

**Desarrollo infantil en entornos educativos mediados por Inteligencia Artificial:
articulación del juego y la evaluación formativa**

Child development in educational environments mediated by artificial intelligence:
integrating play and formative assessment

Yomaira Mariela Alcivar Mendoza <https://orcid.org/0009-0002-6134-6622>

yomaira.alcivar@educacion.gob.ec

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura

Pullopaxi Chuquimarca Narcisa Isabel <https://orcid.org/0009-0007-2423-5559>

isabel.pullo1990@gmail.com

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura

Karina Gisella Astudillo Fajardo <https://orcid.org/0009-0009-2218-107X>

kar.astudillo1995@gmail.com

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura

Carmita Elizabeth Fajardo Lopez <https://orcid.org/0009-0007-5019-7242>

carmita.fajardo@educacion.gob.ec

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura

Maria Emperatriz Castillo Carchi <https://orcid.org/0009-0002-4277-5034>

mecastilloc@sfelipeneri.edu.ec

Unidad Educativa San Felipe Neri

Recibido: 15 julio 2026

Aceptado: 15 octubre 2026

URL: <https://relaticpanama.org/journals/index.php/educaf5-berit/article/view/251>

DOI: <https://doi.org/10.66707/x5d2fr18>

Resumen

El desarrollo integral durante la Educación Inicial requiere propuestas pedagógicas capaces de articular experiencias lúdicas, mediación docente, evaluación continua y recursos tecnológicos de manera coherente con las características de la primera infancia. El objetivo de este estudio fue analizar los cambios observados en el desarrollo infantil global entre las mediciones pretest y postest y examinar la asociación entre el grado de integración de un ecosistema educativo basado en inteligencia artificial mediada pedagógicamente, aprendizaje lúdico y evaluación formativa y los resultados de desarrollo. Se desarrolló un estudio cuantitativo, analítico y longitudinal, con diseño preexperimental de un solo grupo. Participaron 369 niños de tres a cinco años, pertenecientes a 34 aulas de 18 instituciones educativas fiscales de Manabí y Los Ríos, Ecuador. La intervención se desarrolló durante 12 semanas, con 24 sesiones. El desarrollo global se evaluó antes y después de la intervención, mientras que la integración del ecosistema se examinó mediante indicadores de IA mediada, aprendizaje lúdico y evaluación formativa. La puntuación media aumentó de 65.29 (DE = 9.39) en el pretest a 69.29 (DE = 10.88) en el postest, con una diferencia media de 4.00 puntos, $t(368) = 16.83$, $p < .001$, y un tamaño del cambio elevado, $d_{z} = 0.88$. El índice de integración se asoció positivamente con el desarrollo postest ($r = .210$, $p < .001$) y con la ganancia ($r = .205$, $p < .001$). En el modelo ajustado, el índice

mantuvo una asociación positiva con el posttest, aunque el desarrollo inicial fue el predictor estadístico de mayor magnitud. Se concluye que se produjo un cambio favorable en el desarrollo global y que una mayor integración del ecosistema se relacionó con mejores resultados; sin embargo, el diseño de un solo grupo no permite atribuir causalmente estos cambios a la intervención.

Palabras clave: educación inicial; inteligencia artificial; aprendizaje lúdico; evaluación formativa; desarrollo infantil.

Abstract

Comprehensive development in early childhood education requires pedagogical approaches that coherently integrate playful experiences, teacher mediation, continuous assessment, and technological resources in ways appropriate to young children. This study aimed to analyze observed changes in overall child development between pretest and posttest measurements and to examine the association between the degree of integration of an educational ecosystem based on pedagogically mediated artificial intelligence, playful learning, and formative assessment and developmental outcomes. A quantitative, analytical, longitudinal study with a single-group pre-experimental design was conducted. Participants were 369 children aged three to five years from 34 classrooms across 18 public educational institutions in Manabí and Los Ríos, Ecuador. The intervention was implemented over 12 weeks and comprised 24 sessions. Overall child development was assessed before and after the intervention, while ecosystem integration was examined through indicators of AI-mediated learning, playful learning, and formative assessment. The mean score increased from 65.29 (SD = 9.39) at pretest to 69.29 (SD = 10.88) at posttest, with a mean difference of 4.00 points, $t(368) = 16.83$, $p < .001$, and a large standardized change, $d_{z} = 0.88$. The integration index was positively associated with posttest development ($r = .210$, $p < .001$) and developmental gain ($r = .205$, $p < .001$). In the adjusted model, the integration index remained positively associated with posttest development, although baseline development was the strongest statistical predictor. The findings indicate a favorable change in overall child development and an association between greater ecosystem integration and better developmental outcomes; however, the single-group design does not support causal attribution of these changes to the intervention.

Keywords: early childhood education; artificial intelligence; playful learning; formative assessment; child development.

Introducción

La Educación Inicial es una etapa muy relevante para el desarrollo de capacidades cognitivas, lingüísticas, comunicativo-expresivas, socio-emocionales y el desarrollo de la autonomía, que se vinculan de manera progresiva mediante las experiencias cotidianas de aprendizaje. En esta etapa, el desarrollo infantil no puede entenderse como un proceso de adquisición de conocimientos académicos descontextualizados, sino como un proceso multitensional que incluye comunicación, auto-regulación, interacción social, exploración y participación. En este sentido, esta visión toma especial relevancia durante la etapa de los tres a los cinco años de vida, en la que las experiencias pedagógicas han de llegar a atender las características evolutivas de las niñas y los niños y promover la participación activa y la interacción con sus iguales, con los adultos y con su contexto. Existen evidencias de la relación en competencias socio-emocionales preescolares respecto a resultados posteriores de aprendizaje y conducta (Martinsone et al., 2022), así como que, en relación con ello, las intervenciones en este sentido han propiciado la mejora de competencias en los niños y las niñas, lo cual queda condicionado por las características de la intervención y del contexto (Hosokawa et al., 2023). La importancia de la mediación educativa también se reconoce en la prevención de situaciones que afectan a la convivencia escolar. En este sentido, Tello Mayorga et al. (2025) abordan el papel del orientador educativo y los modelos de intervención basados en evidencias al servicio de la prevención del acoso escolar, aportando una visión complementaria en relación a la necesidad de promover entornos educativos seguros y propicios para el desarrollo socioemocional.

Dentro de esta concepción multidimensional, el juego representa un aspecto pedagógico importante puesto que va planteando la exploración, la comunicación, la resolución de problemas y la interacción social. La evidencia no apoya una clara oposición entre el juego libre y la enseñanza dirigida, ya que el juego guiado con la participación activa del adulto puede facilitar determinados aprendizajes y dimensiones del desarrollo, aunque sus efectos pueden variar según el resultado evaluado y la condición a la que comparar (Skene et al., 2022). Por lo tanto, es importante lo que se llama la calidad de la mediación. Las interacciones docente-niño en actividades de ciencias lúdicas suponen una influencia sobre la calidad de la experiencia educativa (Guarrella et al., 2022), así como los entornos de juego digital también pueden propiciar oportunidades de interacción social entre niños (Disney & Geng, 2022). Esta aproximación también se compatibiliza con investigaciones sobre el juego y el desarrollo cognitivo y socioemocional en Educación Inicial (Bustamante Mora et al., 2024), así como con metodologías activas (role play) vinculadas a la creatividad, al pensamiento crítico, a la comunicación o a la cooperación (Bernal Párraga et al., 2024). El potencial de aprendizaje de estas experiencias también depende de la labor del profesorado a la hora de observar la conducta del aprendizaje en el momento en que tiene lugar y utilizar esa información sobre la conducta para tomar decisiones pedagógicas. En Educación Inicial esto conlleva, por tanto, un gran

sentido a la evaluación del aprendizaje para el aprendizaje y a los procedimientos de evaluación de tipo observacional y contextualizado. La evaluación del aprendizaje del alumnado para el aprendizaje podrá llevarse a cabo de manera matriz con el juego y generará evidencias continuas del aula que permitan la toma de decisiones del profesorado (Guarrella et al., 2023), mientras que las prácticas de evaluación del aprendizaje para el aprendizaje se articulan con procesos de observación y reflexión pedagógica (Aras, 2024). Las plataformas digitales pueden contribuir a dar cabida y aumentar las posibilidades de seguimiento y retroalimentación, si se responde a una finalidad pedagógica bien determinada (Quiroz Moreira et al., 2024).

La observación estructurada documenta comportamientos que salvan experiencias auténticas en educación. Los instrumentos observacionales establecidos para distintos contextos de aula (es decir, el aula de infantil, el aula de educación física, el aula de lengua y literatura, etc.) demuestran que la observación sistemática puede llegar a dar la información analíticamente utilizable, sin que esto implique necesariamente que hay una prueba diagnóstica (Greenfield et al., 2024); la oferta de instrumentos para observar el juego en edad preescolar obliga a especificar qué dimensión se observa, con qué procedimiento y con qué finalidad interpretativa requiere (Rebelo et al., 2024); las observaciones narrativas pueden contribuir a comprender el desempeño infantil y a organizar experiencias futuras de aprendizaje (Cengiz & Altındağ, 2022).

La flexibilidad también es relevante para caber con diferentes modos de atender y aprender, por lo que contribuye a caber con enfoques inclusivos como el Diseño Universal para el Aprendizaje (Aguilar Tinoco et al., 2024). A esas transformaciones se le añadieron la creciente integración de tecnologías digitales e IA (inteligencia artificial). La investigación tecnológica en Educación Inicial es un ámbito de actualidad, pero heterogéneo en herramientas, finalidades y fundamentos pedagógicos (Eliasson et al., 2023). En concreto, la bibliografía sobre IA habla de posibilidades de integración en primera infancia, pero también de la necesidad de agrandar la evidencia empírica con respecto a sus prácticas pedagógicas (Su & Yang, 2022), así que la mera puesta a disposición de una tecnología basada en IA no actúa como garantía de mejora educativa, sino que dicho carácter dependerá del propósito del aprendizaje, de la manera en la que se integran las tecnologías, de la mediación docente y, finalmente, de las oportunidades de interacción que conserven. Desde esta perspectiva, la analítica educativa y la integración responsable de la IA pueden actuar en pos de fomentar decisiones pedagógicas informadas y basadas en informes sobre el aprendizaje (Bernal Parraga, 2026).

La integración de tecnologías se suma también a metodologías que apuestan por la exploración y resolución de problemas. En primera infancia, la inclusión de STEM desde Matemática se ha presentado como una alternativa para conectar recursos, actividades y experiencias en propuestas pedagógicas coherentes (Bernal Parraga et al., 2024); en otros niveles, resolver problemas matemáticos se ha identificado con el pensamiento lógico y la participación activa (Alvarez Piza et al., 2024), como también, articular metodologías activas y

tecnologías emergentes en comprensión lectora y escritura creativa (Bernal Parraga et al., 2026), propuestas innovadoras de comprensión y producción textual (Cochancela Pérez et al., 2026) y diversificación de estrategias didácticas para experiencias lingüísticas participativas (Mora Villamar et al., 2024); aplicaciones de IA para producción escrita y creatividad (Villacreses Sarzoza et al., 2025); estrategias de gamificación, en la que se identifican motivación y competencias comunicativas (Rodríguez López et al., 2026). A pesar de que estos antecedentes enriquecen el conjunto de metodologías activas, sus poblaciones y resultados no se pueden trasladar sin más a la Educación Inicial.

Desde una perspectiva complementaria, Aráuz Cerezo et al. (2026) examinan el aprendizaje cooperativo en la enseñanza del baloncesto en secundaria, considerando las habilidades técnico-tácticas y la motivación estudiantil. Este antecedente amplía la discusión sobre las metodologías activas y la participación colaborativa, aunque sus características y población difieren de las experiencias lúdicas desarrolladas en Educación Inicial.

En la primera infancia, la IA resulta más pedagógicamente coherente cuando funciona como recurso mediado y no como un recurso que sustituye la interacción docente-niño. La alfabetización inicial en IA presenta así, de forma simultánea, retos y oportunidades vinculadas a la preparación del docente y a la adecuación de los enfoques a la edad (Su et al., 2023). En segundo lugar, la Inteligencia Artificial-humana ha sido planteada desde una perspectiva de complementariedad y no desde la de sustitución de los procesos humanos que sostienen el aprendizaje emergente (Crescenzi-Lanna, 2023). De lo que se deduce que la mediación docente es un criterio a tener en cuenta no solo en lo que concierne a la existencia de IA en el aula, sino a la calidad pedagógica de la integración de la misma. Están la personalización y adaptación de las experiencias de aprendizaje a través de plataformas adaptativas (Chicaiza, 2025), así como el diseño de games (juegos) que puedan formar parte de un sistema más complejo donde se combinan adaptaciones de contenidos, feedback, motivaciones y participaciones (Troya Santillán et al., 2024). Los chatbots y asistentes virtuales constituyen una alternativa para apoyar experiencias personalizadas (Jara Chiriboga et al., 2025), aunque su pertinencia en el trabajo con primera infancia está obligatoriamente relacionada con una mediación pedagógica que esté de acuerdo con la edad y el contexto.

La preparación del profesorado constituye otro aspecto fundamental para una integración tecnológica pertinente e inclusiva. Troya Santillán et al. (2024) estudian la formación docente en el uso de herramientas tecnológicas para atender las necesidades educativas especiales en el aula, aportando un antecedente relevante sobre la capacitación pedagógica y la atención a la diversidad. Esta perspectiva resulta especialmente pertinente para diseñar experiencias educativas mediadas por IA que respeten las características individuales y los diferentes ritmos de desarrollo infantil.

Las evidencias empíricas específicamente conectadas a infantes pequeños son un buen referente. Primero, se encontraron referencias sobre juguetes robóticos con interfaces de IA como recursos para facilitar procesos de indagación en primera infancia (Kewalramani, Kidman, & Palaialogou, 2021), mientras que en otro trabajo los autores examinaron su relación con competencias sociales y competencias emocionales (Kewalramani, Palaialogou, et al., 2021). Por otro lado, una indagación experimental llevada a cabo por distintos autores con niños de kindergarten ha establecido diferencias en áreas como el pensamiento computacional, la secuenciación, la autorregulación y la teoría de la mente en función de cómo se organiza la educación temprana sobre IA, sugiriendo que la estructuración pedagógica acaba influyendo en los resultados que se pueden de este tipo de recursos (Su et al., 2024). Estos resultados avalan el estudio de la IA producida con experiencias de educación estructurada, aunque no conllevan ser capaces de asumir que cualquier herramienta o modalidad de educación de IA genere por sí mismo un salto en el desarrollo infantil.

Si realizamos un análisis integrador, aparecen ecosistemas de educación que combinan tecnologías de IA, metodologías activas y mecanismos de regulación del proceso educativo, aunque no se entienda cada herramienta como una intervención independiente (Bernal Párraga et al., 2026). Dicha aproximación resulta adecuada para la Educación Inicial, ya que la IA mediada puede ayudar a extender los recursos de los docentes y de los niños, el aprendizaje lúdico puede ofrecer el contexto para la participación, exploración, interacción y la resolución de problemas; la evaluación formativa puede dar cuenta de las experiencias pedagógicas. De forma convergente, la literatura sobre actividades STEM para preescolares muestra que las experiencias integradoras pueden ser asociadas a resultados educativos diversos aunque continúan existiendo diferencias entre los tipos de actividades, diseños y medidas (Ha et al., 2023). Así, la tecnología empieza a tener sentido educativo en tanto que se articula con las decisiones pedagógicas, la interacción humana, la experiencia de juego y la observación continuada del aprendizaje.

Sin embargo, la literatura continúa fragmentada: algunos estudios tratan de IA o tecnología en primera infancia; otros se centran en el juego o en el juego guiado; y otros analizan la evaluación observacional o formativa. Las investigaciones que a la vez vinculan estos componentes y los estudian a la vez desde una concepción multidimensional del desarrollo infantil siguen siendo menos frecuentes. Varios estudios también muestran que la heterogeneidad de tecnologías, intervenciones, contextos y medidas dificultan trasladar automáticamente las conclusiones de recursos específicos a un ecosistema pedagógico. Esta es la razón por la cual valdría la pena estudiar contextos reales de Educación Inicial en los que la IA mediada pedagógicamente, el aprendizaje lúdico y la evaluación formativa se encuentran dentro de una misma propuesta, manteniendo la prudencia respecto de las atribuciones causales cuando no existen grupos de comparación. En este marco, la finalidad del presente estudio es analizar los cambios observados en el desarrollo infantil global entre las mediciones pretest y posttest a la vez que examinar la asociación entre el grado de articulación de un ecosistema educativo integrado a

partir de inteligencia artificial mediada pedagógicamente, aprendizaje lúdico y evaluación formativa y los resultados de desarrollo en niños de Educación Inicial.

Metodología

Diseño y contexto del estudio

Se llevó a cabo un estudio de carácter cuantitativo, de tipo analítico y longitudinal, con un diseño de tipo preexperimental en un único grupo y mediciones antes y después de la intervención (O_1-X-O_2), donde se evaluaba el cambio de la variable observada en el desarrollo infantil global en un periodo educativo donde se complementa la mediación pedagógica, el aprendizaje lúdico y la evaluación formativa con inteligencia artificial (IA). A partir de un diseño de investigación con un único grupo y sin un grupo de comparación, las diferencias pretest-postest fueron interpretadas como cambios temporales observados y no como efectos causales que pueden atribuirse exclusivamente al ecosistema educativo.

La investigación se llevó a cabo entre enero y junio de 2026 en instituciones fiscales de Educación Inicial de Manabí y Los Ríos, Ecuador. La intervención constó de 12 semanas con dos sesiones de 45 minutos, lo que equivale a 24 sesiones y 1.080 minutos (18 horas) de actividades por participante, desarrolladas en el contexto educativo normal y con mediación docente. Los participantes y el muestreo

La muestra estuvo conformada por 369 niños de tres a cinco años, pertenecientes a 34 aulas de 18 instituciones educativas fiscales de las provincias de Manabí y Los Ríos, Ecuador. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la accesibilidad y participación de las instituciones educativas. Para caracterizar a los participantes y contextualizar los resultados, se consideraron la edad, el sexo, el nivel educativo, la procedencia territorial y las condiciones de acceso a recursos digitales.

El análisis incluyó a los 369 participantes que contaban con evaluaciones completas del desarrollo infantil global antes y después de la intervención. No se dispuso de información suficiente para determinar el número inicial de niños elegibles ni para establecer las posibles pérdidas durante el seguimiento, por lo que no fue posible calcular las tasas de reclutamiento y retención. Esta circunstancia se consideró una limitación del proceso de selección y seguimiento de los participantes.

Variables y operacionalización

La variable principal del estudio fue el desarrollo infantil global, evaluado mediante dos mediciones educativas realizadas antes y después de la intervención. Ambas valoraciones se expresaron en una escala de 0 a 100 puntos, donde las puntuaciones más elevadas representaban mayores niveles de desarrollo según el procedimiento de valoración utilizado. El cambio individual se determinó mediante la diferencia entre la evaluación final y la inicial, de manera que los valores positivos indicaron un incremento, los negativos una disminución y los cercanos a cero una relativa estabilidad en el desarrollo observado.

Las puntuaciones globales se interpretaron como medidas educativas de seguimiento y no como resultados de una prueba clínica o diagnóstica estandarizada. Debido a que no se contó con documentación suficiente para verificar el procedimiento original de construcción de estas puntuaciones, su interpretación se limitó a la comparación de los valores obtenidos en ambos momentos de evaluación, sin atribuirles propiedades psicométricas que no pudieron comprobarse.

El grado de integración del ecosistema educativo se evaluó mediante 15 indicadores organizados en tres dimensiones: inteligencia artificial mediada pedagógicamente, aprendizaje lúdico y evaluación formativa, cada una conformada por cinco indicadores valorados en una escala de 1 a 5 puntos. Para representar el nivel de articulación de estos componentes, se calculó un índice continuo mediante el promedio de las puntuaciones de las tres dimensiones. Este procedimiento permitió examinar la relación entre la intensidad de integración pedagógica del ecosistema y los resultados del desarrollo infantil, conservando la variabilidad de las valoraciones individuales.

Como variables contextuales se consideraron la edad, el sexo, el nivel de Educación Inicial, la provincia de procedencia y las condiciones de acceso digital. Asimismo, se identificaron las modalidades de utilización de recursos tecnológicos durante las experiencias educativas, incluyendo asistentes educativos con inteligencia artificial, generadores de imágenes mediante IA, herramientas conversacionales utilizadas bajo mediación docente y actividades desarrolladas sin herramientas de IA específicas.

Instrumento de observación

La evaluación observacional contempló 40 indicadores organizados en ocho dimensiones, cada una integrada por cinco ítems. Tres dimensiones correspondieron a la implementación del ecosistema educativo: inteligencia artificial mediada pedagógicamente, aprendizaje lúdico y evaluación formativa. Las cinco dimensiones restantes abordaron aspectos del desarrollo infantil: desarrollo cognitivo, desarrollo socioemocional, lenguaje y comunicación, autonomía y participación, y desarrollo integral. Los indicadores permitieron observar manifestaciones

relacionadas con la atención, la exploración, la cooperación, la expresión emocional, la comprensión de instrucciones y la participación autónoma durante las experiencias educativas.

Las cinco dimensiones específicas del desarrollo infantil fueron examinadas mediante valoraciones observacionales individuales. Sin embargo, no fue posible establecer con certeza el momento de evaluación al que correspondía cada una de estas valoraciones. Por esta razón, el análisis de los cambios entre el inicio y el final de la intervención se realizó exclusivamente sobre las puntuaciones globales del desarrollo infantil. Las dimensiones cognitivas, socioemocionales, comunicativas, de autonomía y de desarrollo integral se analizaron únicamente para identificar asociaciones, sin interpretar sus resultados como cambios longitudinales.

La valoración fue realizada por el docente responsable o evaluador/a, utilizando una escala ordinal de cinco categorías, desde nivel muy bajo o conducta no observada hasta nivel muy alto o conducta observada consistentemente. La finalidad de esta medición era educativa y observacional.

El juicio de expertos se asumió como evidencia cualitativa de la revisión de contenido y consideró pertinencia, claridad, coherencia y suficiencia de dimensiones, indicadores e ítems. En seguridad de que las fichas y puntuaciones individuales de expertos no se conservaron, no fue posible reconstruir sus valoraciones, y menos todavía calcular, a través de la reconstrucción, coeficientes cuantitativos como la V de Aiken, por lo que la revisión no fue interpretada como demostración cuantitativa de validez. La consistencia interna de las dimensiones cuyos ítems permanecieron se analizó a través de una prueba de consistencia interna como el alfa de Cronbach y el omega total de McDonald, sin que tal análisis fuera considerado como un coeficiente de sustitución de la evidencia de validez.

Intervención y procedimiento

La intervención unió el uso de IA con la mediación docente y el aprendizaje lúdico, y la evaluación formativa. La IA se utilizó como un recurso pedagógico más en lugar de sustituir la interacción docente-niño; las actividades lúdicas fomentaron la participación, la exploración y la vivencia de experiencias significativas, a la par que la evaluación formativa contuvo observación sobre la progresión, retroalimentación y ajuste de la pedagogía utilizada.

Se realizó una valoración general inicial, posterior a esta se llevaron a cabo 24 sesiones distribuidas en 12 semanas, y finalmente se realizó la valoración general posterior a la intervención. Las observaciones fueron a cargo de los docentes responsables de la intervención; no se aplicó cegamiento ni se realizaron observaciones independientes por parte de observadores externos.

Análisis estadístico

Previamente al análisis inferencial, se verificó la integridad de los registros, la ausencia de duplicaciones, la presencia de valores perdidos y la coherencia de las puntuaciones utilizadas. Las variables cuantitativas se describieron mediante medias, desviaciones estándar, medianas, rangos intercuartílicos y valores mínimos y máximos, incorporando intervalos de confianza del 95 % cuando correspondía. Las variables categóricas se resumieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes.

La consistencia interna de las ocho dimensiones observacionales se examinó mediante los coeficientes alfa de Cronbach y omega total de McDonald. Estos análisis permitieron valorar la coherencia interna de los cinco indicadores que conformaron cada dimensión. No obstante, debido a las limitaciones para identificar temporalmente las valoraciones específicas del desarrollo infantil, no fue posible estimar de manera independiente la confiabilidad de las puntuaciones globales iniciales y finales. Los coeficientes obtenidos se interpretaron como evidencia de consistencia interna de las dimensiones examinadas, sin considerarlos una demostración suficiente de validez del instrumento.

El análisis longitudinal examinó las diferencias individuales entre las evaluaciones inicial y final, considerando su distribución, asimetría y posibles valores extremos. Como contraste principal se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas, informando la diferencia media, su intervalo de confianza del 95 %, el estadístico de contraste, los grados de libertad, el valor p y el tamaño del cambio estandarizado mediante el coeficiente d de Cohen para muestras relacionadas. Como análisis de sensibilidad se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Las asociaciones entre el grado de integración del ecosistema educativo y las variables de desarrollo infantil se examinaron mediante correlaciones de Pearson.

Para estudiar la asociación ajustada con el desarrollo global posterior a la intervención, se estimó un modelo de regresión lineal múltiple que incorporó el desarrollo inicial, el índice continuo de integración, la edad, el sexo, la provincia y el acceso digital. De manera complementaria, se examinó la asociación individual de los tres componentes pedagógicos mediante un modelo alternativo. Se evaluaron los supuestos de los modelos mediante el análisis de residuos, la homocedasticidad y los factores de inflación de la varianza, y se informaron los coeficientes de regresión, sus intervalos de confianza y los indicadores de ajuste correspondientes.

Dada la jerarquía 369 niños, 34 aulas y 18 instituciones, se calcularon coeficientes de correlación intraclase (ICC). Con dependencia mayor a nivel de aula, en especial para la ganancia de desarrollo, los modelos de regresión emplearon errores estándar robustos agrupados por aula; se consideró un análisis para analizar el agrupamiento institucional. Se fijó $\alpha = .05$

bilateral, otorgando mayor protagonismo en la interpretación a la magnitud de las asociaciones, tamaños del efecto e intervalos de confianza que a la significación estadística en solitario.

Consideraciones éticas

La investigación estuvo autorizada por las instituciones educativas donde se realizó el estudio y bajo el consentimiento previo de sus representantes legales. Las actividades propuestas se realizaron en el marco educativo habitual, mediante la intervención de los docentes y procurando el bienestar y protección del colectivo de niños. Tuvieron carácter exclusivamente educativo y observacional, sin procedimientos clínicos, invasivos o cualquier actividad que supusieran algún riesgo físico potencial aditivo.

Los registros se identificaron a través de un código y la información fue analizada y publicada sin posibilidad de identificación directa. Los datos fueron empleados solamente con fines académicos y científicos, amparándose en criterios éticos de confidencialidad y protección de datos.

No se declara la aprobación de ningún comité de ética ni un procedimiento formal de asentimiento infantil, dado que estos aspectos no fueron revisados para el estudio. Se toma el no documento como una limitación en términos de la documentación de la trazabilidad y en ninguna manera como indicación de que sí hubieran existido.

Resultados

Características sociodemográficas y educativas de los participantes

Participaron 369 niños de Educación Inicial, distribuidos en 34 aulas pertenecientes a 18 instituciones educativas fiscales. La muestra estuvo integrada por 192 niñas (52.0 %) y 177 niños (48.0 %). En relación con la edad, 100 participantes tenían tres años (27.1 %), 194 tenían cuatro años (52.6 %) y 75 tenían cinco años (20.3 %). Del total, 207 niños (56.1 %) pertenecían a instituciones de Los Ríos y 162 (43.9 %) a Manabí. Respecto a las condiciones de acceso digital, el 32.5 % presentó acceso alto, el 48.5 % acceso medio y el 19.0 % acceso limitado. En cuanto a las modalidades tecnológicas identificadas, el 41.7 % correspondió a experiencias sin herramientas de IA específicas, el 20.3 % a asistentes educativos con IA, el 19.0 % a generadores de imágenes y el 19.0 % a herramientas conversacionales utilizadas con mediación docente.

Cambio pretest-postest en desarrollo global

La puntuación media del desarrollo global salió de la puntuación media de 65.29 puntos en el pretest (DE = 9.39; IC95 % [64.33, 66.25]) hasta 69.29 puntos en el postest (DE = 10.88;

IC95 % [68.17, 70.40]). La diferencia media de las diferencias individuales fue de 3.997 puntos (DE = 4.56), IC95 % [3.53, 4.46].

La variable puntuación en ganancia presentó una distribución aproximadamente simétrica (asimetría = 0.20; curtosis = -0.13) y la prueba de Shapiro-Wilk no mostró evidencias de desviación respecto a la normalidad, $W = .995$, $p = .278$. ocurrían solamente 2 observaciones fuera de los límites del [1.5 RIQ], así que se mantuvo el contraste paramétrico preestablecido.

La prueba t de muestras dependientes mostró una diferencia fiable entre las dos mediciones, $t(368) = 16.83$, $p < .001$. El tamaño del cambio estandarizado fue Cohen $d_z = 0.88$, IC95 % [0.76, 1.00]. Como contraste de la sensibilidad, el test de rangos con signo de Wilcoxon dio la misma conclusión estadística, $W = 7364.50$, $p < .001$. De los 369 participantes, 288 (78.0 %) presentaron una diferencia positiva y 81 (22.0 %) una diferencia negativa.

Tabla 1

Desarrollo global en las mediciones pretest y postest

Medición	N	M	DE	IC95 % de M	Mediana	Mínimo	Máximo
Pretest	369	65.29	9.39	[64.33, 66.25]	65.01	37.07	93.06
Postest	369	69.29	10.88	[68.17, 70.40]	69.69	33.83	100.00
Ganancia	369	4.00	4.56	[3.53, 4.46]	3.85	-7.38	18.54

Nota. Ganancia = postest – pretest. El cambio observado no constituye por sí mismo una estimación causal del efecto de la intervención.

Consistencia interna y dimensiones observacionales

Las ocho dimensiones evaluadas mediante el protocolo observacional presentaron niveles adecuados de consistencia interna, con coeficientes alfa de Cronbach comprendidos entre .827 y .869 y valores de omega total de McDonald entre .828 y .870. Los coeficientes más elevados correspondieron al desarrollo cognitivo y a la inteligencia artificial mediada pedagógicamente, mientras que el valor más bajo se observó en la dimensión de desarrollo integral. En conjunto, estos resultados reflejan una coherencia interna favorable entre los indicadores de cada dimensión, aunque no permiten establecer por sí solos la validez integral del instrumento.

Tabla 2

Descriptivos y consistencia interna de las dimensiones observacionales

Dimensión	M	DE	α	ω
IA mediada	3.19	1.07	.868	.868
Aprendizaje lúdico	3.17	1.04	.850	.850
Evaluación formativa	3.07	1.01	.842	.843
Desarrollo cognitivo	3.09	1.07	.869	.870
Desarrollo socioemocional	3.05	0.99	.835	.835
Lenguaje y comunicación	3.05	1.02	.853	.853
Autonomía y participación	3.03	1.02	.846	.847
Desarrollo integral	3.08	0.99	.827	.828

Nota. Los coeficientes corresponden a la consistencia interna de las dimensiones observacionales evaluadas. No representan estimaciones independientes de confiabilidad para las mediciones globales inicial y final.

Asociaciones con la integración del ecosistema

El índice continuo de integración presentó $M = 3.14$ ($DE = 0.74$; rango = 1.20–4.93). Se observó una correlación positiva entre dicho índice y el desarrollo posttest, $r = .210$, $p < .001$, así como con la ganancia de desarrollo, $r = .205$, $p < .001$.

El grado de integración del ecosistema educativo presentó asociaciones positivas con las diferentes dimensiones del desarrollo infantil. La relación de mayor magnitud se observó en el desarrollo cognitivo ($r = .522$, $p < .001$), seguida del desarrollo integral ($r = .448$, $p < .001$), la autonomía y participación ($r = .432$, $p < .001$), el desarrollo socioemocional ($r = .348$, $p < .001$) y el lenguaje y comunicación ($r = .330$, $p < .001$). Estos resultados sugieren que una mayor articulación de los componentes pedagógicos se relacionó con valoraciones más favorables en

distintas áreas del desarrollo infantil. Sin embargo, estas asociaciones corresponden a valoraciones observacionales cuya temporalidad no pudo establecerse, por lo que no representan evidencia de mejoras específicas entre el inicio y el final de la intervención.

Tabla 3

Correlaciones del índice de integración con las variables de desarrollo

Variable	r	p
Desarrollo posttest	.210	< .001
Ganancia de desarrollo	.205	< .001
Desarrollo cognitivo	.522	< .001
Desarrollo socioemocional	.348	< .001
Lenguaje y comunicación	.330	< .001
Autonomía y participación	.432	< .001
Desarrollo integral	.448	< .001

Nota. Las asociaciones correspondientes a las cinco dimensiones específicas del desarrollo infantil son de carácter observacional y no representan cambios longitudinales entre las evaluaciones inicial y final.

Dependencia por aula e institución

Se examinó la posible dependencia de los resultados entre niños pertenecientes a una misma aula o institución educativa mediante coeficientes de correlación intraclase (ICC). Para el desarrollo global posterior a la intervención, se estimó un ICC de .038 a nivel de aula y de .011 a nivel institucional. En el caso del cambio observado entre las evaluaciones inicial y final, el ICC fue de .089 a nivel de aula y de $-.009$ a nivel institucional. Estos resultados indican una mayor agrupación de las variaciones individuales dentro de las aulas, mientras que la dependencia institucional estimada fue prácticamente nula.

Dado lo apreciable de la dependencia a nivel del aula y el número de 34 conglomerados, la estimación por modelos de regresión multivariada se realizó por regresiones lineales con errores estándar robustos agrupados por aula. Comprobando la sensibilidad, el agrupamiento alternativo por institución no implicó cambios en la conclusión correspondiente al índice de integración.

Modelo ajustado de desarrollo posttest

Para examinar la relación entre la integración del ecosistema educativo y el desarrollo infantil al finalizar la intervención, se estimó un modelo de regresión lineal múltiple. Se consideró como resultado la puntuación global de desarrollo posterior a la intervención y se incorporaron como variables explicativas el desarrollo inicial, el índice de integración del ecosistema, la edad, el sexo, la provincia y el acceso digital. El modelo presentó significación estadística global, $F(7, 33) = 289.01$, $p < .001$, con un coeficiente de determinación de $R^2 = .834$ y un R^2 ajustado de .830.

El desarrollo pretest con la asociación ajustada de mayor magnitud, $B = 1.039$, IC95 % [0.989, 1.089], $\beta = .896$, $p < .001$. Controlado el nivel inicial y las covariables contextuales, el índice de integración mantiene una asociación positiva con el posttest, ajustada $B = 1.188$, IC95 % [0.522, 1.853], $\beta = .081$; $p = .001$. Por cada punto adicional del índice de integración, el modelo ofrece una estimación de aproximadamente 1.19 puntos adicionales de desarrollo posttest manteniendo constante el resto de variables. Dicha estimación expresa una asociación ajustada, y no un efecto causal.

Sexo, provincia, edad y categorías de acceso digital resultan no significativos en este modelo.

Tabla 4

Modelo ajustado para desarrollo global posttest

Predictor	B	EE robusto	IC95 %	β	p
Desarrollo pretest	1.039	0.024	[0.989, 1.089]	.896	< .001
Índice de integración	1.188	0.327	[0.522, 1.853]	.081	.001
Edad	-0.197	0.291	[-0.789, 0.394]	-.012	.502

Predictor	B	EE robusto	IC95 %	β	p
Sexo masculino	-0.065	0.475	[-1.031, 0.901]	—	.892
Provincia: Manabí	-0.452	0.620	[-1.714, 0.809]	—	.471
Acceso limitado	0.288	0.589	[-0.910, 1.486]	—	.628
Acceso medio	0.294	0.572	[-0.869, 1.456]	—	.611

Nota. EE agrupados por aula. Categorías de referencia: femenino, Los Ríos y acceso digital alto. $R^2 = .834$; R^2 ajustado = .830.

Los diagnósticos del modelo no mostraron problemas relevantes. La prueba de Breusch-Pagan no fue significativa, $\chi^2(7) = 13.26$, $p = .066$; los residuos mostraron un comportamiento coherente con la normalidad, Jarque-Bera = 2.35, $p = .309$. El VIF más elevado fue de 1.31, eliminando así la existencia de indicios de multicolinealidad importante entre los predictores del modelo.

En una segunda aproximación, hicimos un análisis que sustituye el índice global por los tres componentes independientes. El modelo continuó siendo significativo a nivel global, $F(9, 33) = 210.01$, $p < .001$, $R^2 = .835$ y R^2 ajustado = .831. IA mediada mostró $B = 0.610$, IC95 % [0.080, 1.140], $\beta = .060$, $p = .025$; aprendizaje lúdico, $B = 0.065$, IC95 % [-0.408, 0.537], $\beta = .006$, $p = .782$; y evaluación formativa, $B = 0.497$, IC95 % [-0.165, 1.158], $\beta = .046$, $p = .136$. Los VIF del modelo se movieron entre 1.01 y 1.31, sin signos de multicolinealidad problemática. Estos coeficientes deben interpretarse como asociaciones ajustadas y no son estimaciones causales independientes.

Visto en conjunto, los análisis permiten distinguir hasta tres resultados diferentes: (a) se observó un cambio pretest-postest en desarrollo global; (b) el grado de integración fue relacionado con variables del desarrollo; y (c) el índice de integración mantuvo relación estadística con el postest corrección para el desarrollo inicial y covariables. Ninguno de estos resultados, dada la ausencia de grupo de comparación y de asignación aleatoria, constituye por sí solo evidencia de relación causal.

Discusión

El objetivo principal del estudio fue el de analizar los cambios observados en el desarrollo infantil global entre las mediciones de pretest y postest, así como la relación con el grado de integración de un ecosistema educativo normado por IA, de la intervención pedagógica, del aprendizaje lúdico y de la evaluación formativa. De los resultados se evidencian dos grandes hallazgos. En primer lugar, se observó un incremento medio de 4.00 puntos entre pretest y postest, estadísticamente diferente ($p < 0.001$) e importante por su tamaño del efecto estandarizado elevado ($d_z = 0.88$). En segundo lugar, el índice continuo de integración se asoció positivamente con el desarrollo postest y dicha asociación mantuvo su existencia tras controlar el desarrollo inicial y las covariables consideradas. Estos resultados son compatibles con cambios favorables en el periodo educativo y con una relación entre mayor integración del ecosistema educativo y mejores puntuaciones posteriores, aunque el diseño preexperimental de sólo un grupo no permite realizar atribución de causalidad entre dichos cambios y la intervención. El cambio pretest-postest constituye el resultado longitudinal central. Su magnitud fue significativa en relación con la variabilidad intraindividual, el análisis de sensibilidad no paramétrico llevó a la misma conclusión estadística y la mayor parte de la muestra exhibió ganancias positivas aunque también se dieron diferencias negativas. Dicha heterogeneidad impide considerar la respuesta de los niños y las niñas como uniformemente beneficiosa. La evidencia en población preescolar demuestra igualmente que las experiencias educativas pueden ir acompañadas de cambios en competencias infantiles, cuyo tamaño varía dependiendo del contenido y del contexto de la intervención (Hosokawa et al., 2023). Por lo tanto, el cambio encontrado es evidencia descriptiva longitudinal dentro de la muestra pero no es el efecto causal que puede llevarse a cabo mediante un diseño controlado.

El aprendizaje lúdico permite contextualizar estos resultados. El juego guiado puede favorecer determinados resultados de aprendizaje y desarrollo si bien sus beneficios son diferentes en función del dominio evaluado y de la condición de comparación (Skene et al., 2022). Igualmente, las interacciones docente-niño durante las prácticas lúdicas son relevantes para la calidad de la experiencia de aprendizaje (Guarrella et al., 2022), lo cual concuerda con la coherencia del ecosistema de estudio, donde la práctica lúdica era mediada por la intervención docente, pero cuando los tres componentes fueron penetrados como aislados dentro del modelo, la inscripción del aprendizaje lúdico no reflejó una relación ajustada estadísticamente significativa, es decir, los resultados no permitieron concluir que este componente, considerado como aislado, explique la variación total.

El componente de IA mostraba un patrón parcialmente opuesto: se relacionó de manera positiva con la variación que proponíamos en el análisis bivariado y se mantuvo en una asociación estadísticamente significativa con el desarrollo del postest al introducir

simultáneamente el uso de los tres componentes, lo que es compatible con los trabajos que ubican el potencial educativo de la IA en la primera infancia dentro del marco de experiencias pedagógicamente definidas. Kewalramani, Kidman y Palaialogou estudiaron juguetes robóticos con interfaces de IA como recursos para procesos de indagación infantil (Kewalramani, Palaialogou, et al. 2021), y otro estudio del mismo primer autor examinó juguetes robóticos en relación con competencias sociales y emocionales (Kewalramani, Palaialogou, et al. 2021). De la misma manera, las distintas maneras de organizar pedagógicamente la educación temprana para la IA se relacionaron con diferentes resultados en niños de kindergarten (Su et al. 2024). Por último, todos estos antecedentes sugieren que la tecnología va adquiriendo significado dentro de una estructura pedagógica y no que cualquier utilización de IA trae consigo por sí misma mejores resultados.

Esta lectura también concuerda con aquellas propuestas en las que la IA da apoyo a experiencias activas y adaptativas. Los estudios de los juegos educativos apoyados por IA han examinado componentes como personalización, retroalimentación, motivación y participación (Troya Santilán et al., 2024) y los ecosistemas híbridos e-learning han medido IA mediada por metodologías activas dentro de contextos pedagógicos también más amplios (Bernal Párraga et al., 2026), de manera que estas similitudes apuntan a la relevancia de la integración pedagógica de la tecnología, aunque no permiten atribuir el cambio pre-post al blockchain IA aisladamente.

La evaluación formativa también presentó una correlación positiva con el cambio en el análisis bivariado que dejó de significarse al incorporar en el mismo análisis la IA mediada y el aprendizaje lúdico, pese a que tampoco conlleva a la negación de su valor pedagógico. La evaluación de una práctica pedagógica orientada al aprendizaje en la primera infancia puede ser articulada no solo con actividades lúdicas, sino con la orientación de decisiones de gestión docente (Guarrella et al., 2023), de la misma manera que las prácticas formativas se vinculan con procesos de observación e incentivos a la reflexión pedagógica (Aras, 2024). En este estudio, el resultado sólo indica que no se obtuvo suficiente evidencia para aislar una asociación discreta de este componente cuando se controlaron los demás predictores, de hecho su contribución podría producirse en interacción con otros procesos pedagógicos, posibilidad que el diseño utilizado no permite verificar.

Uno de los hallazgos más consistentes fue la asociación positiva entre el grado de integración del ecosistema educativo y el desarrollo infantil, tanto en la evaluación posterior como en el cambio observado durante el periodo de estudio. Esta relación se mantuvo después de considerar el nivel de desarrollo inicial y las características contextuales de los participantes. El modelo explicó una proporción elevada de la variabilidad de las puntuaciones finales ($R^2 = .834$; R^2 ajustado = .830); sin embargo, el desarrollo inicial constituyó el predictor de mayor magnitud. Por tanto, aunque la integración del ecosistema aportó información estadística adicional, no puede atribuirse a esta la mayor parte de la capacidad explicativa del modelo. Esta interpretación

es coherente con las propuestas que conciben la innovación educativa como una articulación de componentes pedagógicos y tecnológicos interrelacionados (Bernal Párraga et al., 2026).

La asociación positiva entre la integración del ecosistema educativo y las dimensiones cognitivas, socioemocionales, comunicativas, de autonomía y desarrollo integral permite reconocer la naturaleza multidimensional de las experiencias educativas en la primera infancia. La relación más elevada se identificó en el desarrollo cognitivo, lo que resulta compatible con investigaciones que destacan las oportunidades de exploración, participación y autorregulación vinculadas con experiencias pedagógicas mediadas por tecnología (Su et al., 2024; Martinsone et al., 2022). No obstante, estas relaciones deben interpretarse como asociaciones observacionales, dado que no fue posible establecer una secuencia temporal verificable para las valoraciones específicas de cada dimensión. Por consiguiente, los resultados no permiten afirmar que dichas capacidades hayan mejorado individualmente como consecuencia de la intervención.

Las asociaciones entre cognitiva y lingüístico-comunicativa pueden contextualizarse con respecto a las investigaciones sobre la integración de IA en la lectura temprana (Mena Castillo et al., 2026) y metodologías activas orientadas hacia el incremento de las competencias lectoras desde edades tempranas (Madrid Toapanta et al., 2024). Siguiendo la misma línea, las propuestas STEM desde Matemática -en este caso- son un antecedente inmediato de metodologías activas orientadas hacia la exploración y desarrollo de competencias en primera infancia (Bernal Párraga, Ninahualpa Quiña, et al., 2024), mientras que el role-playing se ha relacionado con creatividad, pensamiento crítico y habilidades sociales (Bernal Párraga, Toapanta Guanoquiza, et al., 2024). La asociación entre la autonomía y la participación puede contextualizarse también en relación a propuestas de Educación Inicial que comprenden la gestión del aula como un recurso para construir oportunidades de aprendizajes autónomos (Zambrano Vergara et al., 2024). Se trata de hallazgos que permiten una contextualización, pero las diferencias de población, de intervención y de instrumentos impiden establecer equivalencias directas.

En relación con el desarrollo cognitivo y las experiencias de exploración, Bernal Párraga et al. (2026) examinan el aprendizaje basado en la indagación y los laboratorios virtuales como estrategias para fortalecer las competencias científicas en Biología del Bachillerato. Aunque corresponde a un nivel educativo diferente, este antecedente permite ampliar la discusión sobre la articulación de metodologías activas y recursos digitales para promover experiencias de aprendizaje centradas en la exploración, la participación y la construcción del conocimiento.

Tanto la edad como el sexo, la provincia de residencia o la existencia de acceso para la práctica de la digitalización no establecieron asociaciones estadísticamente significativas con el postest cuando se identificaron otras variabilidades del resultado final. En el interior de esta especificación analítica, no se obtuvieron evidencias que demostraran que estas características explicaban variabilidades adicionales del resultado posterior. Sin embargo, no significar de

ninguna forma la ausente significación no alude a igualdad de grupos, sobre todo porque la muestra fue por conveniencia y porque el diseño del estudio no pretendía demostrar de forma adecuada la equivalencia demográfica o territorial.

Los hallazgos deben interpretarse considerando las limitaciones metodológicas del estudio. En primer lugar, el diseño preexperimental de un solo grupo, sin asignación aleatoria ni grupo de comparación, impide establecer relaciones causales entre la intervención y los cambios observados en el desarrollo infantil. Asimismo, el muestreo no probabilístico por conveniencia restringe la generalización de los resultados a otras poblaciones y contextos educativos. Debido a que las valoraciones fueron realizadas por los docentes responsables de implementar las experiencias pedagógicas, tampoco puede descartarse la influencia de expectativas del evaluador o de posibles sesgos asociados al procedimiento de observación.

En relación con la medición, aunque las dimensiones observacionales presentaron coeficientes adecuados de consistencia interna, no fue posible verificar de manera independiente la confiabilidad de las puntuaciones globales iniciales y finales. Tampoco se contó con información suficiente para establecer la temporalidad de las valoraciones específicas de cada dimensión del desarrollo infantil. Adicionalmente, la clasificación del nivel de integración del ecosistema no pudo verificarse mediante un procedimiento de construcción plenamente reproducible, motivo por el cual se priorizó el análisis de un índice continuo definido a partir de sus tres componentes pedagógicos.

Otra limitación se relaciona con el procedimiento de construcción de las puntuaciones globales de desarrollo infantil. Aunque se dispuso de valoraciones iniciales y finales para todos los participantes, no fue posible verificar completamente los criterios utilizados para obtener las puntuaciones en la escala de 0 a 100 puntos. En consecuencia, los análisis se realizaron sobre las valoraciones originales, sin introducir procedimientos de cálculo retrospectivos que carecieran de respaldo metodológico. Esta circunstancia limita la reproducibilidad de la medición y debe considerarse al interpretar la magnitud de los cambios observados.

La estructura jerárquica de los datos también requirió consideraciones. El ICC de posttest se redujo a nivel de aula e institución; la ganancia, en cambio, evidenció mayor dependencia por aula, razón por la cual los modelos trabajaron con errores estándar robustos agrupados por aula y se contrastó la agrupación a nivel institucional. El ICC institucional prácticamente nulo no significa que futuros estudios puedan olvidar la jerarquía, sino que habrá de reconsiderarse en nuevas muestras y crearse sólo si la magnitud y el diseño lo permiten.

La implementación de ecosistemas educativos innovadores también requiere condiciones institucionales que favorezcan la participación y el compromiso docente. Desde esta perspectiva, Troya et al. (2024) abordan el liderazgo educativo transformacional mediante estrategias

orientadas a inspirar y motivar al profesorado, lo que aporta un marco complementario para comprender la importancia del acompañamiento institucional en la integración pedagógica de nuevas metodologías y tecnologías.

Desde un punto de vista pedagógico los resultados apuntan claramente a continuar ahondando en la investigación de ecosistemas integrados en lugar de considerar que una tecnología aislada y una herramienta singular constituyen por sí solas intervención educativa. La IA puede ser una herramienta mediada por el profesorado, el juego preservar un papel activo a la hora de realizar experiencias y la evaluación formativa contribuir a contemplar a través de la observación el desarrollo y el ajuste del proceso. La identificación de metodologías activas en otros contextos educativos también apuntalan la pertinencia de las experiencias siempre que mantengan un lugar importante en la participación del aprendiz (Guerrero Carrera et al., 2024); aquí, sin embargo, se convierte en una implicación pedagógica y no en evidencia adicional de causalidad. Por tanto, los resultados no indican el cambio de la interacción docente-niño por IA, ni favorecen un modelo que dé más valor a la tecnología que a la evaluación o al juego, sino que, por el contrario, dan sentido al hecho de investigar cómo los componentes relacionados entre sí, a qué intensidad y en qué condiciones conducen a experimentos coherentes con el desarrollo integral en Educación Inicial.

Conclusiones

Este estudio permitió analizar los cambios observados en el desarrollo infantil global entre las evaluaciones inicial y final, así como examinar su relación con el grado de integración de un ecosistema educativo que articula inteligencia artificial mediada pedagógicamente, aprendizaje lúdico y evaluación formativa. Los resultados evidenciaron un incremento estadísticamente significativo de las puntuaciones globales, con una diferencia media de 4.00 puntos y un tamaño del cambio estandarizado elevado. La mayoría de los participantes presentó variaciones positivas, aunque también se identificaron disminuciones individuales. Por consiguiente, el cambio observado fue favorable en términos generales, pero no se manifestó de manera uniforme en todos los niños.

El cambio pre-post no es sin embargo efecto de causalidad. El diseño de un único grupo permitió establecer que las puntuaciones en el posttest fueron superiores a las conseguidas inicialmente de manera estadísticamente significativa, pero no estableció qué porcentaje de la diferencia se puede atribuir estrictamente a la intervención. Así pues, los resultados avalan la existencia del cambio longitudinal observado, pero no la demostración de eficacia causal del ecosistema.

En relación con el segundo objetivo, se identificaron asociaciones positivas entre el grado de integración del ecosistema educativo, el desarrollo global posterior a la intervención y la magnitud del cambio observado. Asimismo, una mayor articulación de la inteligencia artificial mediada pedagógicamente, el aprendizaje lúdico y la evaluación formativa se relacionó con valoraciones más favorables en las dimensiones cognitivas, socioemocionales, comunicativas, de autonomía y desarrollo integral. No obstante, estas últimas relaciones corresponden a observaciones cuya secuencia temporal no pudo verificarse, por lo que no permiten establecer mejoras longitudinales independientes en cada dimensión.

El análisis ajustado puso de manifiesto que el índice de integración mostró una asociación positiva con el desarrollo posttest controlando por el desarrollo inicial y por las covariables introducidas. No obstante, el desarrollo pretest fue el predictor estadístico de mayor magnitud, de modo que la elevada capacidad explicativa del modelo no puede ser acreditada fundamentalmente al ecosistema. En el análisis complementario de sus componentes, la IA mediada mantuvo una asociación ajustada significativa, a diferencia de aprendizaje lúdico y evaluación formativa, que no fueron significativas ni se sustentaron cuando se introdujeron al mismo tiempo. Con ello, no se puede concluir que un componente sea capaz de producir, por sí solo, mejores resultados que los demás.

A nivel práctico, los hallazgos avalan evaluar el grado de integración del ecosistema dado que se postula como una característica de carácter continuo de las experiencias educativas y evaluar independientemente sus componentes a la vez que se profundice en sus relaciones con el desarrollo. A su vez, justifican el mantenimiento de la valoración pretest en sucesivas evaluaciones, dada la gran aportación que supone a la hora de explicar las valoraciones posteriores. La implementación educativa puede articular la IA mediada con experiencias lúdicas, con la IA mediada y la evaluación formativa sin hacer que al observar la presencia de unos u otros sean pruebas que aseguren la eficacia individual de cada uno de ellos.

La interpretación y extrapolación de los resultados se encuentran supeditados a las limitaciones del muestreo no probabilístico, la falta de un grupo de comparación y la implicación en la evaluación por parte de las docentes responsables asumiendo en sus valoraciones el desarrollo del niño o la niña. También hay que sumar las limitaciones en la comprobación de las mediciones globales y la no posibilidad de realizar la evaluación longitudinalmente de cada dimensión del desarrollo. Pese a que las escalas observacionales obtuvieron resultados positivos en lo que respecta la fiabilidad interna, será necesario realizar nuevas investigaciones que permitan determinar su validez y fiabilidad en diferentes momentos de evaluación. Al mismo tiempo sería interesante evaluar la posible dependencia de los resultados cuando lo proporcionan los participantes que corresponden a una misma aula o a un mismo centro educativo.

Las investigaciones futuras deberían incluir el uso de diseños experimentales o cuasiexperimentales con grupos de comparación, muestreos más representativos y el uso de instrumentos de evaluación con propiedades psicométricas que puedan ser contrastadas. Interesante sería realizar mediciones diferenciadas de las dimensiones cognitivas, socioemocionales, comunicativas y de autonomía antes y después de la intervención, así como estudiar la relación global e individual que establecen la inteligencia artificial mediada, el aprendizaje lúdico y la evaluación formativa. Todo ello podría ayudar a delimitar bajo que condiciones pedagógicas los ecosistemas educativos integrados aportan al desarrollo infantil en los diferentes momentos de los contextos de Educación Inicial.

Referencias

- Aguilar Tinoco, R. J., Carvallo Lobato, M. F., Román Camacho, D. E., Liberio Anzules, A. M., Hernández Centeno, J. A., Duran Fajardo, T. B., & Bernal Parraga, A. P. (2024). El Impacto del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) en la Enseñanza de Ciencias Naturales: Un Enfoque Inclusivo y Personalizado. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 2162-2178. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13682
- Alvarez Piza, R. A., Del Hierro Pérez, M. C., Vera Molina, R. M., Moran Piguave, G. D., Pareja Mancilla, S. S., Narváez Hoyos, J. J., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Desarrollo del Pensamiento Lógico a través de la Resolución de Problemas en Matemáticas Estrategias Eficaces para la Educación Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 2212-2229. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13686
- Aras, S. (2024). Building up formative assessment practices through action research: A study in early childhood teacher education. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 45(1), 2–15. <https://doi.org/10.1080/10901027.2023.2217413>
- Aráuz Cerezo, E., Tuarez Cobeña, M., Bernal Parraga, A., Yépez Yépez, L., & Llor Quintero, J. (2026). Efecto del aprendizaje cooperativo en el desarrollo de habilidades técnico-tácticas y la motivación en estudiantes de Educación Física durante la enseñanza del baloncesto en secundaria. *Polo del Conocimiento*, 11(4), 2266-2283. doi:<https://doi.org/10.23857/pc.v11i4.11541>
- Bernal Parraga, A. P., Constante Olmedo, D. F., López Sánchez, I. Y., Padilla Portocarrero, D. K., & Duarte Salinas, E. M. (2026). Ecosistema híbrido inteligente para la enseñanza de Ciencias Naturales: un modelo integrador de metodologías activas, IA y

regulación emocional. Tesla Revista Científica, 6(1).

<https://doi.org/10.55204/trc.v6i1.e588>

Bernal Parraga, A. P. . (2026). Analítica de aprendizaje e inteligencia artificial responsable para la toma de decisiones pedagógicas basadas en datos en educación básica. LUZ, 25, e1601. Recuperado a partir de <https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/1601>

Bernal Parraga, A. P., Alvarado Cantos, T. M., Lucas Farías, M. S., Palacios Palma, P. P., & Demera Moreira, M. V. (2026). Aprendizaje basado en la indagación y laboratorios virtuales para fortalecer las competencias científicas en Biología del Bachillerato. Prometeo Conocimiento Científico, 6(2), e147. <https://doi.org/10.55204/pcc.v6i2.e147>

Bernal Párraga, A. P., Ninahualpa Quiña, G., Cruz Roca, A. B., Sarmiento Ayala, M. Y., Reyes Vallejo, M. E., Garcia Carrillo, M. D. J., & Benavides Espín, D. S. (2024). Innovation in Early Childhood: Integrating STEM from the Area of Mathematics for Significant Improvement. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(4), 5675-5699. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12779

Bernal Parraga, A. P., Rodríguez Cajas, G. A., & Ramírez Campoverde, E. A. (2026). Impacto de las metodologías activas y tecnologías emergentes en el desarrollo de la comprensión lectora y la escritura creativa en Lengua y Literatura en educación básica. Educaf5-Berit, 1(01), 147-157. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18210399>

Bernal Párraga, A. P., Toapanta Guanoquiza, M. J., Martínez Oviedo, M. Y., Correa Pardo, J. A., Ortiz Rosillo, A., Guerra Altamirano, I. del C., & Molina Ayala, R. E. (2024). Aprendizaje Basado en Role-Playing: Fomentando la Creatividad y el Pensamiento Crítico desde Temprana Edad. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(4), 1437-1461. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12389

Bustamante Mora , F. F., Troya Santillán, B. N., Barboto Sanabria, C. M., Hernández Centeno, J. A., Martínez Oviedo, M. Y., Valencia Trujillo, G. D., & Bernal Parraga, A. P. (2024). El Impacto del Juego en el Desarrollo Cognitivo y Socioemocional en la Educación Inicial Estrategias Pedagógicas para Fomentar el Aprendizaje. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(5), 4201-4217. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13886

- Chen, J. J. (2024). A scoping study on AI affordances in early childhood education: Mapping the global landscape, identifying research gaps, and charting future research directions. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 81, 701–740. <https://doi.org/10.1613/jair.1.16882>
- Chicaiza, V. (2025). Inteligencia artificial y aprendizaje de idiomas: Personalización del aula de inglés a través de plataformas adaptativas. *Revista Veritas de Difusão Científica, 6*(2), 477–506. <https://revistaveritas.org/index.php/veritas/article/view/643>
- Cochancela Pérez, N., Bernal Parraga, A., Romero Torres, T., & Morales Loayza, D. (2026). Impacto de las estrategias innovadoras sobre la comprensión lectora y la producción textual en estudiantes de educación básica elemental media y superior. Polo del Conocimiento, 11(7), 2447-2471. doi:<https://doi.org/10.23857/pc.v11i7.12154>
- Crescenzi-Lanna, L. (2023). Literature review of the reciprocal value of artificial and human intelligence in early childhood education. *Journal of Research on Technology in Education*, 55(1), 21–33. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2128480>
- Disney, L., & Geng, G. (2022). Investigating young children's social interactions during digital play. *Early Childhood Education Journal*, 50(8), 1449–1459. <https://doi.org/10.1007/s10643-021-01275-1>
- Eliasson, S., Peterson, L., & Lantz-Andersson, A. (2023). A systematic literature review of empirical research on technology education in early childhood education. *International Journal of Technology and Design Education*, 33, 793–818. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09764-z>
- Greenfield, D., Zan, B., McWayne, C., Harris, M. P., Alexander, A., Ochoa, W., & Mistry, J. (2024). Early childhood science practices observation tool (EC-SPOT): Assessing science practices across multiple classroom contexts. *International Journal of Science Education*, 46(18), 1963–1981. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2305634>
- Guarrella, C., Cohrssen, C., & van Driel, J. (2022). The quality of teacher–child interactions during the enactment of playful science games in preschool. *Early Education and Development*, 33(4), 634–654. <https://doi.org/10.1080/10409289.2021.1900993>

- Guarrella, C., van Driel, J., & Cohrssen, C. (2023). Toward assessment for playful learning in early childhood: Influences on teachers' science assessment practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(3), 608–642. <https://doi.org/10.1002/tea.21811>
- Guerrero Carrera , L. M., Bernal Parraga, A. P., Ordóñez Quitizaca, N. K., Toapanta Guonoquiza, M. J., Cabrera Brown, M. N., Alvarez León, D. S., & Yanchapaxi Oña, K. G. (2024). Efectividad de Metodologías Activas Innovadoras de Aprendizaje en el Área de Lengua. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 9213-9244. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12073
- Ha, V. T., Hai, B. M., Mai, D. T. T., & Hanh, N. V. (2023). Preschool STEM activities and associated outcomes: A scoping review. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 13(8), 100–116. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i8.42177>
- Hosokawa, R., Matsumoto, Y., Nishida, C., Funato, K., & Mitani, A. (2023). Evaluating the effectiveness of a social and emotional learning program among preschool children in Japan: An experimental cohort study. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 17, Article 93. <https://doi.org/10.1186/s13034-023-00643-6>
- Jara Chiriboga , S. P., Troncoso Burgos, A. L., Ruiz Avila, M. M., Cosquillo Chida, J. L., Aldas Macias, K. J., Castro Morante, Y. E., & Bernal Párraga, A. P. (2025). Inteligencia Artificial y Aprendizaje Personalizado en Lenguas Extranjeras: Un Análisis de los Chatbots y los Asistentes Virtuales en Educación. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano* , 6(1), 882–905. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i1.515>
- Kewalramani, S., Kidman, G., & Palaiologou, I. (2021). Using artificial intelligence (AI)-interfaced robotic toys in early childhood settings: A case for children's inquiry literacy. *European Early Childhood Education Research Journal*, 29(5), 652–668. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2021.1968458>
- Kewalramani, S., Palaiologou, I., Dardanou, M., Allen, K.-A., & Phillipson, S. (2021). Using robotic toys in early childhood education to support children's social and emotional competencies. *Australasian Journal of Early Childhood*, 46(4), 355–369. <https://doi.org/10.1177/18369391211056668>
- Lee, J. Y., Wright, C. A., Zheng, X., Todaro, R., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2025). Professional development programmes on playful learning for early childhood

teachers: A systematic review. *Teachers and Teaching*, 31(8), 1351–1376.

<https://doi.org/10.1080/13540602.2024.2404081>

Madrid Toapanta , A. L., Véliz Cedeño, M. C., Bernal Párraga, A. P., Toapanta Cadena, S. J., Abad Troya, L., Atarihuana Eras, M. L., & Macias Garcia, S. V. (2024). Estrategias Activas para Mejorar las Competencias Lectoras en Edades Tempranas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 10646-10664.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13205

Martinsone, B., Supe, I., Stokenberga, I., Damberg, I., Cefai, C., Camilleri, L., Bartolo, P., O’Riordan, M. R., & Grazzani, I. (2022). Social emotional competence, learning outcomes, emotional and behavioral difficulties of preschool children: Parent and teacher evaluations. *Frontiers in Psychology*, 12, 760782.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.760782>

Mena Castillo, M. L., Iza Maigua, A. C., Bernal Parraga, A. P., & Lalangui Sandoval, J. A. (2026). Neurociencia de la lectura e inteligencia artificial: comparación del método fonológico y global en estudiantes con dislexia temprana. *Tesla Revista Científica*, 6(2), e695. <https://doi.org/10.55204/trc.v6i2.e695>

Mora Villamar, F. M., Bernal Párraga, A. P., Molina Ayala, E. T., Salazar Veliz, E. T., Padilla Chicaiza, V. A., & Zambrano Lamilla, L. M. (2024). Innovaciones en la didáctica de la lengua y literatura: estrategias del siglo XXI. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 3852-3879. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11595

Quiroz Moreira, M. I., Mecias Cordova, V. Y., Proaño Lozada, L. A., Hernández Centeno, J. A., Chóez Acosta, L. A., Morales Contreras, A. M., & Bernal Parraga , A. P. (2024). Plataformas de Evaluación Digital: Herramientas para Optimizar el Feedback y Potenciar el Aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 2020-2036. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13673

Rebelo, G., Sousa-Gomes, V., Moreira, D., & Fávero, M. (2024). Assessment of play in preschool-age: A systematic review. *European Psychologist*, 29(1), 27–42. <https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000520>

Rodriguez López, E. M., Bernal Parraga, A. P., Cuero González, O. V., Gavilanez González, L. C., & Merchán Ortiz, S. T. (2026). Gamification-based learning in EFL classrooms: Effects

- on motivation and communicative competence in secondary education. *Prometeo Conocimiento Científico*, 6(1), e125. <https://doi.org/10.55204/pcc.v6i1.e125>
- Roldan-Cardona, M., Chacón-Castro, M., Jadán-Guerrero, J., Salvador-Ullauri, L., & Acosta-Vargas, P. (2025). Music education with artificial intelligence for inclusive and sustainable early childhood learning. *Emerging Science Journal*, 9, 201–218. <https://doi.org/10.28991/ESJ-2025-SIED1-012>
- Skene, K., O'Farrelly, C. M., Byrne, E. M., Kirby, N., Stevens, E. C., & Ramchandani, P. G. (2022). Can guidance during play enhance children's learning and development in educational contexts? A systematic review and meta-analysis. *Child Development*, 93(4), 1162–1180. <https://doi.org/10.1111/cdev.13730>
- Su, J., & Yang, W. (2022). Artificial intelligence in early childhood education: A scoping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100049. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100049>
- Su, J., Ng, D. T. K., & Chu, S. K. W. (2023). Artificial intelligence (AI) literacy in early childhood education: The challenges and opportunities. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100124. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100124>
- Su, J., Yang, W., Yim, I. H. Y., Li, H., & Hu, X. (2024). Early artificial intelligence education: Effects of cooperative play and direct instruction on kindergarteners' computational thinking, sequencing, self-regulation and theory of mind skills. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(6), 2917–2925. <https://doi.org/10.1111/jcal.13040>
- Tello Mayorga, L. E., Bowen Castro, D. J., Rosero Ubidia, A. M., Rea Elizalde, C. A., & Bernal Parraga, A. P. (2025). El papel del orientador educativo en la prevención del acoso escolar modelos de intervención basados en evidencia. *ASCE*, 4(3), 1089–1115. <https://doi.org/10.70577/ASCE/1089.1115/2025>
- Troya Santilán, B. N., Garcia Sosa, S. M., Medina Marino, P. A., Campoverde Duran, V. D. R., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Diseño e Implementación del Gamming Impulsados por IA para Mejorar el Aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 4051-4071. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11611
- Troya Santillán, C. M., Bernal Párraga, A. P., Guaman Santillan, R. Y., Guzmán Quiña, M. de los A., & Castillo Alvare, M. A. (2024). Formación Docente en el Uso de Herramientas Tecnológicas

para el Apo-yo a las Necesidades Educativas Especiales en el Aula. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(3), 3768-3797. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11588

Troya, B. N., Arzube, M. C., Arzube, D. M., Troya, C. M., Martínez, M. Y., Zapata, Y. F. y Bernal, A. P. (2024). Liderazgo Educativo Transformacional: Estrategias para Inspirar y Motivar a los Docentes en el Contexto Escolar. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(5), 2230-2246. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13687

Villacreses Sarzoza, E. G., Nancy Maribel, M. C., Calderón Quezada, J. E., Víctor Gregory, T. V., Iza Chungandro, M. F., Tandazo Sarango, F. E., & Bernal Párraga, A. P. (2025). Inteligencia Artificial: Transformando la Escritura Académica y Creativa en la Era del Aprendizaje Significativo. Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano, 6(1), 1427-1451. <https://doi.org/10.61368/rs.d.h.v6i1.533>

Zambrano Vergara, B. J., Bernal Párraga, A. P., Nivelá Cedeño, A. N., García Jiménez, D. I., Guevara Guevara, N. P., & Bravo Alcívar, G. M. (2024). Estrategias de Gestión de Aula para Fomentar el Aprendizaje Autónomo en la Educación Inicial. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(3), 5379-5406. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11745