

Infancia, adolescencia, entornos digitales y neurodesarrollo

Childhood, adolescence, digital environment and neurodevelopment

Cristina Cordero-Castro 

Centro de Atención Integral al Neurodesarrollo Comienzo, Madrid, España

Resumen

Durante las últimas décadas, los entornos digitales se han incorporado progresivamente al ecosistema cotidiano en el que crecen y se desarrollan los niños y los adolescentes. Este cambio ha generado un creciente interés científico por comprender cómo la exposición temprana a dispositivos digitales podría influir en el neurodesarrollo. La infancia y la adolescencia son periodos de elevada plasticidad cerebral, durante los cuales los procesos de adquisición del lenguaje, desarrollo cognitivo y regulación emocional dependen en gran medida de la interacción con el entorno. Esta revisión narrativa analiza de manera crítica la evidencia científica disponible sobre la relación entre entornos digitales y diferentes dimensiones del neurodesarrollo a lo largo de la infancia y la adolescencia. Se revisan estudios longitudinales que han explorado asociaciones entre la exposición a pantallas y el desarrollo cognitivo temprano, así como posibles mecanismos mediadores, incluyendo alteraciones del sueño, desplazamiento de experiencias enriquecedoras para el desarrollo y cambios en los patrones de interacción de niños y cuidadores. Asimismo, se examinan estudios emergentes de neuroimagen que investigan posibles asociaciones entre exposición digital y organización cerebral en desarrollo. Aunque la evidencia disponible es mayoritariamente correlacional y presenta una considerable heterogeneidad metodológica, los hallazgos actuales sugieren que los entornos digitales podrían influir al menos de forma indirecta en el neurodesarrollo a través de modificaciones en la organización de las experiencias tempranas.

Palabras clave: Neurodesarrollo. Medios digitales. Exposición a pantallas. Desarrollo infantil. Plasticidad cerebral. Sueño.

Abstract

Over the past decades, digital environments have progressively become integrated into the everyday contexts in which children and adolescents grow and develop. This shift has generated increasing scientific interest in understanding how early exposure to digital devices may influence neurodevelopment. Childhood and adolescence represent periods of heightened brain plasticity, during which processes such as language acquisition, cognitive development, and emotional regulation are strongly shaped by environmental experiences. This narrative review critically examines the current scientific evidence regarding the relationship between digital environments and different dimensions of neurodevelopment across childhood and adolescence. Longitudinal studies exploring associations between screen exposure and early cognitive development are discussed, together with potential mediating mechanisms including sleep disturbances, displacement of developmentally enriching experiences, and changes in parent-child interaction patterns. Emerging neuroimaging studies investigating possible associations between digital media exposure and structural or functional brain organization are also reviewed. Although the available evidence is largely correlational and characterized by considerable methodological heterogeneity, current

Correspondencia:

Cristina Cordero-Castro

E-mail: cristinacorderocastro@gmail.com

1577-8843 / © 2026. Kranion. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 24-03-2026

Fecha de aceptación: 21-04-2026

DOI: 10.24875/KRANION.M26000128

Disponible en internet: 14-07-2026

Kranion. 2026;21(2):50-59

www.kranion.es

findings suggest that digital environments may influence neurodevelopment, at least indirectly, by modifying the organization of early experiences.

Keywords: Neurodevelopment. Digital media. Screen time. Child development. Brain plasticity. Sleep.

Introducción

Durante las últimas dos décadas, los entornos digitales se han incorporado progresivamente al ecosistema cotidiano en el que crecen y se desarrollan los niños y los adolescentes^{1,2}. El acceso a dispositivos móviles, plataformas audiovisuales y redes digitales se produce cada vez a edades más tempranas, y el tiempo dedicado a estas actividades constituye actualmente una proporción significativa del tiempo de ocio infantil en numerosos países^{1,2}.

El estudio de la relación entre entornos digitales y neurodesarrollo resulta especialmente relevante si se considera que la infancia y la adolescencia son periodos de elevada plasticidad cerebral^{3,4}. Durante la primera infancia se producen procesos intensos de sinaptogénesis, poda sináptica y mielinización que sustentan la adquisición de funciones fundamentales como el lenguaje, la atención y la cognición social^{3,4}. Por su parte, la adolescencia se caracteriza por una prolongada maduración de las redes frontoparietales y prefrontales implicadas en el control ejecutivo, la toma de decisiones y la regulación emocional⁵⁻⁷.

En los últimos años se ha descrito un incremento notable de los problemas de salud mental en la población infantojuvenil, fenómeno ampliamente reconocido tanto en la práctica clínica como en la literatura científica internacional^{8,9}. Este contexto ha reforzado la preocupación por el posible impacto de los entornos digitales en el bienestar psicológico de los niños y los adolescentes, y ha impulsado la adopción de diversas recomendaciones y medidas desde ámbitos clínicos, educativos y regulatorios¹⁰.

Sin embargo, la posible afectación directa del neurodesarrollo como proceso biológico resulta mucho más compleja de estudiar. El desarrollo cerebral es un proceso prolongado y dinámico cuya evaluación requiere estudios longitudinales de larga duración y la realización de diseños experimentales controlados que comparen exposición y no exposición a entornos digitales, lo que plantea importantes limitaciones metodológicas y éticas⁴.

A pesar de estas dificultades, en los últimos años se ha desarrollado un volumen creciente de investigación que explora la relación entre exposición a pantallas y diferentes dimensiones del desarrollo infantil.

Numerosos estudios longitudinales han encontrado asociaciones entre mayor exposición digital en la primera infancia y diferencias en indicadores del desarrollo cognitivo o lingüístico en etapas posteriores¹¹⁻¹⁵.

El objetivo de esta revisión narrativa es analizar de manera crítica la evidencia científica disponible sobre la relación entre entornos digitales y neurodesarrollo a lo largo de la infancia y la adolescencia, así como integrar los principales mecanismos potenciales que podrían mediar estas asociaciones.

Neurodesarrollo y ventanas críticas del desarrollo cerebral

El desarrollo cerebral durante la infancia se caracteriza por una intensa reorganización estructural y funcional del sistema nervioso central¹⁶⁻¹⁸. En los primeros años de vida se produce una rápida proliferación sináptica seguida de procesos de poda sináptica que contribuyen a la especialización progresiva de los circuitos neuronales¹⁶. Estos procesos, altamente dependientes de la experiencia ambiental, permiten la adquisición progresiva de habilidades cognitivas, lingüísticas y socioemocionales fundamentales para el aprendizaje y la adaptación al entorno^{17,18}.

El neurodesarrollo puede entenderse, por tanto, como un proceso dinámico en el que la organización de los circuitos cerebrales se ve modulada por las experiencias a las que el individuo se expone durante etapas sensibles del desarrollo^{19,20}, y depende, en gran medida, de la participación activa del mismo en contextos de interacción social, exploración del entorno y aprendizaje progresivo.

En este largo y complejo proceso existen periodos sensibles o ventanas de especial plasticidad, durante los cuales determinados circuitos cerebrales muestran una mayor capacidad de modificación en respuesta a la experiencia ambiental^{19,20}. Durante estas etapas, la exposición a estímulos específicos, como la interacción social, la estimulación lingüística y la exploración activa del entorno, contribuye de forma particularmente eficaz a la organización funcional de las redes neuronales implicadas en el lenguaje, la cognición social y las funciones ejecutivas^{21,22}. Cuando tales experiencias se producen fuera de estas ventanas de máxima

sensibilidad, el aprendizaje sigue siendo posible, pero suele ocurrir con menor eficiencia o mediante circuitos alternativos^{19,20}. Así, cualquier factor ambiental que modifique de forma sistemática la naturaleza o la frecuencia de estas experiencias tempranas podría, al menos teóricamente, influir en la organización de los circuitos cerebrales en desarrollo.

El desarrollo temprano del lenguaje constituye uno de los procesos más sensibles a la experiencia ambiental²⁰⁻²³. Diversos estudios han demostrado que la exposición a interacciones comunicativas recíprocas entre el niño y sus cuidadores desempeña un papel clave en la adquisición del lenguaje^{20,21}. Estas interacciones incluyen procesos de atención conjunta (*joint attention*), alternancia de turnos conversacionales y referencia compartida a objetos o eventos del entorno. La calidad y la frecuencia de estas interacciones contribuyen a la organización de redes neuronales implicadas en la comprensión y la producción del lenguaje^{21,22}.

Paralelamente, durante la infancia se consolidan redes frontoparietales implicadas en el control atencional y el desarrollo de funciones ejecutivas²⁴. Estas funciones incluyen habilidades como la inhibición conductual, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva, procesos que desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje, la regulación del comportamiento y la adaptación a demandas cognitivas crecientes.

La adolescencia representa otra etapa clave del neurodesarrollo. Durante este periodo continúa la maduración de la corteza prefrontal y de sus conexiones con regiones subcorticales implicadas en la motivación y el procesamiento de recompensas⁵⁻⁷. Estos cambios contribuyen al desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, incluyendo la planificación, la toma de decisiones y la regulación emocional.

Los posibles mecanismos a través de los cuales los entornos digitales podrían interactuar con el neurodesarrollo y la relación entre ellos se resumen en la [figura 1](#).

Exposición digital y desarrollo cognitivo en la infancia temprana

En este contexto de elevada plasticidad cerebral y fuerte influencia del entorno en el desarrollo temprano, la creciente presencia de dispositivos digitales en la vida cotidiana de los niños ha suscitado un notable interés por comprender hasta qué punto la exposición a estos entornos podría influir en la trayectoria del desarrollo cognitivo.

Los estudios poblacionales han documentado que la exposición a dispositivos digitales en la actualidad comienza con frecuencia durante los primeros años de vida y aumenta progresivamente a lo largo de la infancia²⁵⁻²⁷. Este fenómeno ha motivado un número creciente de investigaciones destinadas a explorar la posible relación entre el uso de pantallas y diferentes dimensiones del desarrollo infantil, incluyendo el lenguaje, la atención, las funciones ejecutivas y la conducta socioemocional²⁵⁻²⁹. En conjunto, estos estudios han descrito asociaciones modestas, pero consistentes, entre mayores niveles de exposición digital durante los primeros años de vida y puntuaciones ligeramente inferiores en algunas medidas de desarrollo cognitivo o conductual en evaluaciones posteriores²⁵⁻²⁹. Aunque los estudios son mayoritariamente observacionales y no implican causalidad, la convergencia de resultados en diferentes contextos poblacionales ha contribuido a situar el uso de medios digitales como un posible factor ambiental relevante en el estudio del desarrollo temprano.

Cabe destacar la descripción en dichos estudios de posibles factores de confusión, como el nivel educativo de los cuidadores, las prácticas de crianza o la disponibilidad de oportunidades de estimulación cognitiva en el hogar, que podrían influir simultáneamente tanto en los patrones de uso de medios digitales como en el desarrollo infantil.

Asimismo, algunos autores han señalado la posibilidad de relaciones bidireccionales, en las que determinadas características del desarrollo infantil podrían influir también en los patrones de uso de medios digitales, lo que complica la interpretación causal de las asociaciones observadas²⁷.

Entre los estudios más recientes destacan análisis derivados de grandes cohortes longitudinales internacionales, que representan una parte importante de la evidencia disponible en este campo. Los principales estudios que han explorado la relación entre exposición temprana a pantallas y desarrollo infantil se resumen en la [tabla 1](#) (estudios longitudinales) y en la [tabla 2](#) (revisiones sistemáticas y metaanálisis).

Antes incluso de la disponibilidad de estas cohortes recientes, algunos estudios pioneros ya habían sugerido una posible asociación entre la exposición temprana a medios audiovisuales, especialmente la televisión, y dificultades posteriores en el control atencional durante la infancia²⁵. No obstante, los tamaños de efecto observados en este tipo de estudios fueron modestos, y ya describían posibles factores de



Figura 1. Modelo conceptual de los posibles mecanismos mediante los cuales los entornos digitales pueden influir en el neurodesarrollo infantil y adolescente. Los entornos digitales (pantallas, redes sociales, videojuegos, contenido digital y uso parental de dispositivos) pueden influir en el neurodesarrollo a través de distintos mecanismos. Entre ellos se incluyen las alteraciones del sueño, el desplazamiento de experiencias enriquecedoras fundamentales para el desarrollo, la interferencia tecnológica en las interacciones familiares (*technoference*) y la estimulación digital intensa asociada a contenidos altamente gratificantes. Estos mecanismos podrían interactuar con distintos dominios del neurodesarrollo, incluyendo la regulación emocional, la cognición social, el sueño y la atención, con posibles efectos diferenciales según la etapa del desarrollo.

confusión relacionados con el entorno familiar, el nivel socioeconómico y los hábitos parentales.

Dentro de las cohortes actuales, como el *Japan Environment and Children's Study* (JECS), se han descrito asociaciones entre mayor tiempo de pantalla durante los primeros años de vida y peores resultados posteriores en dominios como comunicación, habilidades sociales y habilidades de la vida diaria durante la edad preescolar¹⁴. De forma similar, los estudios longitudinales en otras poblaciones han encontrado que trayectorias de exposición elevada a pantallas durante los primeros años de vida se asocian con puntuaciones más bajas en medidas de desarrollo cognitivo y socioemocional, especialmente en dominios como lenguaje, atención y memoria de trabajo²⁶⁻²⁹.

El desarrollo del lenguaje ha sido uno de los dominios más estudiados en este ámbito. Diversas revisiones sistemáticas y metaanálisis han descrito asociaciones entre mayor tiempo de exposición a pantallas durante la infancia temprana y menores habilidades lingüísticas^{26,27}. Sin embargo, los estudios presentan una considerable

heterogeneidad y sus resultados deben interpretarse teniendo en cuenta el contexto de uso de los dispositivos.

La literatura reciente sugiere que la exposición digital no debe considerarse como una experiencia homogénea. El tipo de contenido consumido, el grado de interacción durante el uso de dispositivos y la participación de los adultos en la experiencia digital del niño pueden modificar de manera significativa sus posibles efectos sobre el aprendizaje²⁵⁻²⁷. Algunos estudios han sugerido que el uso pasivo de contenido audiovisual podría asociarse con resultados diferentes de los observados cuando las pantallas se utilizan de forma interactiva o en contextos de covisionado con adultos^{1,23,25}.

Las funciones ejecutivas también han sido objeto de investigación en relación con el uso de pantallas. Algunos metaanálisis recientes han encontrado asociaciones pequeñas, pero significativas, entre mayor tiempo de exposición a pantallas y menor rendimiento en algunas medidas de funciones ejecutivas en la infancia temprana, incluyendo procesos como la

Tabla 1. Principales estudios longitudinales sobre exposición temprana a pantallas y desarrollo infantil

Autor, año	Cohorte/país	n	Edad de exposición	Medida de exposición	Desenlace de desarrollo evaluado	Ajuste por confusores	Hallazgo principal	Limitaciones principales
Christakis et al., 2004 ¹¹	<i>National Longitudinal Survey of Youth</i> , EE.UU.	1278	1-3 años	Horas/días de televisión (reporte parental)	Problemas atencionales a los 7 años	Factores socioeconómicos y características familiares	Mayor exposición temprana a televisión se asoció con mayor probabilidad de problemas atencionales posteriores	Contexto mediático previo al ecosistema digital actual
Pagani et al., 2010 ¹²	<i>Quebec Longitudinal Study of Child Development</i> , Canadá	1314	29 meses	Horas/día de televisión (reporte parental)	Rendimiento académico y conductual en primaria	Factores familiares y socioeconómicos	Mayor exposición temprana se asoció con menor rendimiento académico posterior	Medición basada en reporte parental sin caracterización del contenido mediático
Madigan et al., 2019 ¹³	Cohorte canadiense	2441	2-3 años	Tiempo total de pantalla	Desarrollo infantil (ASQ)	Factores socioeconómicos, educación materna y características familiares	Mayor tiempo de pantalla se asoció con puntuaciones inferiores en evaluaciones posteriores del desarrollo	Diseño observacional y medición basada en tiempo total de pantalla
Tamana et al., 2019 ¹⁵	<i>Child Cohort Study</i> , Canadá	2441	2-3 años	Tiempo total de pantalla	Síntomas de inatención en preescolar (CBCL)	Factores familiares y socioeconómicos	Asociación entre mayor tiempo de pantalla y mayor puntuación de inatención	Asociaciones pequeñas y medición basada en tiempo total de pantalla
Takahashi et al., 2023 ¹⁴	<i>Japan Environment and Children's Study</i> (JECS), Japón	7097	12 meses	Categorías de tiempo de pantalla	Comunicación, habilidades sociales y resolución de problemas a los 2 y 4 años	Nivel educativo parental, ingresos familiares	Mayor tiempo de pantalla se asoció con mayor riesgo de retrasos en comunicación y resolución de problemas	Diseño observacional y medición basada en categorías de tiempo de pantalla

Los estudios incluidos corresponden a cohortes longitudinales poblacionales que han explorado la asociación entre exposición temprana a pantallas o medios audiovisuales y distintos indicadores del desarrollo infantil en evaluaciones posteriores. En la mayoría de los estudios, la exposición se estimó mediante cuestionarios parentales sobre el tiempo diario de uso de pantallas.

memoria de trabajo, la inhibición conductual y la flexibilidad cognitiva²⁶⁻²⁹.

Globalmente, la literatura disponible sugiere que mayores niveles de exposición digital durante la primera infancia se asocian con diferencias en diversos dominios del desarrollo cognitivo. Aunque la magnitud de estas asociaciones suele ser pequeña y los estudios disponibles no permiten establecer relaciones causales, la convergencia de resultados en múltiples cohortes poblacionales sugiere que la exposición

digital constituye un factor ambiental potencialmente relevante en la organización de las experiencias tempranas que sustentan el desarrollo infantil²⁵⁻²⁹.

No obstante, los mecanismos subyacentes a estas asociaciones siguen siendo objeto de debate. Entre los posibles mecanismos que podrían explicar estas relaciones (Fig. 1) se encuentran la alteración de las rutinas de sueño asociada al uso de pantallas²⁸⁻³⁰, el desplazamiento de experiencias enriquecedoras relevantes para el desarrollo y la estimulación cognitiva temprana²⁰⁻²³,

Tabla 2. Revisiones sistemáticas y metaanálisis sobre exposición digital y desarrollo infantil

Autor, año	Tipo de estudio	N.º de estudios incluidos	Población	Desenlace analizado	Principales hallazgos	Limitaciones señaladas
Madigan et al., 2019 ¹³	Metaanálisis	42	Primera infancia	Desarrollo cognitivo y conductual	Mayor tiempo de pantalla se asoció con puntuaciones ligeramente inferiores en algunas medidas de desarrollo	Heterogeneidad metodológica entre estudios
Massaroni et al., 2023 ²⁵	Revisión sistemática	19	Niños < 6 años	Desarrollo del lenguaje	Mayor exposición a pantallas se asoció con peores resultados lingüísticos en varios estudios	Variabilidad en la medición de exposición digital
Mallawaarachchi et al., 2024 ²⁶	Revisión sistemática	33	Infancia temprana	Desarrollo cognitivo y socioemocional	Evidencia heterogénea con asociaciones pequeñas e inconsistentes	Diseños observacionales predominantes
Nwachukwu et al., 2025 ²⁷	Revisión sistemática	27	Infancia temprana	Desarrollo cognitivo y lenguaje	El impacto de las pantallas depende del contexto de uso y la interacción con cuidadores	Escasez de estudios longitudinales de alta calidad

La tabla resume revisiones sistemáticas y metaanálisis recientes que han evaluado la relación entre exposición a pantallas o medios digitales y distintas dimensiones del desarrollo infantil, incluyendo el lenguaje, el desarrollo cognitivo y el funcionamiento socioemocional. En conjunto, estos trabajos describen asociaciones generalmente pequeñas y hay una considerable heterogeneidad metodológica entre ellos.

las posibles modificaciones en los patrones de interacción de los niños y sus cuidadores derivadas del uso de dispositivos digitales (*technoference*)³¹.

El sueño como mecanismo mediador

El sueño desempeña un papel fundamental en el desarrollo cerebral a lo largo de la infancia y la adolescencia²⁸⁻³⁰. Durante el sueño se producen procesos esenciales para la consolidación de la memoria, la reorganización sináptica y la regulación emocional, todos ellos implicados en el aprendizaje y en la maduración de diversas funciones cognitivas²⁸⁻³⁰. Por este motivo, las alteraciones en la duración o la calidad del sueño durante el desarrollo se han asociado con dificultades en la atención, el rendimiento académico y la regulación conductual²⁸⁻²⁹.

Uno de los hallazgos más consistentes de la literatura sobre medios digitales en población pediátrica es la asociación entre el uso de pantallas y diferentes alteraciones del sueño^{28,29}. Algunas revisiones sistemáticas y metaanálisis han mostrado que una proporción significativa de los estudios disponibles encuentra asociaciones entre mayor exposición a pantallas y menor duración del sueño, mayor latencia de inicio del sueño y peor calidad subjetiva del descanso nocturno^{28,29}.

Se han propuesto distintos mecanismos para explicar estas asociaciones. Uno de ellos es la exposición a la luz emitida por las pantallas durante las horas

previas al sueño. La luz azul puede influir en la regulación del ritmo circadiano mediante la supresión de la secreción de melatonina, una hormona clave en la regulación del ciclo sueño-vigilia³⁰. Este efecto podría retrasar el inicio del sueño cuando los dispositivos se utilizan durante la noche.

Otro mecanismo potencial se relaciona con la activación cognitiva y emocional asociada a determinados contenidos digitales. Actividades como los videojuegos o el consumo de contenidos altamente estimulantes pueden incrementar el nivel de alerta fisiológica antes de dormir, dificultando la transición hacia el sueño^{28,29}. Asimismo, el uso prolongado de dispositivos puede desplazar el horario habitual de acostarse, reduciendo el tiempo total disponible para dormir^{28,29}.

Dado el papel del sueño en múltiples procesos del neurodesarrollo, las alteraciones del descanso asociadas al uso de dispositivos digitales podrían actuar como un mecanismo mediador a través del cual los entornos digitales influyen indirectamente en diferentes dominios del desarrollo cognitivo.

Desplazamiento de experiencias y coste de oportunidad

Una de las hipótesis con mayor respaldo en la literatura actual es la del desplazamiento de experiencias (*displacement of experiences*), estrechamente relacionada con el concepto de coste de oportunidad

(*opportunity cost*) aplicado al desarrollo infantil^{26,27}. Según este enfoque, al menos parte de las asociaciones observadas entre entornos digitales y desarrollo infantil podría explicarse por mecanismos indirectos relacionados con la organización del tiempo y la calidad de las experiencias cotidianas durante la infancia. El tiempo de uso de dispositivos digitales puede competir con la participación en experiencias fundamentales para el desarrollo cognitivo y socioemocional^{21-23,26,27}. Este desplazamiento temporal podría traducirse en una menor exposición a interacciones y experiencias cotidianas clave para el desarrollo, como la interacción verbal con adultos, el juego libre o la lectura compartida, actividades que desempeñan un papel central en la estimulación lingüística, el aprendizaje social y la regulación conductual.

Un segundo mecanismo potencialmente relevante es la denominada interferencia tecnológica (*technoferece*)³¹. Este término hace referencia a las interrupciones en la interacción familiar provocadas por el uso de dispositivos digitales por parte de los adultos³¹. Algunos estudios han documentado que el uso de *smartphones* por los padres durante momentos de interacción cotidiana puede reducir la frecuencia y la calidad de las interacciones con los hijos, incluyendo el contacto visual, la comunicación verbal y la capacidad de respuesta parental (*parental responsiveness*)³¹. Durante los primeros años de vida, las interacciones contingentes entre el niño y sus cuidadores constituyen un mecanismo fundamental para la adquisición del lenguaje, el aprendizaje social y la regulación emocional^{23,24}. Por ello, cualquier factor que reduzca la calidad o la frecuencia de estas interacciones podría tener implicaciones para el desarrollo.

Evidencia neurobiológica emergente sobre exposición digital y desarrollo cerebral

El cerebro infantil se caracteriza por una elevada capacidad de reorganización estructural y funcional en respuesta a las experiencias del entorno¹⁹. Este fenómeno, conocido como plasticidad cerebral, permite que las redes neuronales se adapten y especialicen en función de las demandas cognitivas, sociales y sensoriales a las que el niño está expuesto durante el desarrollo¹⁷⁻¹⁹.

Numerosos estudios en neurociencia del desarrollo han demostrado que las experiencias ambientales durante la infancia pueden influir de manera significativa en la organización de circuitos cerebrales implicados en

el lenguaje, la memoria y las funciones ejecutivas¹⁹⁻²². Entre estos factores se incluyen la estimulación lingüística temprana, la interacción social recíproca, el juego exploratorio y la participación en actividades cognitivamente estimulantes, que se han asociado con cambios en la conectividad y la eficiencia de redes cerebrales relevantes para el aprendizaje^{24,25}.

Los entornos digitales pueden entenderse como un elemento más dentro del conjunto de experiencias ambientales que configuran el desarrollo cerebral. Gracias a los avances en técnicas de neuroimagen, algunos estudios han comenzado a explorar si las diferencias en los patrones de exposición a medios digitales podrían asociarse también con variaciones en la organización estructural o funcional del cerebro en desarrollo³²⁻³⁴. Los principales estudios que han explorado estas asociaciones mediante técnicas de neuroimagen aparecen resumidos en la [tabla 3](#).

Uno de los primeros estudios que abordó esta relación utilizó técnicas de resonancia magnética por difusión para examinar la integridad de la sustancia blanca en niños preescolares. Se observó que una mayor exposición a medios basados en pantallas se asociaba con diferencias en la microestructura de los tractos de la sustancia blanca implicados en los procesos de lenguaje y alfabetización emergente³². Los autores describieron asociaciones entre mayor tiempo de pantalla y menor integridad en vías frontotemporales relacionadas con habilidades lingüísticas tempranas. No obstante, debido al tamaño relativamente pequeño de la muestra y al diseño transversal del estudio, los resultados deben interpretarse con cautela y no permiten establecer relaciones causales directas.

Otros estudios han explorado estas asociaciones en muestras poblacionales de mayor tamaño. Los datos procedentes de la cohorte *Adolescent Brain Cognitive Development* (ABCD), uno de los mayores estudios longitudinales de neuroimagen en población infantil, han mostrado asociaciones entre determinadas formas de actividad digital y variaciones en la organización estructural y funcional del cerebro^{33,34}. Algunos análisis derivados de esta cohorte han identificado relaciones entre mayor exposición a pantallas y diferencias en regiones corticales implicadas en los procesos de atención, control cognitivo y procesamiento de recompensas³⁴.

Otras investigaciones han explorado también posibles correlatos neurobiológicos a través de estudios electroencefalográficos. En la cohorte singapurense *Growing Up in Singapore Towards Healthy Outcomes* (GUSTO), una mayor exposición a pantallas durante el

Tabla 3. Estudios neurobiológicos sobre exposición digital y desarrollo cerebral

Autor, año	Cohorte, país	n	Edad	Técnica	Medida de exposición	Hallazgo principal	Limitaciones
Hutton et al., 2020 ³²	Cohorte pediátrica, EE.UU.	47	3-5 años	Resonancia magnética por difusión	Tiempo de pantalla (cuestionario parental)	Mayor exposición a pantallas se asoció con menor integridad de tractos de sustancia blanca implicados en lenguaje y alfabetización emergente	Tamaño muestral pequeño, diseño transversal
Casey et al., 2018 (ABCD Study) ³³	<i>Adolescent Brain Cognitive Development Study</i> , EE.UU.	> 11.000	9-10 años	Resonancia magnética estructural y funcional (protocolo multimodal)	Variables ambientales y conductuales recogidas en la cohorte (incluyendo uso de medios digitales)	Descripción del protocolo estandarizado de adquisición de neuroimagen en una gran cohorte longitudinal diseñada para estudiar factores ambientales, conductuales y biológicos del desarrollo cerebral	Artículo metodológico sin análisis específico de asociaciones entre exposición digital y marcadores neurobiológicos
Paulus et al., 2019 (ABCD análisis) ³⁴	<i>Adolescent Brain Cognitive Development Study</i> , EE.UU.	> 11.000	9-10 años	Neuroimagen estructural (resonancia magnética)	Uso de medios digitales (autorreporte)	Mayor actividad mediática digital se asoció con menor grosor cortical en regiones frontales implicadas en control cognitivo	Diseño transversal, medición basada en autorreporte de uso digital
Law et al., 2023 (GUSTO Cohort) ³⁵	<i>Growing Up in Singapore Towards Healthy Outcomes</i> , Singapur	≈ 500	12-18 meses	Electroencefalografía	Exposición temprana a pantallas	Diferencias en marcadores electrofisiológicos del desarrollo cerebral asociadas con mayor exposición digital temprana	Evidencia preliminar, asociaciones observacionales

La tabla resume los estudios que han explorado las asociaciones entre exposición a medios digitales y marcadores neurobiológicos del desarrollo cerebral mediante técnicas de neuroimagen o electrofisiología. La evidencia disponible es todavía limitada y predominantemente correlacional.
 ABCD: *Adolescent Brain Cognitive Development*; GUSTO: *Growing Up in Singapore Towards Healthy Outcomes*.

primer año de vida se asoció con diferencias en marcadores electrofisiológicos del desarrollo cerebral en la infancia temprana, así como con diferencias posteriores en funciones atencionales y ejecutivas durante la edad escolar³⁵ (Tabla 3).

Aunque la evidencia disponible sigue siendo limitada y no permite establecer relaciones causales, estos estudios empiezan a delinear posibles mecanismos neurobiológicos que podrían mediar la relación entre la exposición digital temprana y distintos aspectos del desarrollo cognitivo.

Entornos digitales y neurodesarrollo durante la adolescencia

La adolescencia constituye otra etapa clave del neurodesarrollo caracterizada por una prolongada

reorganización estructural y funcional del cerebro⁵⁻⁷. Durante este periodo continúa la maduración de la corteza prefrontal y de las redes frontoparietales implicadas en el control cognitivo, mientras que las regiones subcorticales relacionadas con la motivación y el procesamiento de recompensas muestran una elevada sensibilidad funcional^{6,7}. Esta asincronía relativa entre los sistemas de control cognitivo y los circuitos de recompensa ha sido ampliamente descrita en la literatura de neurociencia del desarrollo y se ha propuesto como uno de los factores que contribuyen a los cambios conductuales característicos de esta etapa⁵⁻⁷.

En paralelo a estos procesos neurobiológicos, la adolescencia se asocia con una expansión significativa del uso autónomo de tecnologías digitales^{8,9}. A diferencia de la infancia temprana, en la que el consumo de contenidos suele estar mediado por los adultos, los

adolescentes acceden de forma más independiente a plataformas digitales, redes sociales, videojuegos y entornos interactivos. Este cambio en los patrones de uso ha generado un creciente interés por comprender cómo la exposición prolongada a estos entornos podría interactuar con los procesos de maduración cerebral propios de esta etapa.

Aunque existe una amplia literatura sobre el uso de entornos digitales durante la adolescencia, muchos de los estudios se han centrado principalmente en aspectos relacionados con la salud mental, el bienestar psicológico o el uso problemático de Internet^{8,9}. Los estudios que analizan específicamente la relación entre exposición digital y procesos de neurodesarrollo durante esta etapa siguen siendo relativamente limitados.

Algunos estudios han sugerido que determinadas formas de actividad digital, en especial aquellas que implican una alta estimulación sensorial, recompensas inmediatas o multitarea digital, podrían influir en procesos relacionados con la atención sostenida, el control cognitivo y la regulación del comportamiento^{8,9}. Desde una perspectiva neurobiológica, se ha planteado que la exposición frecuente a estímulos digitales altamente gratificantes podría interactuar con los sistemas dopaminérgicos implicados en el procesamiento de recompensas^{6,7}.

No obstante, la evidencia empírica disponible en este ámbito sigue siendo heterogénea y en gran medida correlacional. Muchos estudios presentan diseños transversales y utilizan medidas autorreportadas de uso digital, lo que dificulta establecer relaciones causales entre el uso de tecnologías digitales y cambios específicos en el desarrollo cognitivo o cerebral durante la adolescencia^{8,9}.

Algunos análisis recientes derivados de grandes cohortes longitudinales, como el estudio *Adolescent Brain Cognitive Development* (ABCD), han comenzado a explorar la relación entre diferentes patrones de actividad digital, rendimiento cognitivo y características estructurales o funcionales del cerebro adolescente^{33,34}. Aunque algunos resultados sugieren asociaciones entre determinadas formas de uso digital y variaciones en las redes cerebrales implicadas en el control cognitivo o el procesamiento de recompensas, estos hallazgos deben interpretarse con cautela debido a la complejidad de los factores ambientales y sociales que influyen simultáneamente en el desarrollo durante esta etapa.

En conjunto, la adolescencia representa un periodo en especial sensible, en el cual la interacción de maduración cerebral, experiencias sociales y exposición a entornos digitales podría contribuir a configurar trayectorias de desarrollo cognitivo y conductual. Sin embargo,

comprender con mayor precisión estas relaciones requerirá estudios longitudinales que integren medidas objetivas de uso digital, evaluación neurocognitiva detallada y técnicas avanzadas de neuroimagen.

Conclusiones

La relación entre entornos digitales y neurodesarrollo infantil debe entenderse como el resultado de una interacción compleja de factores biológicos, ambientales y conductuales¹⁷⁻¹⁹.

Más allá de los posibles efectos directos de la exposición a pantallas, la presencia creciente de dispositivos digitales en la vida cotidiana puede modificar la organización de las experiencias tempranas que sustentan el desarrollo cerebral^{17-19,23-25}.

Durante los primeros años de la vida, procesos como la adquisición del lenguaje, la regulación emocional o el desarrollo de las funciones ejecutivas dependen en gran medida de la interacción social directa, el juego activo, la exploración del entorno y la estimulación lingüística^{23,24}, elementos que constituyen pilares fundamentales del enriquecimiento ambiental.

Aunque la evidencia sobre efectos directos de la exposición digital sigue siendo limitada, los hallazgos sugieren asociaciones que merecen ser investigadas con mayor profundidad²⁵⁻²⁷. En este contexto de incertidumbre científica, y considerando la elevada plasticidad del cerebro en desarrollo, resulta razonable adoptar un enfoque prudente en relación con la exposición a entornos digitales en la infancia y la adolescencia¹⁰.

Desde una perspectiva clínica, los datos refuerzan la importancia de promover entornos de desarrollo ricos en interacción social, juego activo y experiencias cognitivamente estimulantes durante la infancia^{23,24}. Mientras se amplía la evidencia científica disponible, resulta razonable alinearse con las recomendaciones de las principales sociedades pediátricas internacionales, que coinciden en evitar la exposición a pantallas durante los primeros años de vida y promover un uso limitado, mediado y contextualizado de las tecnologías digitales en etapas posteriores¹⁰.

Futuras investigaciones deberán incorporar diseños longitudinales con medidas objetivas de exposición digital, así como estudios de neuroimagen y aproximaciones multimodales que permitan esclarecer con mayor precisión los mecanismos.

Agradecimientos

La autora agradece al Dr. David Ezpeleta la invitación para elaborar esta revisión.

Financiación

El presente trabajo no ha recibido ninguna subvención oficial, beca o apoyo de un programa de investigación destinados a la redacción de su contenido.

Conflicto de intereses

La autora declara no tener conflicto de intereses en relación con el contenido del trabajo.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. La autora declara que para este trabajo no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. La autora declara que utilizó inteligencia artificial generativa para la organización de las referencias y ajustes menores de estilo.

Referencias

- Radesky JS, Schumacher J, Zuckerman B. Mobile and interactive media use by young children: the good, the bad, and the unknown. *Pediatrics*. 2015;135:1-3.
- World Health Organization. Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age. Geneva: WHO; 2019.
- Huttenlocher PR, Dabholkar AS. Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *J Comp Neurol*. 1997;387:167-78.
- Stiles J, Jernigan TL. The basics of brain development. *Neuropsychol Rev*. 2010;20:327-48.
- Blakemore SJ, Choudhury S. Development of the adolescent brain. *J Child Psychol Psychiatry*. 2006;47:296-312.
- Steinberg L. A social neuroscience perspective on adolescent risk-taking. *Dev Rev*. 2008;28:78-106.
- Galvan A. The teenage brain: sensitivity to rewards. *Curr Dir Psychol Sci*. 2010;19:88-93.
- Odgers CL, Jensen MR. Adolescent mental health in the digital age: facts, fears, and future directions. *J Child Psychol Psychiatry*. 2020;61:336-48.
- Orben A, Przybylski AK. The association between adolescent well-being and digital technology use. *Nat Hum Behav*. 2019;3:173-82.
- Council on Communications and Media. Media and young minds. *Pediatrics*. 2016;138:e20162591.
- Christakis DA, Zimmerman FJ, DiGiuseppe DL, McCarty CA. Early television exposure and subsequent attentional problems in children. *Pediatrics*. 2004;113:708-13.
- Pagani LS, Fitzpatrick C, Barnett TA, Dubow E. Prospective associations between early childhood television exposure and academic, psychosocial, and physical well-being by middle childhood. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2010;164:425-31.
- Madigan S, Browne D, Racine N, Mori C, Tough S. Association between screen time and children's performance on a developmental screening test. *JAMA Pediatr*. 2019;173:244-50.
- Takahashi I, Obara T, Ishikuro M, Murakami K, Ueno F, Noda A, et al. Screen time at age 1 year and communication and problem-solving developmental delay at 2 and 4 years. *JAMA Pediatr*. 2023;177:1039-46.
- Tamana SK, Ezeugwu V, Chikuma J, Lefebvre DL, Azad MB, Moraes TJ, et al. Screen-time is associated with inattention problems in preschoolers. *JAMA Pediatr*. 2019;173:1176-83.
- Johnson MH. Interactive specialization: a domain-general framework for human functional brain development. *Dev Cogn Neurosci*. 2011;1:7-21.
- Knudsen EI. Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *J Cogn Neurosci*. 2004;16:1412-25.
- Hensch TK. Critical period plasticity in local cortical circuits. *Nat Rev Neurosci*. 2005;6:877-88.
- Kolb B, Gibb R. Brain plasticity and behaviour in the developing brain. *J Can Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2011;20:265-76.
- Kuhl PK. Early language acquisition: cracking the speech code. *Nat Rev Neurosci*. 2004;5:831-43.
- Romeo RR, Leonard JA, Robinson ST, West MR, Mackey AP, Rowe ML, et al. Beyond the 30-million-word gap: children's conversational exposure is associated with language-related brain function. *Psychol Sci*. 2018;29:700-10.
- Gilkerson J, Richards JA, Warren SF, Montgomery JK, Greenwood CR, Kimbrough Oller D, et al. Mapping the early language environment using all-day recordings and automated analysis. *Am J Speech Lang Pathol*. 2017;26:248-65.
- Tamis-LeMonda CS, Kuchirko Y, Song L. Why is infant language learning facilitated by parental responsiveness? *Curr Dir Psychol Sci*. 2014;23:121-6.
- Diamond A. Executive functions. *Annu Rev Psychol*. 2013;64:135-68.
- Massaroni V, Delle Donne V, Marra C, Arcangeli V, Chieffo DPR. The relationship between language and technology: how screen time affects language development in early life – a systematic review. *Brain Sci*. 2023;14:27.
- Mallawaarachchi S, Burley J, Mavilidi MF, Howard SJ, Straker L, Kervin L, et al. Early childhood screen use contexts and cognitive and psychosocial outcomes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatr*. 2024;178:1017-26.
- Nwachukwu EC, Nigam A, Sekar Lakshmisai S, Sakarkar P, Bheemane NI, Malasevskia IA. Impact of screen time on language development and vocabulary acquisition in early childhood: a systematic review. *Cureus*. 2025;17:e97429.
- Carter B, Rees P, Hale L, Bhattacharjee D, Paradkar MS. Association between portable screen-based media device access or use and sleep outcomes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatr*. 2016;170:1202-8.
- Hale L, Guan S. Screen time and sleep among school-aged children and adolescents. *Sleep Med Rev*. 2015;21:50-8.
- Chang AM, Aeschbach D, Duffy JF, Czeisler CA. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2015;112:1232-7.
- McDaniel BT, Radesky JS. Technoference: parent distraction with technology and associations with child behavior problems. *Child Dev*. 2018;89:100-9.
- Hutton JS, Dudley J, Horowitz-Kraus T, DeWitt T, Holland SK. Associations between screen-based media use and brain white matter integrity in preschool-aged children. *JAMA Pediatr*. 2020;174:e193869.
- Casey BJ, Cannonier T, Conley MI, Cohen AO, Barch DM, Heitzeg MM, et al. The Adolescent Brain Cognitive Development (ABCD) study: imaging acquisition across 21 sites. *Dev Cogn Neurosci*. 2018;32:43-54.
- Paulus MP, Squeglia LM, Bagot K, Jacobus J, Kuplicki R, Breslin FJ, et al. Screen media activity and brain structure in youth: evidence from the ABCD study. *Lancet Child Adolesc Health*. 2019;3:265-75.
- Law EC, Han MX, Lai Z, Lim S, Ong ZY, Ng V, et al. Associations between infant screen use, electroencephalography markers, and cognitive outcomes. *JAMA Pediatr*. 2023;177:311-8.