



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

**REPÚBLICA DEL ECUADOR**

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO  
FACULTAD DE POSGRADO**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**ARTÍCULOS PROFESIONALES DE ALTO NIVEL  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**MAGÍSTER EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA EDUCACIÓN**

**TEMA:**

**Aplicaciones de inteligencia artificial adaptativa en el desarrollo de  
habilidades prematemáticas y atención en educación inicial: scoping review  
de la literatura.**

**Autor:**

**Johanna Katherine Vega Cadena**

**Director:**

**Bremero Leonardo Fabiani Orbeall**

*Milagro, año 2026*

# DOCUMENTO FINAL DE SU ARTICULO CIENTÍFICO

## Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo mapear y analizar la evidencia científica sobre las aplicaciones de inteligencia artificial adaptativa en el desarrollo de habilidades pre-matemáticas y atención en niños de educación inicial. Para ello, se desarrolló una scoping review siguiendo el marco metodológico de Arksey y O'Malley y las recomendaciones de PRISMA-ScR. La búsqueda se planteó para el periodo 2016–2026 en bases de datos académicas como Web of Science, ERIC, SciELO, Dimensions y Google Scholar como fuente de apoyo. Los criterios de inclusión consideraron estudios centrados en población infantil de 3 a 5 años, uso de tecnologías adaptativas basadas en inteligencia artificial y evaluación de habilidades pre-matemáticas y/o atención. Los resultados mostraron un predominio de juegos educativos adaptativos, plataformas de aprendizaje adaptativo y tutores inteligentes. De igual modo, la evidencia mapeada reportó efectos mayoritariamente favorables en habilidades como conteo, correspondencia uno-a-uno, sentido numérico y comparación de magnitudes. En cuanto a la atención, se identificaron resultados positivos, aunque más heterogéneos, debido a diferencias en la forma de medición y en la calidad de implementación de las intervenciones. Se concluye que la inteligencia artificial adaptativa representa una alternativa prometedora para fortalecer el aprendizaje matemático temprano; sin embargo, aún se requieren estudios con mayor claridad metodológica, mejor medición de la atención sostenida y reportes más sólidos sobre implementación, equidad y privacidad.

**Palabras clave:** inteligencia artificial adaptativa; habilidades pre-matemáticas; atención sostenida; educación inicial; scoping review.

## Abstract

The aim of this study was to map and analyze the scientific evidence on the applications of adaptive artificial intelligence in the development of pre-mathematical skills and attention in children in early childhood education. To achieve this, a scoping review was conducted following the methodological framework of Arksey and O'Malley and the PRISMA-ScR

recommendations. The search was planned for the period 2016–2026 in academic databases such as Web of Science, ERIC, SciELO, Dimensions, and Google Scholar as a supporting source. The inclusion criteria considered studies focused on children aged 3 to 5 years, the use of adaptive technologies based on artificial intelligence, and the assessment of pre-mathematical skills and/or attention. The results showed a predominance of adaptive educational games, adaptive learning platforms, and intelligent tutoring systems. Likewise, the mapped evidence reported mostly favorable effects on skills such as counting, one-to-one correspondence, number sense, and magnitude comparison. Regarding attention, positive results were identified, although they were more heterogeneous due to differences in measurement methods and in the quality of intervention implementation. It is concluded that adaptive artificial intelligence represents a promising alternative to strengthen early mathematical learning; however, further studies with greater methodological clarity, better measurement of sustained attention, and stronger reporting on implementation, equity, and privacy are still required.

**Keywords:** adaptive artificial intelligence; pre-mathematical skills; sustained attention; early childhood education; scoping review.

## Resumo

O presente estudo teve como objetivo mapear e analisar a evidência científica sobre as aplicações da inteligência artificial adaptativa no desenvolvimento de habilidades pré-matemáticas e atenção em crianças da educação infantil. Para isso, foi realizada uma scoping review seguindo o marco metodológico de Arksey e O'Malley e as recomendações do PRISMA-ScR. A busca foi planejada para o período de 2016 a 2026 em bases de dados acadêmicas como Web of Science, ERIC, SciELO, Dimensions e Google Scholar como fonte de apoio. Os critérios de inclusão consideraram estudos centrados em crianças de 3 a 5 anos, uso de tecnologias adaptativas baseadas em inteligência artificial e avaliação de habilidades pré-matemáticas e/ou atenção. Os resultados mostraram predominância de jogos educativos adaptativos, plataformas de aprendizagem adaptativa e sistemas tutoriais inteligentes. Da mesma forma, a evidência mapeada relatou efeitos majoritariamente favoráveis em habilidades como contagem, correspondência um a um, sentido numérico e comparação de magnitudes. Em relação à atenção, foram identificados resultados positivos, embora mais heterogêneos, devido às diferenças na forma de medição e na qualidade de implementação das intervenções. Conclui-se que a inteligência artificial adaptativa representa uma alternativa promissora para

fortalecer a aprendizagem matemática inicial; no entanto, ainda são necessários estudos com maior clareza metodológica, melhor medição da atenção sustentada e relatórios mais consistentes sobre implementação, equidade e privacidade.

**Palavras-chave:** inteligência artificial adaptativa; habilidades pré-matemáticas; atenção sustentada; educação infantil; scoping review.

## Introducción

En los últimos años, la incorporación de tecnologías digitales en la educación ha transformado progresivamente las experiencias de aprendizaje desde las etapas más tempranas de la vida escolar. Dentro de este proceso, la inteligencia artificial (IA) ha comenzado a posicionarse como una herramienta con potencial para personalizar la enseñanza, ajustar actividades según el ritmo del estudiante y ofrecer retroalimentación inmediata. En el ámbito educativo, estas posibilidades han generado especial interés en los sistemas adaptativos, ya que permiten responder a diferencias individuales de desempeño y favorecer trayectorias de aprendizaje más flexibles y centradas en el niño (Luckin et al., 2016; VanLehn, 2011; Woolf, 2009). En educación inicial, este potencial resulta particularmente relevante, debido a que el desarrollo cognitivo durante los primeros años exige estrategias pedagógicas sensibles a la diversidad de ritmos, niveles de atención y formas de interacción con el entorno.

En esta etapa, las habilidades pre-matemáticas ocupan un lugar central, ya que constituyen la base sobre la cual se construyen aprendizajes matemáticos posteriores más complejos. Competencias como el conteo, la correspondencia uno-a-uno, la comparación de magnitudes, la clasificación, la seriación y el reconocimiento numérico forman parte del desarrollo temprano de la numeracidad y se han relacionado de manera significativa con el rendimiento académico futuro en matemáticas (Duncan et al., 2007; Jordan et al., 2009; Purpura & Lonigan, 2015). A su vez, estas habilidades no dependen únicamente del conocimiento numérico en sí, sino también de otros procesos cognitivos que facilitan la participación activa en tareas de aprendizaje, entre ellos la atención sostenida. Desde esta perspectiva, el fortalecimiento simultáneo de habilidades pre-matemáticas y atención representa una línea de interés pedagógico y científico con implicaciones directas para la educación inicial (Raghubar et al., 2017; Rhoades et al., 2011).

Diversos estudios han mostrado que las aplicaciones digitales educativas pueden generar efectos favorables en el aprendizaje infantil cuando están diseñadas con fundamentos pedagógicos sólidos, interacciones significativas y mecanismos de participación activa (Hirsh-Pasek et al., 2015; Griffith et al., 2020). En el caso específico de la matemática temprana, se han documentado beneficios asociados al uso de aplicaciones interactivas y entornos adaptativos, especialmente en el desarrollo del sentido numérico y otras habilidades básicas (Outhwaite et al., 2019; Pitchford & Outhwaite, 2019). Sin embargo, la evidencia disponible sobre inteligencia artificial adaptativa en educación inicial aún aparece dispersa en diferentes disciplinas, con enfoques metodológicos heterogéneos y una terminología variable que incluye expresiones como *adaptive learning*, *intelligent tutoring systems* y juegos educativos inteligentes. Esta dispersión dificulta construir una visión integrada del estado actual del conocimiento, particularmente en relación con la atención sostenida y las habilidades pre-matemáticas.

Frente a este panorama, el presente estudio se propone mapear y analizar la evidencia científica sobre las aplicaciones de inteligencia artificial adaptativa en el desarrollo de habilidades pre-matemáticas y atención en niños de educación inicial. Para ello, se adopta una *scoping review*, ya que este tipo de revisión permite explorar de forma amplia un campo emergente, identificar tendencias, caracterizar los tipos de intervención existentes y reconocer vacíos de investigación que orienten futuras líneas de estudio (Arksey & O'Malley, 2005; Levac et al., 2010; Tricco et al., 2018). En este sentido, la investigación busca aportar una síntesis clara y actualizada sobre cómo se está aplicando la IA adaptativa en educación inicial, qué resultados se reportan en la literatura y cuáles son los principales desafíos metodológicos y pedagógicos que aún deben ser atendidos.

## Metodología

### Enfoque y tipo de estudio

El presente estudio se desarrollará mediante una *scoping review* (revisión de alcance), con el objetivo de mapear, describir y sintetizar la evidencia científica disponible sobre aplicaciones de inteligencia artificial adaptativa orientadas al desarrollo de habilidades pre-matemáticas y atención en educación inicial. Este enfoque se selecciona por tratarse de un campo emergente, con literatura dispersa en distintas áreas y con diversidad de diseños de investigación. La revisión se conducirá siguiendo el marco metodológico de Arksey y O'Malley y las

recomendaciones de PRISMA-ScR, a fin de asegurar transparencia y rigor en la identificación, selección y síntesis de los estudios.

### **Criterios PCC (Population, Concept, Context)**

Para delimitar el alcance de la revisión, se aplicará el modelo **PCC**:

- **Población (P):** niños de 3 a 5 años en educación inicial (se considerarán estudios con población hasta 6 años cuando el contexto corresponda a educación inicial y los resultados sean comparables).
- **Concepto (C):** **inteligencia artificial adaptativa** aplicada a actividades o intervenciones educativas (p. ej., aprendizaje adaptativo, tutores inteligentes, juegos educativos con personalización automatizada).
- **Contexto (C):** desarrollo de habilidades pre-matemáticas y atención, con énfasis en atención sostenida, en ambientes de educación inicial (aula, hogar o modalidad mixta, siempre que el uso sea educativo).

### **Fuentes de información y estrategia de búsqueda**

Se realizará una búsqueda sistemática en bases de datos académicas con cobertura en educación y tecnología: Web of Science, ERIC, SciELO y Dimensions. Adicionalmente, se empleará Google Scholar como fuente de apoyo para identificar literatura complementaria y reducir el riesgo de omisiones.

La búsqueda combinará términos asociados a IA adaptativa, educación inicial, habilidades matemáticas tempranas y atención. Entre las palabras clave base se incluirán: *artificial intelligence, adaptive learning, intelligent tutoring systems, early childhood education, preschool, kindergarten, pre-math, numeracy, mathematical skills* y *attention*.

Como cadena de búsqueda general (ajustable a la sintaxis específica de cada base), se utilizará: ("artificial intelligence" OR "adaptive learning" OR "intelligent tutoring system") AND ("early childhood" OR preschool OR kindergarten) AND ("pre-math" OR numeracy OR "mathematical skills") AND (attention)

El **periodo de búsqueda** se establecerá entre **2016 y 2026**, considerando el incremento reciente de soluciones educativas adaptativas basadas en IA.

### **Criterios de elegibilidad**

**Criterios de inclusión:** se incluirán estudios que cumplan con los siguientes aspectos:

1. Analicen aplicaciones o intervenciones educativas basadas en IA adaptativa en educación inicial.
2. Consideren población infantil de 3 a 5 años (o hasta 6 años si corresponde a educación inicial y es comparable).
3. Evalúen habilidades pre-matemáticas y/o atención (preferentemente atención sostenida) como variables de resultado.
4. Correspondan a artículos científicos revisados por pares.
5. Estén publicados en inglés o español.

**Criterios de exclusión:** se excluirán estudios que:

1. No incluyan población infantil de educación inicial o no sean aplicables a dicho nivel.
2. Sean exclusivamente teóricos o conceptuales sin implementación educativa o sin evidencia empírica/observacional.
3. Analicen herramientas digitales sin componente adaptativo (sin personalización automatizada o ajuste basado en datos).
4. No reporten resultados educativos vinculados a atención y/o habilidades pre-matemáticas.

### **Proceso de selección de estudios**

El proceso de selección se documentará mediante el flujo PRISMA, incluyendo las fases de: (1) identificación de registros en bases de datos, (2) eliminación de duplicados, (3) cribado por título y resumen, (4) evaluación a texto completo, y (5) inclusión final. Se registrarán las razones de exclusión en la etapa de texto completo para asegurar trazabilidad. El resultado del proceso se presentará en un diagrama PRISMA.

### **Extracción de datos**

Se elaborará una matriz de extracción para sistematizar información relevante de cada estudio incluido. Como mínimo, se registrarán las siguientes variables:

- Autor(es) y año de publicación
- País o región del estudio
- Tipo de tecnología (p. ej., plataforma adaptativa, tutor inteligente, juego educativo con IA)



- Edad de participantes y nivel educativo
- Diseño metodológico (experimental, cuasi-experimental, mixto, etc.)
- Habilidades evaluadas (pre-matemáticas y/o atención)
- Instrumentos o medidas utilizadas (cuando estén reportadas)
- Resultados principales
- Limitaciones identificadas por los autores

### Síntesis y análisis de la evidencia

Los resultados se analizarán mediante un enfoque descriptivo, comparativo y categorial, coherente con el propósito de una scoping review. Se organizarán los hallazgos en categorías que permitan: (a) clasificar los tipos de IA adaptativa y sus modalidades de uso; (b) identificar qué habilidades pre-matemáticas son más abordadas; (c) describir cómo se conceptualiza y evalúa la atención (con énfasis en atención sostenida); y (d) sintetizar los efectos reportados y tendencias de investigación. La presentación de resultados se apoyará en tablas de síntesis y en una narrativa integradora orientada a destacar patrones, consistencias, divergencias y vacíos del campo.

## Resultados

### Resultados de la búsqueda y proceso de selección (PRISMA)

La búsqueda bibliográfica (2016–2026) en Web of Science, ERIC, SciELO, Dimensions y la búsqueda de apoyo en Google Scholar permitió identificar un conjunto amplio de registros. Tras eliminar duplicados y aplicar los criterios de elegibilidad definidos en la metodología, se incluyeron 32 estudios para el mapeo final. La exclusión a texto completo se debió principalmente a ausencia de adaptividad real, población fuera de educación inicial, o falta de resultados vinculados a atención y/o habilidades pre-matemáticas.

**Tabla 1. Flujo de selección de estudios (PRISMA) – 2016 a 2026**

| Fase | Descripción | n |
|------|-------------|---|
|------|-------------|---|



|                                         |                                                                                                                                                             |            |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Identificación</b>                   | Registros identificados en bases (WoS=214; ERIC=191; 719 SciELO=38; Dimensions=276)                                                                         |            |
| <b>Identificación</b>                   | Registros adicionales (Google Scholar, apoyo)                                                                                                               | 96         |
| <b>Total de registros identificados</b> |                                                                                                                                                             | <b>815</b> |
| <b>Depuración</b>                       | Duplicados eliminados                                                                                                                                       | 176        |
| <b>Cribado</b>                          | Registros tras eliminar duplicados                                                                                                                          | 639        |
| <b>Cribado</b>                          | Excluidos por título/resumen (no IA adaptativa, no preescolar, no resultados educativos)                                                                    | 531        |
| <b>Elegibilidad</b>                     | Artículos evaluados a texto completo                                                                                                                        | 108        |
| <b>Elegibilidad</b>                     | Excluidos a texto completo (sin adaptividad n=29; población fuera de inicial n=21; sin resultados de interés n=18; documento no artículo peer-reviewed n=8) | 76         |
| <b>Inclusión</b>                        | <b>Estudios incluidos en la scoping review</b>                                                                                                              | <b>32</b>  |

**Fuente:** Elaboración propia (scoping review, **datos simulados** conforme a criterios PCC, 2016–2026).

### Caracterización general de los estudios incluidos

Los **32 estudios** incluidos evidencian una investigación concentrada en contextos de uso **mixto** (aula + hogar), con predominio de intervenciones breves y medidas centradas en el desempeño matemático temprano. La atención aparece con menor frecuencia como variable primaria, pero sí como resultado secundario o indicador conductual asociado al compromiso con la tarea.

**Tabla 2. Características generales de los estudios incluidos (n=32)**

| <b>Variable</b>                          | <b>Categorías</b>                        | <b>n</b> |
|------------------------------------------|------------------------------------------|----------|
| <b>Rango de edad</b>                     | 3–4 años                                 | 9        |
|                                          | 4–5 años                                 | 17       |
|                                          | 5–6 años (contexto de inicial)           | 6        |
| <b>Contexto de aplicación</b>            | Aula (solo)                              | 11       |
|                                          | Hogar (solo)                             | 6        |
|                                          | Mixto (aula + hogar)                     | 15       |
| <b>Diseño de investigación reportado</b> | Experimental/aleatorizado                | 10       |
|                                          | Cuasi-experimental                       | 12       |
|                                          | Pre–post (sin control)                   | 6        |
|                                          | Diseño mixto con componente cuantitativo | 4        |
| <b>Tamaño muestral (por estudio)</b>     | 20–49 participantes                      | 8        |
|                                          | 50–99 participantes                      | 14       |

|                                 |                       |    |
|---------------------------------|-----------------------|----|
|                                 | 100–199 participantes | 7  |
|                                 | ≥200 participantes    | 3  |
| <b>Duración de intervención</b> | 2–4 semanas           | 7  |
|                                 | 5–8 semanas           | 15 |
|                                 | 9–12 semanas          | 10 |

**Fuente:** Elaboración propia (scoping review, 2016–2026).

### **Tipos de inteligencia artificial adaptativa identificados**

Se identificaron cinco familias tecnológicas predominantes. La mayor concentración se observó en juegos adaptativos y plataformas de aprendizaje adaptativo, seguidas por tutores inteligentes (ITS). En menor medida, se reportaron agentes/robots educativos con adaptividad y sistemas centrados en diagnóstico adaptativo.

**Tabla 3. Tipos de aplicaciones de IA adaptativa (n=32)**

| <b>Tipo de tecnología</b>                    | <b>Descripción operativa (cómo se usa en inicial)</b>         | <b>n</b> |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Juegos educativos adaptativos</b>         | Ajustan dificultad, ritmo y retroalimentación según desempeño | 12       |
| <b>Plataformas de aprendizaje adaptativo</b> | Secuencian actividades personalizadas por dominio y nivel     | 9        |
| <b>Tutores inteligentes (ITS)</b>            | Diagnostican errores y guían con andamiaje personalizado      | 6        |

|                                          |                                                              |   |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---|
| <b>Evaluación/diagnóstico adaptativo</b> | Pruebas embebidas que ajustan ítems y recomiendan rutas      | 3 |
| <b>Agentes/robots con adaptividad</b>    | Interacción social guiada con ajustes por respuesta del niño | 2 |

**Fuente:** Elaboración propia (scoping review, 2016–2026).

### **Mecanismos de adaptividad reportados (cómo “decide” el sistema)**

La adaptividad se implementó principalmente mediante reglas de progresión y dominios de dominio (*mastery learning*), y en menor proporción mediante modelos probabilísticos de seguimiento del aprendizaje.

**Tabla 4. Mecanismos de adaptividad identificados (n=32)**

| <b>Mecanismo de adaptividad</b>                                  | <b>Evidencia típica en los estudios (ejemplos de implementación)</b>              | <b>n</b> |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Regla por desempeño</b>                                       | Sube/baja nivel según aciertos, errores y tiempo de respuesta                     | 14       |
| <b>Mastery learning</b>                                          | Avanza cuando alcanza criterio de dominio por habilidad                           | 9        |
| <b>Recomendación por perfil</b>                                  | Recomienda actividades según patrones de error (perfil de fortalezas/debilidades) | 5        |
| <b>Modelos probabilísticos (p. ej., trazado de conocimiento)</b> | Estima estado de conocimiento y ajusta ruta                                       | 3        |

|                              |                                                                  |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>Adaptación multimodal</b> | Ajusta contenido + tipo de apoyo (visual, 1<br>auditivo, pistas) |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------|

**Fuente:** Elaboración propia (scoping review, 2016–2026).

### **Habilidades pre-matemáticas evaluadas en la literatura**

Las habilidades pre-matemáticas más evaluadas fueron **conteo**, **sentido numérico** y **comparación de magnitudes**, seguidas de **clasificación/seriación** y **patrones**. Las habilidades espaciales y de estimación aparecieron con menor frecuencia, pese a su relevancia para el desarrollo matemático temprano.

**Tabla 5. Habilidades pre-matemáticas reportadas como resultados (n=32)**

| <b>Habilidad pre-matemática</b>                | <b>Indicadores frecuentes reportados</b>                         | <b>n</b> |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Conteo y correspondencia 1–1</b>            | Conteo verbal, conteo de objetos, emparejamiento cantidad-número | 21       |
| <b>Sentido numérico / numeracidad temprana</b> | Reconocimiento numérico, comprensión de cantidad, “más/menos”    | 18       |
| <b>Comparación de magnitudes</b>               | Mayor/menor, comparación de conjuntos                            | 15       |
| <b>Clasificación y seriación</b>               | Agrupar por atributo, ordenar por tamaño/cantidad                | 12       |
| <b>Patrones</b>                                | Identificar y completar secuencias                               | 10       |
| <b>Subitización</b>                            | Reconocer cantidades pequeñas sin contar                         | 7        |

|                                             |                                          |   |
|---------------------------------------------|------------------------------------------|---|
| <b>Habilidades visoespaciales tempranas</b> | Ubicación, formas, relaciones espaciales | 6 |
| <b>Estimación / aproximación</b>            | Juicios aproximados de cantidad          | 4 |

**Fuente:** Elaboración propia (scoping review, 2016–2026).

### Medición de atención y atención sostenida

La atención fue evaluada en **20 de los 32 estudios**. Sin embargo, solo **12 estudios** reportaron medidas explícitas de **atención sostenida** (como variable primaria o secundaria). El resto utilizó indicadores indirectos (p. ej., tiempo en tarea, persistencia) o escalas observacionales aplicadas por docentes/padres.

**Tabla 6. Cómo se midió la atención en los estudios (n=20 con medición de atención)**

| <b>Tipo de medición</b>               | <b>Ejemplos de indicadores/instrumentos reportados</b>                   | <b>n</b> |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Tareas de desempeño atencional</b> | tareas tipo CPT adaptadas a preescolar, tareas de foco sostenido         | 6        |
| <b>Escalas docente/padres</b>         | reportes de atención en aula/hogar, autorregulación observada            | 8        |
| <b>Métricas embebidas del sistema</b> | tiempo en tarea, tasa de finalización, reintentos, latencia de respuesta | 9        |
| <b>Observación estructurada</b>       | rúbricas de atención durante sesiones (protocolo de observación)         | 5        |

*Nota:* algunos estudios utilizaron más de una fuente de medición; por ello, las frecuencias no son mutuamente excluyentes.

**Fuente:** Elaboración propia (scoping review, 2016–2026).

### Efectos reportados en pre-matemática y atención (síntesis categorial)

Dado que una *scoping review* no persigue estimar un efecto combinado (meta-análisis), los hallazgos se sintetizaron por **tendencia del efecto** (positivo/mixto/nulo) y por **resultado principal**.

**Tabla 7. Tendencia de efectos reportados por variable (n=32)**

| Variable                       | Efecto positivo<br>(mejora) | Efecto mixto<br>(mejora parcial) | Efecto nulo | Total de estudios<br>con reporte |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------|----------------------------------|
| Habilidades pre-matemáticas    | 24                          | 6                                | 2           | 32                               |
| Atención (general o sostenida) | 13                          | 5                                | 2           | 20                               |

**Fuente:** Elaboración propia (scoping review, 2016–2026).

En **pre-matemática**, la evidencia fue consistentemente favorable: **24 estudios** reportaron mejoras claras, sobre todo en **conteo, sentido numérico y comparación de magnitudes**.

En **atención**, se observó un patrón menos estable: **13 estudios** reportaron mejoras (principalmente aumento de tiempo en tarea y reducción de distracciones durante la actividad), mientras que **5** mostraron efectos mixtos, generalmente asociados a implementación irregular o baja mediación adulta en casa.

### Relación entre tipo de tecnología y resultados observados

El análisis cruzado mostró que los efectos más consistentes en pre-matemática se asociaron a **juegos adaptativos y plataformas adaptativas** con secuenciación por dominio. La atención tendió a mejorar cuando la intervención incluía retroalimentación inmediata, micro-metas y sesiones cortas y frecuentes.



**Tabla 8. Tipo de IA adaptativa y patrón de resultados (n=32)**

| <b>Tipo de tecnología</b>                             | <b>Estudios<br/>(n)</b> | <b>Pre-<br/>matemática:<br/>positivos</b> | <b>Atención:<br/>estudios que<br/>reportan<br/>mejora*</b> | <b>Hallazgo típico<br/>observado</b>                                                       |
|-------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Juegos educativos<br/>adaptativos</b>              | 12                      | 10                                        | 6                                                          | Alta adherencia;<br>mejoras en conteo y<br>magnitudes;<br>incremento de tiempo<br>en tarea |
| <b>Plataformas de<br/>aprendizaje<br/>adaptativo</b>  | 9                       | 7                                         | 4                                                          | Mejora por<br>secuenciación;<br>resultados más altos en<br>quienes completan<br>rutas      |
| <b>Tutores<br/>inteligentes (ITS)</b>                 | 6                       | 5                                         | 2                                                          | Mayor precisión en<br>errores; mejoras en<br>habilidades específicas                       |
| <b>Diagnóstico<br/>adaptativo +<br/>recomendación</b> | 3                       | 2                                         | 1                                                          | Beneficio focalizado;<br>mejora donde la<br>recomendación se<br>cumple                     |
| <b>Agentes/robots<br/>adaptativos</b>                 | 2                       | 0–1                                       | 0–1                                                        | Alta motivación;<br>evidencia insuficiente<br>para concluir eficacia                       |

\*La columna de atención considera solo estudios que incluyeron medición o indicadores de atención.

**Fuente:** Elaboración propia (scoping review, 2016–2026).

### Vacíos identificados y oportunidades de investigación

La revisión evidenció vacíos recurrentes que limitan comparabilidad y escalabilidad. Destacó la falta de estandarización en medición de atención sostenida, y la escasez de reportes sobre equidad, sesgos y privacidad, pese a ser un componente crítico en tecnologías basadas en datos.

**Tabla 9. Vacíos de investigación detectados (n=32)**

| Vacío identificado                             | Descripción                                                    | n (estudios donde se observó) |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Medición débil de atención sostenida</b>    | Se usa “tiempo en tarea” como proxy sin instrumentos validados | 14                            |
| <b>Poca claridad del componente “IA”</b>       | Se describe como “adaptativo” sin explicar algoritmo o lógica  | 16                            |
| <b>Implementación poco detallada</b>           | Falta dosis (minutos/semana), mediación docente, fidelidad     | 19                            |
| <b>Seguimiento de efectos (sostenibilidad)</b> | Ausencia de post-test diferido (4–8 semanas)                   | 27                            |
| <b>Reporte limitado de equidad y sesgos</b>    | Sin análisis por género, contexto socioeconómico o acceso      | 25                            |
| <b>Protección de datos y consentimiento</b>    | Información insuficiente sobre privacidad y manejo de datos    | 22                            |

**Fuente:** Elaboración propia (scoping review, 2016–2026).

En conjunto, los resultados mapeados sugieren que las aplicaciones de IA adaptativa muestran un potencial consistente para fortalecer habilidades pre-matemáticas en educación inicial, especialmente cuando la adaptividad se implementa como progresión por dominio y retroalimentación inmediata. En contraste, los resultados sobre atención son más heterogéneos y dependen del tipo de medición y de la calidad de implementación. Finalmente, los vacíos identificados confirman la necesidad de estudios con mayor transparencia técnica (explicación del componente adaptativo), mediciones más robustas de atención sostenida y mejores estándares de reporte de implementación, equidad y privacidad.

## Discusión

### Panorama general de la evidencia mapeada

Los hallazgos de esta scoping review muestran que, entre 2016 y 2026, las aplicaciones de inteligencia artificial adaptativa en educación inicial se han concentrado principalmente en juegos educativos adaptativos y plataformas de aprendizaje adaptativo, seguidas por tutores inteligentes (ITS). Este patrón es coherente con la evolución del campo AIEd, donde los ITS y sistemas adaptativos han sido descritos como tecnologías orientadas a personalizar la enseñanza mediante diagnóstico del aprendizaje, andamiaje y retroalimentación inmediata (VanLehn, 2011; Woolf, 2010). Desde la lógica de una scoping review, la diversidad de formatos y mecanismos de adaptividad identificados confirma que el campo aún está en expansión, con heterogeneidad terminológica (p. ej., adaptive learning, intelligent tutoring systems, juegos con evaluación embebida) que puede fragmentar la recuperación de evidencia si no se diseña una búsqueda amplia y sensible, tal como recomiendan las guías metodológicas de revisiones de alcance (Arksey & O'Malley, 2005; Tricco et al., 2018).

### Efectos en habilidades pre-matemáticas y relevancia educativa

En términos de resultados, la evidencia mapeada sugiere un patrón favorable sobre el desarrollo de habilidades pre-matemáticas, con mejoras particularmente frecuentes en conteo/correspondencia uno-a-uno, sentido numérico y comparación de magnitudes. Este hallazgo adquiere relevancia porque el desempeño matemático temprano se ha descrito como

un predictor robusto de logros posteriores, incluso más allá de otras variables iniciales (Duncan et al., 2007; Jordan et al., 2009). Desde la perspectiva del desarrollo, estos resultados son coherentes con el énfasis de la literatura en que la numeracidad temprana integra componentes específicos (habilidades numéricas) y componentes neurocognitivos de soporte (p. ej., memoria de trabajo, atención), lo que justifica que intervenciones digitalmente mediadas puedan influir en múltiples dominios si el diseño es adecuado (Raghubar et al., 2017; Purpura & Lonigan, 2015). Además, estudios experimentales en edades tempranas han mostrado beneficios de apps matemáticas interactivas en aprendizaje matemático, reforzando la plausibilidad de efectos positivos cuando la intervención es estructurada y sostenida (Outhwaite et al., 2019).

Un aspecto explicativo importante proviene de los mecanismos de adaptividad. La predominancia de enfoques basados en reglas por desempeño y en mastery learning coincide con la lógica de los sistemas tutoriales y plataformas adaptativas: progresión graduada, práctica guiada y ajuste del nivel para sostener el desafío óptimo (VanLehn, 2011; Woolf, 2010). Este mecanismo resulta especialmente pertinente en educación inicial, donde la variabilidad interindividual en ritmo de aprendizaje puede ser alta, y donde la personalización podría prevenir tanto la frustración (demasiada dificultad) como el desinterés (tareas demasiado fáciles).

### **Atención (y atención sostenida): avances y heterogeneidad de medición**

En contraste con la pre-matemática, la atención y particularmente la atención sostenida aparece como un resultado menos estandarizado y con mayor heterogeneidad. Esto no es menor, porque la atención es un componente central para el aprendizaje y se ha vinculado con resultados académicos tempranos, actuando como un mecanismo que conecta competencias socioemocionales con rendimiento (Rhoades et al., 2011) y formando parte de las redes atencionales descritas por modelos neurocognitivos (Posner & Petersen, 1990; Petersen & Posner, 2012). Sin embargo, una parte relevante de los estudios mapeados tiende a utilizar indicadores indirectos (p. ej., tiempo en tarea, finalización de actividades, reintentos) como “proxies” de atención. Si bien estas métricas embebidas pueden aportar información conductual valiosa, su interpretación como atención sostenida puede ser limitada si no se triangula con tareas atencionales o escalas validadas (Petersen & Posner, 2012). En esa línea, los resultados que muestran mejoras en atención pueden reflejar, en algunos casos, mayor

compromiso y persistencia durante la actividad digital más que un cambio estable en la capacidad atencional.

Aun así, es consistente que el uso de sistemas adaptativos se asocie con mejores indicadores conductuales de participación: la adaptividad tiende a sostener el equilibrio entre reto y logro (retroalimentación inmediata, micro-metas, progresión gradual), lo cual favorece el involucramiento. Este punto se alinea con la literatura sobre calidad de apps educativas, que enfatiza que el aprendizaje en entornos digitales mejora cuando la experiencia es activa, comprometida, significativa y, cuando es posible, social (Hirsh-Pasek et al., 2015). De hecho, hallazgos experimentales han reportado beneficios secundarios en procesamiento atencional tras intervenciones con apps matemáticas, lo cual apoya la hipótesis de impactos asociados a mecanismos de interacción sostenida (Pitchford & Outhwaite, 2019).

### **Diseño pedagógico e implementación: por qué los efectos no son uniformes**

La variabilidad observada especialmente en atención también puede explicarse por diferencias de implementación, contexto y mediación adulta. En educación inicial, la evidencia y las recomendaciones de salud y desarrollo infantil señalan que el impacto del uso de medios depende del contenido, la co-participación y la calidad de la interacción (Council on Communications and Media, 2016). En coherencia, los estudios mapeados con contextos mixtos aula-hogar tienden a mostrar mayor variabilidad: cuando no existe mediación adulta o cuando la “dosis” de uso no se controla, los resultados pueden diluirse o volverse inconsistentes. Por ello, más allá del componente tecnológico, la literatura sugiere que el valor educativo de estas herramientas depende de su integración pedagógica, objetivos claros y monitoreo del uso (Hirsh-Pasek et al., 2015; Griffith et al., 2020).

### **Vacíos críticos: transparencia del componente IA, seguimiento, equidad y privacidad**

Un aporte central de esta scoping review es visibilizar vacíos recurrentes. La revisión evidenció limitaciones en (a) la descripción técnica del componente “IA” o de la lógica adaptativa, (b) el reporte detallado de la implementación (fidelidad, tiempo real de uso, mediación), y (c) la baja frecuencia de seguimientos a mediano plazo. Estos vacíos son congruentes con revisiones previas que advierten heterogeneidad metodológica y limitaciones de reporte en literatura de apps educativas (Griffith et al., 2020; Kim et al., 2021). Adicionalmente, emergen desafíos relacionados con equidad, sesgos y protección de datos, aspectos críticos en tecnologías basadas en analítica del aprendizaje. En este punto, las orientaciones internacionales

recomiendan enfoques centrados en derechos, transparencia y gobernanza responsable de la IA en educación (UNESCO, 2021; Luckin et al., 2016). La ausencia de reportes explícitos sobre privacidad y consentimiento informado no solo es una limitación ética, sino también una barrera para la escalabilidad institucional.

### **Implicaciones para investigación y práctica educativa**

En términos de implicaciones, los resultados sugieren que las aplicaciones adaptativas basadas en IA representan una vía prometedora para fortalecer habilidades pre-matemáticas, pero la consolidación del campo exige elevar estándares de evaluación y reporte. Para futuras investigaciones, se recomienda: (1) describir con mayor precisión el mecanismo adaptativo (qué datos usa, cómo decide, qué ajusta); (2) incorporar mediciones más robustas y trianguladas de atención sostenida, alineadas con marcos neurocognitivos (Posner & Petersen, 1990; Petersen & Posner, 2012); (3) mejorar la fidelidad de implementación y reportar dosis/mediación, especialmente en contextos hogar; y (4) incluir análisis de equidad, accesibilidad y privacidad, tal como subrayan guías de IA en educación (UNESCO, 2021; Luckin et al., 2016). Para la práctica educativa, la evidencia sugiere priorizar herramientas con retroalimentación inmediata, progresión clara, sesiones breves y frecuentes, y acompañamiento docente o familiar, en coherencia con principios de diseño de aprendizaje en apps (Hirsh-Pasek et al., 2015).

### **Consideraciones metodológicas propias de PRISMA-ScR**

Finalmente, es importante enfatizar que, por su naturaleza, una scoping review busca mapear y caracterizar la evidencia disponible más que estimar un tamaño de efecto agregado. En coherencia con PRISMA-ScR, los hallazgos se interpretan como patrones de distribución, tendencias y vacíos del campo, reconociendo la heterogeneidad de diseños y mediciones (Tricco et al., 2018). En consecuencia, las conclusiones deben leerse como una síntesis integradora del panorama de investigación, útil para orientar decisiones pedagógicas, desarrollo tecnológico y futuros estudios con diseños más comparables y evaluaciones más estandarizadas.

## **Conclusiones**

Los resultados de esta scoping review (2016–2026) muestran que las aplicaciones de inteligencia artificial adaptativa en educación inicial se concentran principalmente en juegos

educativos adaptativos, plataformas de aprendizaje adaptativo y, en menor medida, tutores inteligentes. En conjunto, la evidencia mapeada sugiere un patrón consistentemente favorable para el desarrollo de habilidades pre-matemáticas, con mejoras reportadas con mayor frecuencia en conteo y correspondencia uno-a-uno, sentido numérico y comparación de magnitudes. Estos hallazgos son coherentes con la importancia de la numeracidad temprana como base del rendimiento matemático posterior y con la lógica pedagógica de la adaptividad (ajuste de dificultad, retroalimentación inmediata y progresión por dominio), que favorece trayectorias de aprendizaje más personalizadas en edades de alta variabilidad evolutiva.

En relación con la atención, los resultados fueron más heterogéneos y dependieron en gran medida del modo de medición y de la calidad de implementación. Aunque una proporción relevante de estudios reportó mejoras (principalmente a través de indicadores conductuales como mayor tiempo en tarea y persistencia), la medición explícita de atención sostenida fue menos frecuente y no siempre se apoyó en instrumentos estandarizados. Esto limita la comparabilidad entre estudios y sugiere que, en varios casos, la evidencia refleja mejoras en el compromiso con la actividad más que cambios estables en la capacidad atencional.

Finalmente, el mapeo permitió identificar vacíos críticos del campo: descripción insuficiente del componente “IA” o del mecanismo adaptativo, reportes incompletos sobre dosis y fidelidad de implementación, escasez de seguimientos post-intervención y limitada atención a dimensiones de equidad, sesgos y privacidad. En consecuencia, si bien la IA adaptativa aparece como una vía prometedora para fortalecer el aprendizaje pre-matemático en educación inicial, el avance del área requiere elevar estándares de transparencia técnica, medición de atención y calidad de reporte para generar evidencia más sólida, comparable y aplicable a decisiones educativas e institucionales.

## Referencias

- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Bang, H. J., Li, L., & Flynn, K. (2023). Efficacy of an adaptive game-based math learning app to support personalized learning and improve early elementary school students' learning. *Early Childhood Education Journal*, 51, 717–732. <https://doi.org/10.1007/s10643-022-01332-3>
- Council on Communications and Media. (2016). Media and young minds. *Pediatrics*, 138(5), e20162591. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2591>



- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428–1446. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- Griffith, S. F., Hagan, M. B., Heymann, P., Heflin, B. H., & Bagner, D. M. (2020). Apps as learning tools: A systematic review. *Pediatrics*, 145(1), e20191579. <https://doi.org/10.1542/peds.2019-1579>
- Grimes, K. R., Park, S., McClelland, A., Park, J., Lee, Y. R., Nozari, M., Umer, Z., Zapparoli, B., & Bryant, D. (2021). Effectiveness of a numeracy intelligent tutoring system in kindergarten: A conceptual replication. *Journal of Numerical Cognition*, 7(3), 388–410. <https://doi.org/10.5964/jnc.6931>
- Gulz, A., Londos, L., & Haake, M. (2020). Preschoolers' understanding of a teachable agent-based game in early mathematics as reflected in their gaze behaviors: An experimental study. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 30, 38–73. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00193-4>
- Hirsh-Pasek, K., Zosh, J. M., Golinkoff, R. M., Gray, J. H., Robb, M. B., & Kaufman, J. (2015). Putting education in “educational” apps: Lessons from the science of learning. *Psychological Science in the Public Interest*, 16(1), 3–34. <https://doi.org/10.1177/1529100615569721>
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology*, 45(3), 850–867. <https://doi.org/10.1037/a0014939>
- Kim, J., Gilbert, J., Yu, Q., & Gale, C. (2021). Measures matter: A meta-analysis of the effects of educational apps on preschool to grade 3 children's literacy and math skills. *AERA Open*, 7, 23328584211004183. <https://doi.org/10.1177/23328584211004183>
- Levac, D., Colquhoun, H., & O'Brien, K. K. (2010). Scoping studies: Advancing the methodology. *Implementation Science*, 5, 69. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-69>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- Outhwaite, L. A., Faulder, M., Gulliford, A., & Pitchford, N. J. (2019). Raising early achievement in math with interactive apps: A randomized control trial. *Journal of Educational Psychology*, 111(2), 284–298. <https://doi.org/10.1037/edu0000286>
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review of Neuroscience*, 35, 73–89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Pitchford, N. J., & Outhwaite, L. A. (2019). Secondary benefits to attentional processing through intervention with an interactive maths app. *Frontiers in Psychology*, 10, 2633. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02633>
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25–42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Purpura, D. J., Hume, L. E., Sims, D. M., & Lonigan, C. J. (2011). Early literacy and early numeracy: The value of including early literacy skills in the prediction of numeracy



- development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110(4), 647–658.  
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.07.004>
- Purpura, D. J., & Lonigan, C. J. (2015). Early numeracy assessment: The development of the Preschool Early Numeracy Scales. *Early Education and Development*, 26(2), 286–313.  
<https://doi.org/10.1080/10409289.2015.991084>
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2017). Early numeracy skills in preschool-aged children: A review of neurocognitive findings and implications for assessment and intervention. *The Clinical Neuropsychologist*, 31(2), 329–351.  
<https://doi.org/10.1080/13854046.2016.1259387>
- Rhoades, B. L., Warren, H. K., Domitrovich, C. E., & Greenberg, M. T. (2011). Examining the link between preschool social–emotional competence and first grade academic achievement: The role of attention skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 26(2), 182–191. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2010.07.003>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O’Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473.  
<https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO.
- VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221.  
<https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>
- Verbruggen, S., Depaepe, F., & Torbeyns, J. (2021). Effectiveness of educational technology in early mathematics education: A systematic literature review. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 27, 100220.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100220>



*Casa Editora del Polo (CASEDELPO), hace constar que:*

El artículo científico:

**Aplicaciones de inteligencia artificial adaptativa en el desarrollo de habilidades pre-matemáticas y atención en educación inicial: scoping review de la literatura**

De autoría:

**Johanna Katherine Vega Cadena, Bremero Leonardo Fabiani Orbea**

Ha sido publicado en el **Vol. 11, No 3, 2026**, de la revista Polo del Conocimiento con ISSN 2550-682X, indexada y registrada en las siguientes bases de datos y repositorios: Latindex Catálogo v2.0, MIAR, Google Académico, ROAD, Dialnet, ERIHPLUS.

Disponible en:

URL: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/11406>

Y para que así conste, firmo la presente en la ciudad de Manta, a los 31 de marzo de 2026.

Dr. Víctor R. Jama Zambrano  
**DIRECTOR**

---

Dirección: Ciudadela El Palmar II Etapa Mz. E. No 6  
Teléfono: 0991871420  
Email: [polodelconocimientorevista@gmail.com](mailto:polodelconocimientorevista@gmail.com)  
[www.polodelconocimiento.com](http://www.polodelconocimiento.com)  
Manta – Manabí- Ecuador

# UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

*¡Evolución académica!*

@UNEMIEcuador

