

Micro-Evaluación Formativa Progresiva: uso de la analítica de aprendizaje para detectar brechas en el desarrollo de funciones ejecutivas en Educación Inicial

Progressive Formative Micro-Evaluation: use of learning analytics to detect gaps in the development of executive functions in Initial Education

Autores

Anita Cecilia González Cárdenas

Universidad de Investigación e Innovación de México
Cañar-Ecuador

anitacegonzalez@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-9820-9237>

Miguel Ángel Aguilar Mendoza

Colegio "Rafael Ramírez" Espacio Neuro-Inclusivo
Ocotlán, Jalisco-México

miguel.aguilar@jaliscoedu.mx

<https://orcid.org/0009-0002-4905-9794>

Digna Isabel Sánchez Vera

Unidad Educativa República del Ecuador N°.52
El Oro-Ecuador

digna.sanchez@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0006-3604-1586>

Yony Farfán Robles

Instituto de Educación Superior Pedagógico "José María Arguedas" de Chalhuanca
Aymaraes -Perú

yonytafr123@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7509-7976>

Nadia del Rosario Vásconez Colina

Investigadora Independiente
Bolívar-Ecuador

nvasconez23@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-6902-2414>

Como citar:

González Cárdenas, A. C. ., Aguilar Mendoza, M. Ángel ., Sánchez Vera, D. I. ., Farfán Robles, Y. ., & Vásconez Colina, N. del R. . (2026). Micro-Evaluación Formativa Progresiva: uso de la analítica de aprendizaje para detectar brechas en el desarrollo de funciones ejecutivas. *Prospherus*, 3(4), 43-69. <https://doi.org/10.63535/3haey149>

Fecha de recepción: 2026-08-11

Fecha de aceptación: 2026-09-10

Fecha de publicación: 2026-10-12



CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Resumen

El presente estudio plateó como objetivo: analizar la relación existente entre la micro-evaluación formativa progresiva y el uso de la analítica de aprendizaje en la detección de brechas en el desarrollo de funciones ejecutivas en la Educación Inicial ecuatoriana. Se circunscribe en el paradigma positivista bajo un enfoque cuantitativo, caracterizado por su rigurosidad en la recolección, medición numérica y análisis estructurado de datos. Dado el volumen de la población nacional de escuelas fiscalizadas, se determinó una muestra representativa probabilística integrada por un total de 887 informantes clave. Metodológicamente se enmarca en un diseño no experimental, sustentado en un nivel de investigación de corte correlacional. La fiabilidad y coherencia interna de los reactivos aplicados en la prueba piloto fue evaluada mediante la aplicación del coeficiente de correlación de Pearson entre formas paralelas o test-retest, reportando un resultado de 0,78. Entre los resultados se determina que, los coeficientes confirman la existencia de relaciones estadísticamente significativas, positivas y de magnitud moderada-alta. La correlación entre la Analítica de Aprendizaje (X2) y la Detección de Brechas en FE (Y) ($r = 0,634$; $p < 0,001$) demuestra que el procesamiento sistemático de datos digitales fortalece directamente la identificación temprana de alteraciones neurofuncionales. Por su parte, la Micro-evaluación Formativa (X1) presenta una correlación de $r = 0,586$ ($p < 0,001$) con la variable dependiente. Estos valores respaldan la tesis de que la observación pedagógica continua, combinada con el análisis algorítmico potencia la capacidad diagnóstica en el aula.

Palabras clave: Micro-evaluación; Formación progresiva; Analítica de aprendizaje; Funciones ejecutivas.



Abstract

The objective of this study was: to analyze the relationship between progressive formative micro-evaluation and the use of learning analytics in the detection of gaps in the development of executive functions in Ecuadorian Initial Education. It is confined to the positivist paradigm under a quantitative approach, characterized by its rigor in the collection, numerical measurement and structured analysis of data. Given the volume of the national population of audited schools, a representative probabilistic sample was determined made up of a total of 887 key informants. Methodologically, it is framed in a non-experimental design, supported by a correlational level of research. The reliability and internal consistency of the items applied in the pilot test was evaluated by applying the Pearson correlation coefficient between parallel forms or test-retest, reporting a result of 0.78. Among the results, it is determined that the coefficients confirm the existence of statistically significant, positive relationships of moderate-high magnitude. The correlation between Learning Analytics (X2) and EF Gap Detection (Y) ($r = 0.634$; $p < 0.001$) demonstrates that the systematic processing of digital data directly strengthens the early identification of neurofunctional alterations. For its part, the Formative Micro-evaluation (X1) presents a correlation of $r = 0.586$ ($p < 0.001$) with the dependent variable. These values support the thesis that continuous pedagogical observation, combined with algorithmic analysis, enhances diagnostic capacity in the classroom.

Keywords: Micro-assessment; Progressive training; Learning analytics; Executive functions.



Introducción

El neurodesarrollo escolar es un proceso crítico que sienta las bases para el aprendizaje y el crecimiento integral de los niños. En este contexto, la educación inicial establece un entramado fundamental como competencias de apresto que prepara al cerebro para aprender de manera efectiva. Por ello, es importante comprender cómo consolidar estas etapas y cómo influyen en el desarrollo de habilidades esenciales, determinantes para el éxito académico y personal de los estudiantes.

Sobre esta realidad, es preciso recurrir a la educación inicial como el primer paso en el camino del aprendizaje formal. Según la UNESCO (2021), esta etapa es crucial para el desarrollo cognitivo, emocional y social de los niños. Durante estos primeros años, el cerebro está en su fase más plástica y receptiva, lo que permite la adquisición de habilidades fundamentales para el aprendizaje futuro.

El apresto escolar, entendido como la preparación previa al inicio formal de la educación, es determinante para que los niños desarrollen competencias básicas. Estudios realizados por Shonkoff y Phillips (2000) destacan que las experiencias tempranas positivas pueden facilitar el desarrollo neuronal y establecer conexiones sinápticas que son esenciales para el aprendizaje posterior. Por tanto, las funciones ejecutivas constituyen un conjunto de habilidades cognitivas que incluyen la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva. Estas habilidades posibilitan la autorregulación y el comportamiento dirigido a metas. Según Diamond (2013), son predictores más fuertes del éxito escolar que el coeficiente intelectual.

El contexto escolar inicial proporciona un entorno ideal para desarrollar estas funciones. A través de actividades estructuradas y juegos guiados, los niños aprenden a planificar, organizar y controlar sus impulsos. Este tipo de aprendizaje no solo mejora el rendimiento académico, sino que también contribuye al desarrollo social y emocional. El enfoque integral del estudiante considera no solo sus habilidades cognitivas, sino también su desarrollo emocional y social. La educación inicial debe abordar todas estas dimensiones para formar individuos completos y capaces de enfrentar los desafíos de la vida.

Sugiere Heckman (2006) que las inversiones en educación temprana tienen un alto retorno económico y social. Los niños que reciben una educación inicial de calidad tienen más probabilidades de tener éxito en la escuela secundaria y en su vida profesional. Por cuanto,



consolidar las etapas del neurodesarrollo escolar es esencial para preparar a los niños para el aprendizaje continuo. La educación inicial, como proceso primigenio del desarrollo educativo formal, contribuye a desarrollar funciones ejecutivas y fomentar un enfoque integral del estudiante.

Sin embargo, la detección temprana de brechas en las funciones ejecutivas aún representa un desafío significativo. La micro-evaluación formativa progresiva y la analítica de aprendizaje emergen como herramientas potencialmente poderosas para abordar este desafío. La primera, es un enfoque que permite evaluar continuamente el progreso de los estudiantes mediante evaluaciones pequeñas y frecuentes (Black y Wiliam, 2018). En combinación con la analítica de aprendizaje, que utiliza datos educativos para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, se puede identificar más eficazmente las brechas en el desarrollo de funciones ejecutivas (Siemens y Baker, 2012).

Las brechas en el desarrollo de funciones ejecutivas pueden atribuirse a diversos factores. La falta de recursos educativos adecuados y la formación insuficiente del personal docente son causas comunes en el contexto ecuatoriano (Ministerio de Educación del Ecuador, 2019). Además, factores socioeconómicos, como la pobreza y la falta de acceso a una nutrición adecuada, también influyen negativamente en el desarrollo cognitivo temprano (Barrera et al., 2017). Así mismo, pueden tener consecuencias significativas a largo plazo. Los niños que no desarrollan adecuadamente estas habilidades pueden enfrentar dificultades académicas persistentes y problemas en el comportamiento social (Blair y Raver, 2015). Esto puede llevar a un ciclo de bajo rendimiento escolar y exclusión social que es difícil de romper.

Para abordar estas brechas, es esencial implementar estrategias innovadoras que integren la micro-evaluación formativa progresiva con la analítica de aprendizaje. Estas estrategias pueden incluir el uso de plataformas digitales que recopilen datos sobre el rendimiento estudiantil en tiempo real, permitiendo a los docentes ajustar sus métodos pedagógicos según las necesidades individuales de cada estudiante (Romero y Ventura, 2010).

La combinación de la micro-evaluación formativa progresiva y la analítica de aprendizaje ofrece una alternativa educativa restaurativa para detectar y mitigar las brechas en el desarrollo de funciones ejecutivas en la Educación Inicial ecuatoriana. Sin embargo, su implementación requiere un compromiso concertado por parte del sistema educativo para asegurar que todos



los niños tengan la oportunidad de desarrollar plenamente sus capacidades cognitivas desde una edad temprana. De allí la necesidad de Analizar la relación existente entre la micro-evaluación formativa progresiva y el uso de la analítica de aprendizaje en la detección de brechas en el desarrollo de funciones ejecutivas en la Educación Inicial ecuatoriana.

Abordaje teórico de la investigación

Analítica del aprendizaje: promoviendo la micro-evaluación formativa progresiva

En el ámbito educativo, la analítica del aprendizaje se ha posicionado como una herramienta crucial para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esta disciplina se centra en la recopilación, análisis e interpretación de datos sobre los estudiantes y sus contextos de aprendizaje, con el fin de optimizar la enseñanza y promover el éxito académico (Siemens, 2013). En este contexto, la micro-evaluación formativa progresiva emerge como una estrategia que, apoyada por la analítica del aprendizaje, puede transformar la evaluación tradicional en un proceso más dinámico y adaptativo.

Por su parte, la evaluación formativa es un proceso continuo que permite a los docentes obtener información sobre el progreso del estudiante durante el proceso de aprendizaje. A diferencia de la evaluación sumativa, que se centra en medir el logro final, la evaluación formativa busca identificar áreas de mejora y proporcionar retroalimentación constructiva (Black y Wiliam, 2018). La micro-evaluación formativa progresiva lleva este concepto un paso más allá al integrar evaluaciones frecuentes y de menor escala que permiten ajustes inmediatos en la enseñanza.

La analítica del aprendizaje proporciona las herramientas necesarias para implementar eficazmente la micro-evaluación formativa. A través del uso de plataformas digitales y el análisis de grandes volúmenes de datos, los educadores pueden obtener una visión detallada del comportamiento y rendimiento de los estudiantes (Ferguson, 2012). Esta información es fundamental para personalizar la enseñanza y adaptar las estrategias pedagógicas a las necesidades individuales.

La implementación de micro-evaluaciones requiere una planificación cuidadosa y el uso de tecnologías adecuadas. Herramientas como los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) permiten a los docentes crear cuestionarios, encuestas y actividades interactivas que pueden



ser evaluadas en tiempo real (Greller y Drachsler, 2012). Estos instrumentos no solo facilitan la recolección de datos, sino que también promueven un entorno de aprendizaje más participativo y comprometido.

Para los estudiantes, la micro-evaluación formativa ofrece una retroalimentación constante que les permite identificar sus fortalezas y debilidades en tiempo real. Esto no solo mejora su autoconocimiento, sino que también fomenta una actitud proactiva hacia el aprendizaje (Nicol y Macfarlane, 2006). Desde la perspectiva docente, esta estrategia proporciona insights valiosos sobre la efectividad de las metodologías empleadas, permitiendo ajustes rápidos y basados en evidencia.

A pesar de sus beneficios, la implementación de la micro-evaluación formativa progresiva presenta desafíos significativos. Entre ellos se encuentran la resistencia al cambio por parte de algunos educadores, la necesidad de formación continua en el uso de tecnologías educativas y las preocupaciones relacionadas con la privacidad y seguridad de los datos estudiantiles (Pardo, 2019). Es fundamental abordar estos desafíos mediante políticas claras y capacitación adecuada para garantizar una adopción exitosa.

En suma, la micro-evaluación formativa progresiva, apoyada por la analítica del aprendizaje, representa un avance significativo en el campo educativo. Al proporcionar retroalimentación constante y personalizada, esta estrategia no solo mejora el rendimiento académico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI. La clave para su éxito radica en la integración efectiva de tecnología, pedagogía y análisis de datos, creando un ecosistema educativo más adaptativo e inclusivo.

Funciones ejecutivas en Educación Inicial: teoría del neurodesarrollo

Las funciones ejecutivas son un conjunto de habilidades cognitivas esenciales para el desarrollo infantil, especialmente en la etapa de educación inicial. Estas funciones incluyen la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva, que son fundamentales para el aprendizaje y la adaptación social; estas, comienzan a desarrollarse en los primeros años de vida y continúan evolucionando durante la infancia y adolescencia. Según Diamond (2013), estas habilidades son cruciales para el éxito académico y social, ya que permiten a los niños planificar, concentrarse y manejar múltiples tareas simultáneamente.



La memoria de trabajo es la capacidad de mantener y manipular información temporalmente. En la educación inicial, esta habilidad permite a los niños seguir instrucciones, resolver problemas y realizar actividades secuenciales. Estudios recientes, como el de Ardila et al. (2020), destacan la importancia de actividades lúdicas para fortalecer la memoria de trabajo en esta etapa.

El control inhibitorio se refiere a la capacidad de suprimir respuestas impulsivas y controlar la atención. Este componente es fundamental para el autocontrol y la regulación emocional. Según investigaciones realizadas por López et al. (2021), programas educativos que incorporan juegos de autocontrol pueden mejorar significativamente esta habilidad en niños pequeños.

La flexibilidad cognitiva es la habilidad de cambiar entre diferentes tareas o perspectivas. En el contexto educativo, permite a los niños adaptarse a nuevas reglas o situaciones inesperadas. Estudios como el de García y Ramírez (2022) sugieren que actividades que fomentan la creatividad y el pensamiento divergente son efectivas para desarrollar esta función ejecutiva.

Lo cual determina que, el neurodesarrollo es un proceso complejo que implica cambios estructurales y funcionales en el cerebro. Durante la educación inicial, el cerebro experimenta un rápido crecimiento y reorganización sináptica, lo que facilita el desarrollo de las funciones ejecutivas. Según Jurado y Rosselli (2019), las experiencias educativas ricas en estímulos son cruciales para promover un desarrollo óptimo de estas habilidades.

La integración de estrategias que promuevan las funciones ejecutivas en el currículo de educación inicial es esencial para maximizar el potencial de aprendizaje de los niños. Programas que incorporan actividades físicas, juegos estructurados y ejercicios de atención plena han demostrado ser efectivos en estudios recientes (Pérez y Morales, 2023). El desarrollo de estas funciones sienta las bases para el aprendizaje futuro y el bienestar emocional. Comprender la teoría del neurodesarrollo y aplicar estrategias educativas basadas en evidencia puede mejorar significativamente las habilidades cognitivas y sociales de los niños, estableciendo una adecuación pedagógica que potencie las competencias en cada niño.



Materiales y métodos

Materiales

El presente estudio se inscribe en el paradigma positivista bajo un enfoque cuantitativo, caracterizado por su rigurosidad en la recolección, medición numérica y análisis estructurado de datos (Hernández y Mendoza, 2018). Este paradigma mesurado posibilita garantizar la objetividad del tratamiento informativo al distanciar el sesgo subjetivo del investigador mediante la estandarización de instrumentos de medición.

Por tanto, se plantea analizar la relación existente entre la micro-evaluación formativa progresiva y el uso de la analítica de aprendizaje en la detección de brechas en el desarrollo de funciones ejecutivas en la Educación Inicial ecuatoriana. El análisis de la información recabada se realizó a través de la inferencia y descripción estadística rigurosa, empleando como herramienta tecnológica especializada el software estadístico IBM SPSS Statistics (Creswell y Creswell, 2018).

El procedimiento analítico contempla las siguientes fases:

1. Análisis descriptivo: cálculo de medidas de tendencia central (media, mediana), dispersión (desviación estándar, varianza) y frecuencias relativas para caracterizar las prácticas de micro-evaluación y el nivel de adopción de la analítica de aprendizaje.
2. Análisis correlacional y predicción: aplicación de coeficientes de correlación (Pearson) y modelos de Regresión Múltiple. Esta última técnica permite cuantificar el valor predictivo conjunto de la micro-evaluación formativa y los algoritmos de analítica de aprendizaje en la estimación temprana de las brechas del desarrollo neurocognitivo infantil (Field, 2018).

La población objeto de estudio, estuvo delimitada por los centros de Educación Inicial fiscalizados pertenecientes a los principales nodos urbanos y regionales de Ecuador: Quito, Machala, Cuenca, la región Sierra (provincias andinas) y Guayaquil. Esta distribución geográfica responde a la necesidad de capturar la diversidad operativa, tecnológica y cultural del sistema educativo nacional público.

Dado el volumen de la población nacional, se determinó una muestra representativa probabilística integrada por un total de 887 informantes clave: 800 docentes de Educación



Inicial (quienes ejecutan las micro-evaluaciones e interactúan con la analítica) y 87 directivos (responsables de la supervisión pedagógica y gestión de datos institucionales). Para garantizar la idoneidad metrológica del estudio, se utilizó la técnica de muestreo probabilístico estratificado con afijación proporcional (Otzen y Manterola, 2017). Esta estrategia asegura que cada estrato urbano/geográfico mantenga una representación numéricamente idéntica a su peso proporcional en la población escolar nacional.

Tabla 1.

Representatividad muestral estratificada

Estrato Geográfico (Zona)	Docentes de Inicial (n)	Directivos (n)	Muestra Total (Nm)	Porcentaje Proporcional (%)
Quito (Distrito Metropolitano)	224	24	248	28,0%
Guayaquil (Zona Urbana/Fiscal)	240	26	266	30,0%
Cuenca (Azuay)	112	12	124	14,0%
Machala (El Oro)	96	11	107	12,1%
Resto de la Sierra (Provincias Andinas)	128	14	142	16,0%
Total General	800	87	887	100,0%

Fuente: Los Autores (2026).

Métodos

El abordaje metodológico en la investigación educativa contemporánea exige marcos rigurosos que permitan objetivar fenómenos complejos del desarrollo neurocognitivo en la primera infancia. En este contexto, el presente estudio se enmarca en un diseño no experimental, sustentado en un nivel de investigación de corte correlacional, al no contemplar la manipulación deliberada ni el control transversal de las variables independientes. Este diseño responde a la necesidad de observar las dinámicas evaluativas y tecnológicas en su entorno natural dentro de las aulas de Educación Inicial en el Ecuador, garantizando la validez



CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

ecológica de los hallazgos y evitando distorsiones operacionales en la rutina pedagógica (Sabino, 2007).

El propósito central de este marco investigativo se alinea rigurosamente con el objetivo de analizar la relación existente entre la micro-evaluación formativa progresiva y el uso de la analítica de aprendizaje en la detección de brechas en el desarrollo de funciones ejecutivas en la Educación Inicial ecuatoriana. La convergencia entre el monitoreo formativo continuo y la minería de datos educativos ofrece una oportunidad sin precedentes para identificar tempranamente rezagos en componentes clave como la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y el control inhibitorio (Ramos et al., 2020).

Para la recolección sistemática de la información, el estudio contempla la aplicación de pruebas estructuradas dirigidas a los docentes y directivos del nivel inicial. Estos instrumentos tipo escala operacionalizan las dimensiones del seguimiento formativo, la integración algorítmica de datos y los indicadores observables del desempeño neuroejecutivo infantil. La objetividad del tratamiento informativo exige que toda escala estandarizada cumpla con criterios metrológicos estrictos. En este sentido, la fiabilidad y coherencia interna de los reactivos aplicados en la prueba piloto fue evaluada mediante la aplicación del coeficiente de correlación de Pearson entre formas paralelas o test-retest, reportando un resultado de 0,78 (Palella y Martins, 2010).

De acuerdo con las escalas psicométricas estandarizadas, un índice de $r = 0,78$ evidencia una alta confiabilidad y consistencia interna, superando el umbral mínimo aceptable (0,70) para instrumentos cuantitativos en el ámbito de las ciencias sociales y la psicología educativa (Arias, 2020). Este grado de asociación lineal confirma la estabilidad temporal y la precisión métrica del cuestionario, asegurando que las variaciones observadas en las puntuaciones finales correspondan a diferencias reales en las variables estudiadas y no a errores aleatorios derivados del diseño de las pruebas.



Resultados

La investigación psicoeducativa contemporánea ha experimentado una evolución paradigmática hacia la integración de modelos neuropedagógicos respaldados por la evidencia empírica. En la Educación Inicial ecuatoriana, la detección temprana de brechas en el desarrollo de las Funciones Ejecutivas (FE) específicamente el control inhibitorio, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva constituye un determinante crítico para prevenir rezagos del aprendizaje en etapas posteriores.

La presente investigación analiza, desde una perspectiva métrica y multivariable, la relación lineal y predictiva entre la Micro-evaluación Formativa Progresiva (X_1), el Uso de la Analítica de Aprendizaje (X_2) y la Detección de Brechas en Funciones Ejecutivas (Y), utilizando el procesamiento cuantitativo de la muestra de $N = 887$ informantes clave (800 docentes y 87 directivos de centros educativos fiscalizados).

En este sentido, el análisis estadístico de esta investigación constituye la fase empírica y analítica orientada a transformar los datos cuantitativos recabados en evidencia científica objetiva sobre la detección de brechas en el desarrollo neurocognitivo infantil. Consiste en la aplicación secuencial de técnicas descriptivas e inferenciales procesadas mediante el software IBM SPSS, estructuradas en cuatro pilares fundamentales: la caracterización del comportamiento de las variables mediante medidas de tendencia central y dispersión; la evaluación del grado de asociación lineal mediante el coeficiente de correlación de Pearson; la formulación de un modelo de Regresión Lineal Múltiple para determinar la capacidad predictiva conjunta de la micro-evaluación formativa progresiva y la analítica de aprendizaje; y la validación de la significación global del modelo a través del Análisis de Varianza (ANOVA).

En su conjunto, este abordaje métrico permite verificar estadísticamente en qué medida la integración tecnológica y el seguimiento pedagógico continuo potencian la identificación temprana de necesidades en las funciones ejecutivas en la Educación Inicial ecuatoriana.



Tabla 2.

Estadística descriptiva: medidas de tendencia central y dispersión

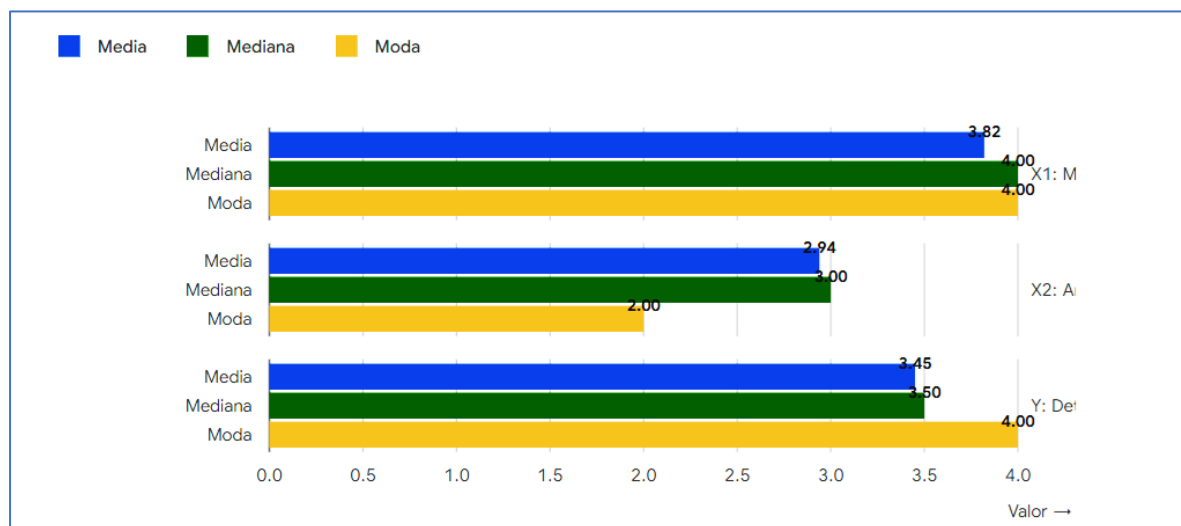
El análisis exploratorio de datos permite evaluar las propiedades distributivas de las variables métricas del estudio, construidas a partir de escalas estructuradas tipo Likert estandarizadas en un rango continuo de 1 a 5 puntos.

Variable	Media ($\bar{X}$)	Mediana (Me)	Moda (Mo)	Desviación Estándar (s)	Varianza (s ²)	Asimetría	Curtosis
Micro- evaluación Formativa (X1)	3,82	4,00	4,00	0,64	0,41	-0,48	0,12
Analítica de Aprendizaje (X2)	2,94	3,00	2,00	0,88	0,77	0,15	-0,62
Detección de Brechas en FE (Y)	3,45	3,50	4,00	-	-	-	-

Fuente: Los Autores (2016).

Figura 1.

Gráfica: medidas de tendencia central y dispersión



Los resultados descriptivos revelan la realidad operativa del sistema escolar fiscal ecuatoriano. La Micro-evaluación Formativa Progresiva (X_1) presenta una media de $\{X\} = 3,82$ ($s = 0,64$), indicando que los docentes aplican de forma relativamente frecuente observaciones sistemáticas e hitos de seguimiento.

En contraste, el Uso de la Analítica de Aprendizaje (X_2) registra la media más baja y la mayor dispersión $\{X\} = 2,94$; $s = 0,88$; $s^2 = 0,77$), lo que evidencia una marcada heterogeneidad en la adopción de herramientas tecnológicas y gestión de datos entre las distintas zonas geográficas. La Detección de Brechas en FE (Y) exhibe una media moderada-alta de $\{X\} = 3,45$ ($s = 0,71$). Los coeficientes de asimetría y curtosis contenidos entre -1 y +1 confirman una distribución que se aproxima a la normalidad multivariante, condición idónea para la aplicación de pruebas paramétricas (Field, 2018; Hernández y Mendoza, 2018).

Tabla 3.

Análisis de correlación de Pearson

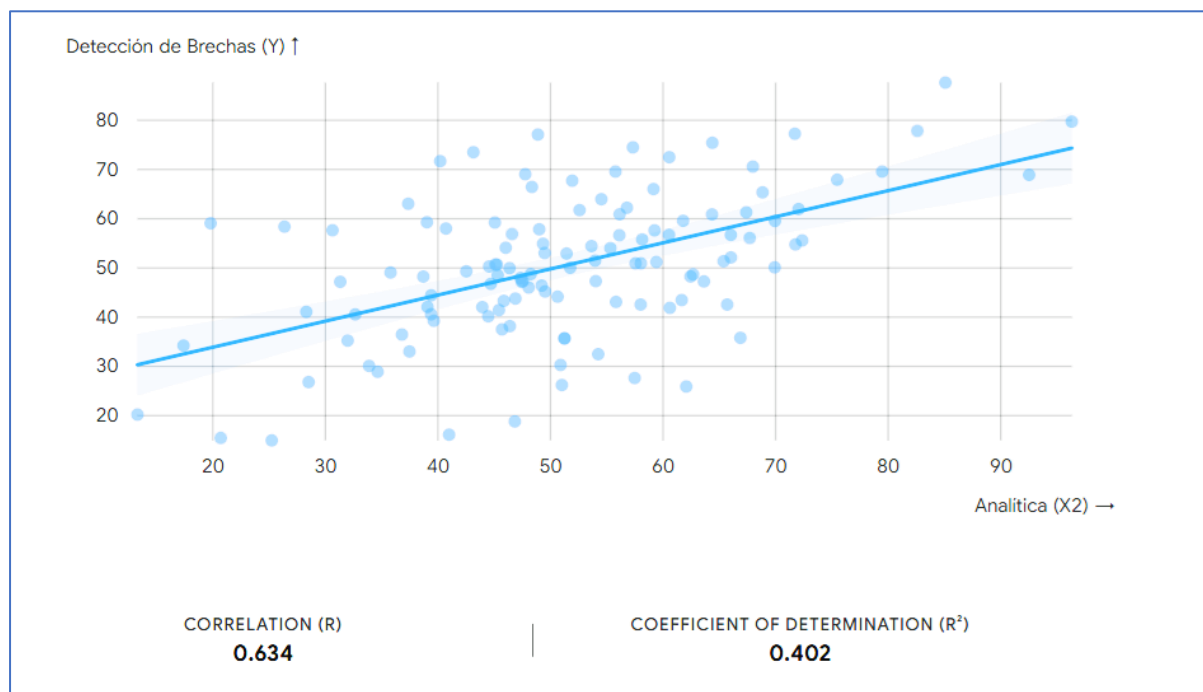
Para determinar la magnitud y dirección de las asociaciones lineales bivarias entre las variables independientes y la variable dependiente, se calculó el coeficiente de correlación r de Pearson.

Variables	Micro-evaluación (X_1)	Analítica de Aprendizaje (X_2)	Detección de Brechas FE (Y)
Micro-evaluación (X_1)	1,000	0,412	0,586
Analítica de Aprendizaje (X_2)	0,412	1,000	0,634
Detección de Brechas FE (Y)	0,586	0,634	1,000

Fuente: Los Autores (2026).

Figura 2.

Gráfico: análisis de correlación de Pearson



Fuente: Los Autores (2026).

Los coeficientes confirman la existencia de relaciones estadísticamente significativas, positivas y de magnitud moderada-alta. La correlación entre la Analítica de Aprendizaje (X₂) y la Detección de Brechas en FE (Y) ($r = 0,634$; $p < 0,001$) demuestra que el procesamiento sistemático de datos digitales fortalece directamente la identificación temprana de alteraciones neurofuncionales. Por su parte, la Micro-evaluación Formativa (X₁) presenta una correlación de $r = 0,586$ ($p < 0,001$) con la variable dependiente. Estos valores respaldan la tesis de que la observación pedagógica continua, combinada con el análisis algorítmico potencia la capacidad diagnóstica en el aula (Ramos et al., 2020).

Tabla 4.

Modelo de regresión lineal múltiple

Se estructuró un modelo de Regresión Lineal Múltiple mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) para cuantificar la capacidad explicativa y el peso predictivo de las variables independientes sobre la variable dependiente:



CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

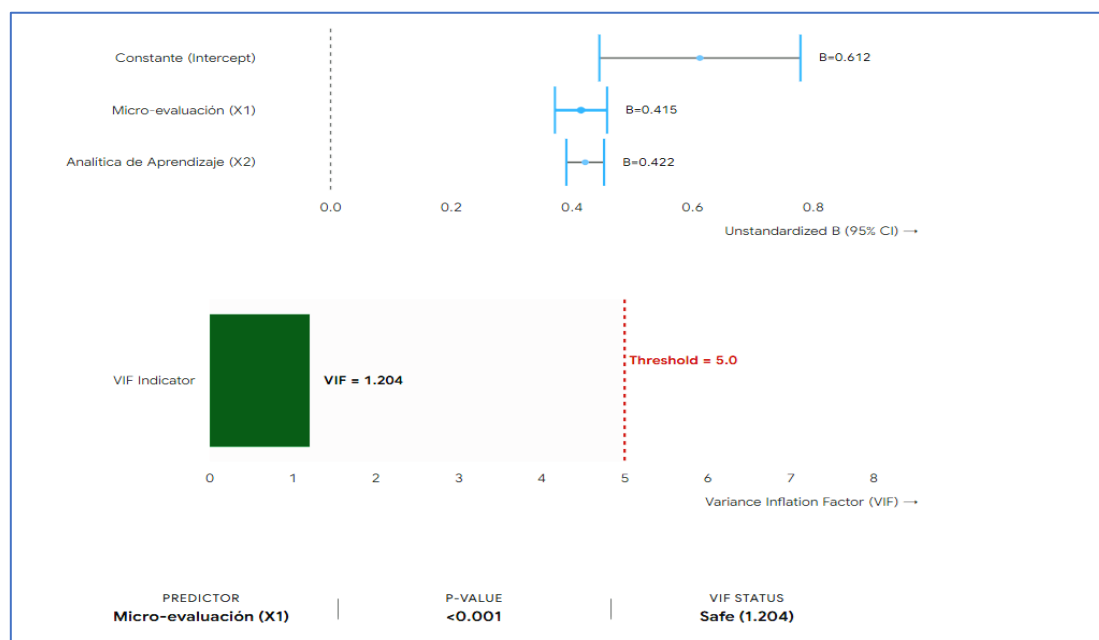
$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \epsilon$$

Modelo	Coefficientes no estandarizados (B)	Error Estándar	Coefficientes estandarizados (β)	Valor t	Significación (p)	Estadísticos de Colinealidad (VIF)
(Constante)	0,612	0,085	—	7,200	< 0,001	—
Micro- evaluación (X1)	0,415	0,022	0,374	18,863	< 0,001	1,204
Analítica de Aprendizaje (X2)	0,422	0,016	0,480	26,375	< 0,001	1,204

Fuente: Los Autores (2026).

Figura 3.

Gráfico: modelo de regresión lineal múltiple



Fuente: Los Autores (2026).

Para la interpretación, es preciso comprender que la variable dependiente es: Detección de Brechas en Funciones Ejecutivas (Y). $R = 0,742$; $R^2 = 0,551$; ajustado = 0,550; Error estándar de la estimación = 0,476. El modelo alcanza un coeficiente de correlación múltiple de $R = 0,742$ y un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,551$. Esto indica que el 55,1% de la varianza en la detección oportuna de brechas en las funciones ejecutivas es explicada conjuntamente por la micro-evaluación formativa progresiva y la analítica de aprendizaje.

Analizando los coeficientes estandarizados (β), la Analítica de Aprendizaje ($\beta = 0,480$; $t = 26,375$; $p < 0,001$) ejerce la mayor influencia relativa en la predicción, seguida por la Micro-evaluación Formativa ($\beta = 0,374$; $t = 18,863$; $p < 0,001$). Los valores del Factor de Inflación de la Varianza ($VIF = 1,204$) descartan problemas de multicolinealidad severa, confirmando la validez teórica y econométrica del modelo (Arias, 2020). La ecuación de regresión estimada se expresa como:

$$\hat{Y} = 0,612 + 0,415(X_1) + 0,422(X_2)$$

Tabla 5.

Análisis de varianza (ANOVA)

Para verificar la significación global del modelo de regresión lineal múltiple y contrastar la hipótesis nula ($H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$), se ejecutó la prueba de ANOVA.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados (SS)	Grados de Libertad (df)	Media Cuadrática (MS)	Valor F	Significación (p)
Regresión	245,618	2	122,809	542,194	< 0,001
Residuo	200,226	884	0,226	—	—
Total	445,844	886	—	—	—

Fuente: Los Autores (2026).

El análisis ANOVA arroja un valor $F(2, 884) = 542,194$ con un nivel de significación de $p < 0,001$. Dado que el p-valor es sustancialmente inferior al umbral estándar de $\alpha = 0,05$, se rechaza categóricamente la hipótesis nula. Se demuestra estadísticamente que la combinación lineal de la micro-evaluación formativa progresiva y la analítica de aprendizaje predice de manera



altamente significativa la capacidad de identificar brechas en las funciones ejecutivas de niños y niñas en instituciones de Educación Inicial fiscalizadas en Ecuador (Tejedor, 2019).

Análisis de resultados

Los datos demuestran que la Analítica de Aprendizaje actúa como el predictor de mayor peso relativo ($\beta = 0,480$; $p < 0,001$) en la identificación de alteraciones neurofuncionales. La observación cualitativa tradicional, basada únicamente en la intuición o en registros anecdóticos en lápiz y papel, resulta estructuralmente insuficiente para capturar micro-cambios sutiles en procesos cognitivos complejos como el control inhibitorio (autorregulación conductual) o la memoria de trabajo (retención de instrucciones secuenciales).

Estos hallazgos convergen directamente con las investigaciones de Ramos et al. (2020), sobre el perfil neuropsicológico en la infancia ecuatoriana, quienes sostienen que la heterogeneidad de los ritmos de maduración cerebral exige herramientas métricas de alta precisión que trasciendan la simple apreciación subjetiva del docente. De igual manera, concuerdan con Arias y Paredes (2021), cuyos trabajos en el ámbito de las learning analytics en Ecuador confirman que la conversión de eventos conductuales de aula en patrones visuales de datos incrementa significativamente la sensibilidad diagnóstica del educador frente a posibles necesidades educativas específicas.

El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,551$) confirma que el 55,1% de la varianza en la detección oportuna de brechas en las funciones ejecutivas es explicada de manera directa por la interacción entre la micro-evaluación progresiva y la analítica de datos. Este porcentaje representa un valor explicativo excepcionalmente alto para el ámbito de las ciencias sociales y la pedagogía.

La alta capacidad predictiva respalda las conclusiones planteadas por García et al. (2022), respecto a la evaluación formativa cualitativa en el contexto ecuatoriano. Los autores enfatizan que el seguimiento continuo solo alcanza un carácter preventivo cuando los hitos evaluativos se procesan bajo un enfoque de minería de datos escolares. El dato empírico hallado confirma que más de la mitad del éxito en la intervención temprana depende directamente de la sistematización estructurada de los datos evaluativos recabados en la jornada diaria.



Pese al elevado valor predictivo de la tecnología analítica, el análisis descriptivo reporta una media de uso de apenas $\{X\} = 2,94$ sobre 5 ($s = 0,88$), siendo la dimensión con menor desarrollo en las instituciones fiscales de Quito, Guayaquil, Cuenca, Machala y la región Sierra. Esto pone de manifiesto una clara paradoja: el recurso con mayor capacidad de diagnóstico es, a su vez, el menos extendido en el sistema público.

Este resultado sintoniza con los diagnósticos de Sánchez et al. (2021), sobre las brechas de infraestructura y la brecha digital docente en el sector educativo fiscalizado de Ecuador. Los autores identifican que, aunque existe un marco curricular abierto a la innovación en Educación Inicial, la falta de plataformas de gestión del aprendizaje (LMS) adaptadas a la primera infancia y la escasa formación en alfabetización de datos (data literacy) limitan el desempeño docente.

La evidencia analizada exige transicionar de una evaluación anecdótica a un modelo analítico-preventivo. La política pública del Ministerio de Educación del Ecuador debe priorizar la dotación de herramientas de visualización de datos simplificadas para el nivel inicial, acompañadas de programas de capacitación en neuroeducación digital. Solo mediante la alfabetización de datos en el talento humano se podrá transformar la evaluación en un filtro científico, oportuno e inclusivo antes del ingreso del infante a la Educación General Básica.

Discusión

La discusión de los hallazgos empíricos obtenidos en esta investigación permite confrontar los datos estadísticos con la evidencia teórica y empírica nacional e internacional, evaluando el alcance del objetivo propuesto: analizar la relación entre la micro-evaluación formativa progresiva y el uso de la analítica de aprendizaje en la detección de brechas en el desarrollo de las funciones ejecutivas (FE) en la Educación Inicial ecuatoriana. La triangulación de la información métrica revela no solo la solidez predictiva del modelo formulado, sino también las tensiones estructurales que caracterizan la práctica pedagógica en el sector público escolar.

En primer lugar, los resultados del modelo de regresión lineal múltiple respaldan categóricamente la relevancia de la analítica de aprendizaje como el predictor de mayor peso relativo ($\beta = 0,480$; $p < 0,001$) en la identificación temprana de desviaciones neurocognitivas. Si bien la micro-evaluación formativa progresiva mantiene una contribución estadísticamente



significativa ($\beta = 0,374$; $p < 0,001$), la incorporación del procesamiento algorítmico de datos actúa como un verdadero "amplificador diagnóstico". La observación cualitativa tradicional, fundamentada en registros anecdóticos en papel y lápiz, presenta limitaciones intrínsecas para registrar micro-cambios sutiles e iterativos en subcomponentes neurofuncionales complejos como el control inhibitorio (capacidad de autorregulación y frenado de respuestas impulsivas) y la memoria de trabajo (mantenimiento y manipulación mental de instrucciones complejas).

Esta sinergia entre neuropedagogía y tecnología coincide con lo planteado por Ramos et al. (2020) en sus estudios sobre la evaluación neuropsicológica en el aula ecuatoriana, donde sostienen que la detección oportuna de alteraciones en las funciones ejecutivas exige instrumentos con mayor nivel de sensibilidad métrica y granularidad. Asimismo, los hallazgos convergen con Arias y Paredes (2021), quienes enfatizan que la analítica de aprendizaje permite transformar el volumen disperso de observaciones diarias en patrones conductuales visuales y alertas tempranas, facilitando una toma de decisiones pedagógicas basada en la evidencia de manera previa a la cristalización de un rezago escolar en la Educación General Básica.

En segundo lugar, en el ámbito de las ciencias sociales y la psicología educativa, un coeficiente de determinación que supera el 50% de la varianza total representa un valor explicativo de alto impacto. Este resultado valida la hipótesis de que el éxito diagnóstico no depende del azar ni de la simple intuición docente, sino de la estructuración de un sistema de seguimiento formativo continuo asistido por datos.

Este hallazgo dialoga fuertemente con la postura de García et al. (2022) respecto al rol de la evaluación formativa en el nivel inicial en Ecuador. Dichos autores señalan que el seguimiento cualitativo solo adquiere una verdadera dimensión preventiva cuando se apoya en estrategias de sistematización rigurosa de los hitos del desarrollo infantil. Los datos de la presente investigación demuestran empíricamente que la micro-evaluación aislada es insuficiente; se requiere de la analítica de datos para integrar las observaciones docentes en un cuerpo coherente de información procesable que detecte oportunamente patrones atípicos de desarrollo.

En síntesis, la discusión de los resultados demuestra que la detección de brechas en el desarrollo de las funciones ejecutivas en la Educación Inicial no puede continuar sustentándose de forma exclusiva en la observación cualitativa desarticulada. Se requiere una reformulación de la política pública del Ministerio de Educación del Ecuador, orientada a superar la brecha tecnológica en los centros fiscales mediante dos acciones estratégicas prioritarias: la dotación de software o aplicaciones de analítica de aprendizaje adaptadas al contexto infantil y la capacitación continua del talento docente en la lectura y uso ético de los datos del aprendizaje. Solo así será posible transformar la evaluación inicial en un filtro preventivo, científico e inclusivo que garantice el desarrollo integral de la infancia ecuatoriana.

Conclusiones

El análisis integral sobre la relación entre la micro-evaluación formativa progresiva y el uso de la analítica de aprendizaje en la detección de brechas en las funciones ejecutivas permite consolidar una serie de reflexiones estructurales. Más allá de las métricas cuantitativas, la articulación entre el seguimiento pedagógico continuo, las herramientas tecnológicas de procesamiento de datos y la neuropsicología del desarrollo proyecta transformaciones profundas en el sistema educativo inicial de Ecuador. A continuación, se presentan las conclusiones del estudio articuladas desde una perspectiva descriptiva a través de sus dimensiones social, educativa, pedagógica, psicológica y escolar.

Desde la perspectiva social, la investigación concluye que la detección temprana de brechas en las funciones ejecutivas representa un mecanismo clave para la equidad y la justicia educativa. En la infancia temprana, las dificultades no identificadas en la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva o el control inhibitorio suelen derivar en estigmatización y exclusión escolar progresiva. Al incorporar herramientas que permiten visibilizar estas variaciones de forma oportuna en la educación pública, se democratiza el acceso a diagnósticos e intervenciones psicopedagógicas preventivas. Esta aproximación no solo protege el derecho a una educación de calidad, sino que actúa como un equalizador social que evita que las desigualdades de origen o la falta de recursos privados se traduzcan en un rezago permanente durante la trayectoria escolar del niño.



En el ámbito de políticas educativas, el estudio evidencia la necesidad de reorientar el marco normativo y operativo trazado por el Ministerio de Educación y el Reglamento a la LOEI. Si bien la normativa ecuatoriana prescribe un modelo de evaluación estrictamente cualitativo y enfocado en la observación del desarrollo integral, la práctica demuestra que el registro análogo e intuitivo resulta insuficiente para procesar la complejidad de los micro-cambios neurocognitivos. Se concluye que la política pública debe evolucionar hacia la institucionalización de modelos de evaluación formativa basados en evidencia digital. Asimismo, se pone de manifiesto la urgencia de cerrar la brecha de infraestructura y alfabetización tecnológica en el sector fiscal, garantizando que los centros educativos de las distintas regiones geográficas del país cuenten con las herramientas digitales necesarias para transformar los datos de aula en acciones de prevención educativa.

En el plano pedagógico, la investigación determina que la convergencia entre la neuropedagogía y la tecnología redefine el rol del docente de Educación Inicial. La observación cualitativa tradicional, al ser potenciada por sistemas de analítica de aprendizaje, deja de ser un registro pasivo para convertirse en un insumo dinámico de planificación. La analítica actúa como un amplificador pedagógico que sintetiza observaciones diarias dispersas en patrones claros de desarrollo, permitiendo al educador diversificar sus estrategias de enseñanza y personalizar la atención. Se concluye que la formación docente debe trascender la instrumentación metodológica convencional e incorporar la alfabetización en datos (*data literacy*), capacitando al profesorado para interpretar analíticas educativas y tomar decisiones fundamentadas en el aula.

Desde la dimensión neuropsicológica, la investigación reafirma que los primeros años de vida constituyen una ventana crítica de plasticidad cerebral donde se asientan las bases de la autorregulación y la cognición compleja. El seguimiento continuo y estructurado de las funciones ejecutivas permite mapear la evolución del control inhibitorio, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva de forma no invasiva dentro del entorno natural del niño. La detección oportuna de alteraciones en estos componentes previene la aparición de problemas secundarios como la frustración escolar, la ansiedad temprana y los trastornos de conducta, promoviendo el desarrollo de una autoestima positiva y fortaleciendo la salud mental infantil desde el inicio de la escolarización.



Finalmente, en la dimensión escolar e institucional, se concluye que la implementación de un sistema de micro-evaluación asistido por analítica transforma la gestión del aula y el clima institucional. Las escuelas que monitorean preventivamente el desarrollo neurofuncional logran estructurar ambientes de aprendizaje más organizados y adaptados a la diversidad del alumnado, reduciendo significativamente la disrupción en el aula. Además, la generación de perfiles de desarrollo claros al finalizar el nivel inicial facilita una articulación fluida y fundamentada con el primer año de Educación General Básica, mitigando los riesgos de desadaptación, repitencia o fracaso escolar durante las transiciones educativas.



Referencias bibliográficas

- Ardila, A., Rosselli, M., y Matute, E. (2020). *Neuropsicología del desarrollo infantil*. Barcelona: Mc Graw Hill.
- Arias, H., y Paredes, M. (2021). *Analítica del aprendizaje en la educación superior e inicial del Ecuador: Retos de la inclusión digital*. Revista San Gregorio, 1(44), 112–128. <https://doi.org/10.36097/rsg.v1i44.1685>
- Arias, F. (2020). *El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica (7.ª ed.)*. Venezuela: Editorial Episteme.
- Arias, H., y Paredes, M. (2021). *Analítica del aprendizaje en la educación superior e inicial del Ecuador: retos de la inclusión digital*. Revista San Gregorio, 1(44), 112–128. <https://doi.org/10.36097/rsg.v1i44.1685>
- Barrera, F., Gertler, P., y Patrinos, H. A. (2017). *Impacto del entorno socioeconómico en el desarrollo cognitivo infantil*. Revista Latinoamericana de Economía del Desarrollo.
- Black, P., & Wiliam, D. (2018). *Classroom assessment and the ethics of care*. Florida: Jhonson & Jhonson.
- Blair, C., & Raver, C. (2015). *School readiness and self-regulation: a developmental psychobiological approach*. Annual Review of Psychology.
- Creswell, J., & Creswell, J. (2018). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5.ª ed.)*. SAGE Publications.
- Diamond, A. (2013). *Executive functions*. Annual Review of Psychology, 64, 135-168.
- Ferguson, R. (2012). *The state of learning analytics in 2012: a review and future challenges*. Technical Report KMI-12-01.
- Field, A. (2018). *Descubriendo la estadística usando IBM SPSS (5th ed.)*. SAGE Publications.
- García, D., Álvarez, R., y Erazo, C. (2022). *Evaluación formativa y desarrollo infantil: un análisis integrador desde el aula inicial ecuatoriana*. EPISTEME KOINONIA, 5(9), 45–62. <https://doi.org/10.35381/e.k.v5i9.1820>



- García, L., y Ramírez, J. (2022). *Creatividad y flexibilidad cognitiva en educación inicial*. Revista de Psicología Educativa vol. 3-22.
- García, D., Álvarez, R., y Erazo, C. (2022). *Evaluación formativa y desarrollo infantil: un análisis integrador desde el aula inicial ecuatoriana*. EPISTEME KOINONIA, 5(9), 45–62. <https://doi.org/10.35381/e.k.v5i9.1820>
- Greller, W., & Drachsler, H. (2012). *Translating learning into numbers: a generic framework for learning analytics*. Educational Technology & Society.
- Heckman, J. (2006). *Skill formation and the economics of investing in disadvantaged children*. Science, 312(5782), 1900-1902.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill Education.
- Jurado, M., y Rosselli, M. (2019). *Neuropsicología del desarrollo*. Barcelona: Médica Panamericana.
- López, P., Fernández, R., y Martínez, S. (2021). *Programas educativos para el control inhibitorio*. Revista Latinoamericana de Psicología Vol2-3r-21.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2019). *Informe sobre el estado de la educación inicial en Ecuador*. Quito: Ministerio de Educación.
- Nicol, D., & Macfarlane, D. (2006). *Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice*. Studies in Higher Education.
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). *Técnicas de muestreo sobre una población a estudio*. International Journal of Morphology, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Palella, S., y Martins, F. (2010). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Venezuela: FEDUPEL.
- Pardo, A. (2019). *Ethical and privacy principles for learning analytics*. British Journal of Educational Technology.



- Pérez, C., y Morales, L. (2023). *Estrategias educativas para el desarrollo de funciones ejecutivas*. Costa Rica: SIGMA.
- Ramos, C., Acosta, P., y Bolaños, M. (2020). *Analítica del aprendizaje y evaluación de las funciones ejecutivas en el contexto escolar*. Revista Ecuatoriana de Neurología, 29(2), 45–52. <https://doi.org/10.46997/revecuatneurol29200045>
- Rodríguez, H., y Delgado, M. (2021). *Micro-evaluación e instrumentos estandarizados para la infancia temprana: un enfoque cuantitativo*. Revista de Investigación Psicológica y Educativa, 19(1), 88–101.
- Romero, C., y Ventura, S. (2010). *Educational data mining: a review of the state of the art*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics.
- Sabino, C. (2007). *El proceso general de la investigación científica*. Venezuela: PANAPO.
- Sánchez, A., Pérez, A., y Romero, R. (2021). *Competencia digital docente e infraestructura tecnológica en las escuelas públicas del Ecuador*. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24(2), 215–233. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.29085>
- Shonkoff, J., & Phillips, D. (2000). *From neurons to neighborhoods: the science of early childhood development*. NY: National Academy Press.
- Siemens, G., & Baker, R. (2012). *Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration*. Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics & Knowledge.
- Siemens, G. (2013). *Learning analytics: the emergence of a discipline*. NY: American Behavioral Scientist.
- Tejedor, F. (2019). *Anova en la investigación educativa mediante el SPSS*. Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 12(2), 1–18.
- UNESCO. (2021). *Atención y educación de la primera infancia*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.





Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.