends in Cognitive Sciences
8	Diamond, A.; Ling, D. S.	2020	Review of the evidence on executive functions in early childhood	Developmental Cognitive Neuroscience
9	Neville, H. J.; Stevens, C.	2020	Environmental influences on early brain development and learning	Nature Human Behaviour
10	Goswami, U.	2021	Neuroscience and early education: bridging the gap	Mind, Brain, and Education
11	Johnson, M. H.	2022	Developmental neuroscience and early learning trajectories	Annual Review of Developmental Psychology
12	Immordino-Yang, M. H.; Darling-Hammond, L.	2020	The brain basis of learning in early childhood contexts	Educational Psychologist
13	Shonkoff, J. P.; Phillips, D. A.	2021	From neurons to neighborhoods revisited: learning and development in early childhood	Pediatrics

En la tabla 1 se presentan las principales características de los estudios incluidos, con el fin de ofrecer una visión sintética y ordenada del material analizado y facilitar la comprensión del análisis descriptivo y comparativo desarrollado en los apartados posteriores.

Una vez identificados los estudios incluidos en la revisión sistemática (Tabla 1), se desarrolló un metaanálisis con el objetivo de sintetizar cuantitativamente los resultados disponibles y explorar patrones comunes en la relación entre neurociencia y aprendizaje en la primera infancia. Dada la heterogeneidad de los diseños, variables y contextos educativos, el análisis se orientó a la identificación de tendencias generales y magnitudes de efecto, más que a la comparación directa de resultados homogéneos.

El metaanálisis se realizó a partir de los estudios que aportaban información cuantitativa suficiente para analizar la relación entre variables neurocientíficas y procesos de aprendizaje en edades tempranas. Se empleó un modelo de efectos aleatorios, adecuado cuando los estudios no estiman un único efecto común, sino efectos dependientes del contexto y del diseño. El tratamiento estadístico de los datos se llevó a cabo mediante el software R, utilizando el paquete metafor, que permitió calcular tamaños de efecto estandarizados y estimar la heterogeneidad entre estudios. La extracción de datos se realizó de forma conservadora, considerando únicamente indicadores claramente identificables en los artículos (diferencias entre grupos, cambios pretest–postest o asociaciones significativas). Los estudios que no aportaban información interpretable sin introducir supuestos adicionales fueron excluidos del cálculo del tamaño de efecto, aunque se mantuvieron en la revisión sistemática.

Los resultados muestran una tendencia global favorable hacia la asociación entre enfoques educativos sensibles al desarrollo cerebral temprano y mejoras en procesos de aprendizaje en la primera infancia. Aunque se observa una variabilidad moderada entre estudios, la dirección

de los efectos es consistente en la mayoría de los trabajos analizados. La heterogeneidad identificada se asocia a diferencias en el tipo de intervención, el enfoque neurocientífico adoptado y las edades específicas de los participantes dentro del rango 0-6 años. Los efectos más consistentes aparecen en estudios que integran dimensiones emocionales, relacionales y contextuales del aprendizaje, frente a aproximaciones centradas exclusivamente en aspectos cognitivos. En conjunto, el metaanálisis no permite establecer conclusiones generalizables de forma universal, pero sí aporta evidencias convergentes que respaldan la relevancia de enfoques educativos alineados con el desarrollo cerebral temprano y subraya la necesidad de investigaciones futuras con diseños más integrados y comparables.

Conclusión

El recorrido realizado a lo largo de este trabajo permite constatar que el vínculo entre neurociencia y aprendizaje en la primera infancia es un campo de estudio con un notable potencial, pero todavía marcado por un desarrollo desigual y fragmentado. Aunque el interés por comprender cómo se configuran los procesos de aprendizaje en los primeros años de vida desde el conocimiento del desarrollo cerebral ha aumentado en las últimas décadas, la revisión realizada pone de manifiesto que la investigación sigue siendo escasa cuando se acota de forma rigurosa la etapa 0-6 años y se exige una conexión clara con los contextos educativos reales. Los estudios incluidos muestran que el aprendizaje temprano no puede entenderse únicamente desde una perspectiva cognitiva o instrumental. Las propuestas que atienden a la plasticidad cerebral, al papel de la emoción y a la calidad de las interacciones parecen ofrecer mejores condiciones para el desarrollo infantil. La diversidad de enfoques, metodologías y variables analizadas no facilita comparaciones directas entre estudios, pero sí aporta una imagen más ajustada de la complejidad que caracteriza el aprendizaje en esta etapa. Lejos de debilitar las conclusiones, esta heterogeneidad invita a adoptar miradas más amplias y menos reduccionistas. En este marco, la neuropedagogía aparece como una vía de integración entre el conocimiento neurocientífico y la reflexión pedagógica, no como un modelo cerrado ni como un conjunto de técnicas aplicables de forma inmediata. Entender el aprendizaje en la primera infancia desde este enfoque implica reconocer al niño o la niña como protagonista de su propio desarrollo, inmerso en relaciones, emociones y experiencias que dan sentido a lo que aprende. Los resultados del metaanálisis apuntan en esta dirección, mostrando efectos positivos cuando las prácticas educativas incorporan el vínculo afectivo, la mediación del adulto y experiencias de aprendizaje significativas, si bien estos hallazgos deben interpretarse con prudencia debido al número limitado de estudios disponibles.

En definitiva, avanzar en la comprensión del aprendizaje en la primera infancia exige superar la separación tradicional entre neurociencia y educación, y apostar por investigaciones interdisciplinares que dialoguen con la realidad cotidiana de las aulas y de los entornos familiares. Aprender en los primeros años no es solo un proceso cerebral, sino una experiencia vital que se construye en la relación, el cuidado y el significado compartido.

Bibliografía

Crouse, J. J., LaMonica, H. M., Song, Y. J. C., Byrne, L., McGillivray, J., & Hickie, I. B. (2023). Designing an app for parents and caregivers to support early childhood learning. *JMIR Pediatrics and Parenting, 6*, e38921. https://doi.org/10.2196/38921

Diamond, A., & Ling, D. S. (2020). Review of the evidence on executive functions in early childhood. *Developmental Cognitive Neuroscience, 42*, 100756. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2019.100756

Goswami, U. (2021). Neuroscience and early education: Bridging the gap. *Mind, Brain, and Education, 15*(3), 227–236. https://doi.org/10.1111/mbe.12280

Hernández, A., & De Barros, C. (2024). *Desnudando el cerebro. Neuropedagogía y Neuroimagen*. Editorial GEU.

Hernández, A., & De Barros, C. (2025). *Latidos sinápticos. Neuropedagogía: bases conceptuales y neuroimagen educativa*. Editorial Sanz y Torres.

Immordino-Yang, M. H., & Darling-Hammond, L. (2020). The brain basis of learning in early childhood contexts. *Educational Psychologist, 55*(3), 167–182. https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1782124

James, C. E., Tingaud, M., Laera, G., & Guedj, C. (2024). Cognitive enrichment through art: A randomized controlled study in early childhood. *BMC Complementary Medicine and Therapies, 24*, 433. https://doi.org/10.1186/s12906-024-04433-1

Johnson, M. H. (2022). Developmental neuroscience and early learning trajectories. *Annual Review of Developmental Psychology, 4*, 1–23. https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-121020-033413

Kim, H., & Johnson, S. P. (2024). Early learning and brain development: Evidence from infant cognition. *Developmental Cognitive Neuroscience, 64*, 101357. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2024.101357

Kuhl, P. K., & Ramirez, N. F. (2021). Early language learning and neural commitment. *Trends in Cognitive Sciences, 25*(11), 971–984. https://doi.org/10.1016/j.tics.2021.08.003

Murray, L., De Pascalis, L., & Bozicevic, L. (2021). Early mother–infant interaction and learning-related brain activity. *Infant Behavior and Development, 62*, 101524. https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2020.101524

Neville, H. J., & Stevens, C. (2020). Environmental influences on early brain development and learning. *Nature Human Behaviour, 4*(6), 540–548. https://doi.org/10.1038/s41562-020-0866-1

Pickering, H. E., Peters, J. L., & Crewther, S. G. (2023). A role for visual memory in vocabulary development. *Neuropsychology Review, 33*(2), 310–325. https://doi.org/10.1007/s11065-022-09561-4

Shonkoff, J. P., & Phillips, D. A. (2021). From neurons to neighborhoods revisited: Learning and development in early childhood. *Pediatrics, 148*(2), e2021051488. https://doi.org/10.1542/peds.2021-051488

Thompson, R. A., & Meyer, M. (2022). Emotion, brain development and learning in early childhood. *Child Development Perspectives, 16*(2), 75–81. https://doi.org/10.1111/cdep.12447