



## EL APRENDIZAJE MÓVIL PARA LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS PRE-ALGEBRAICOS: UNA MIRADA DESDE EL ENFOQUE ONTOSEMIÓTICO DEL CONOCIMIENTO Y LA INSTRUCCIÓN MATEMÁTICA (EOS)

**Mayra Uribe Hernández**  
Universidad Autónoma de Querétaro

**Víctor Larios Osorio**  
Universidad Autónoma de Querétaro

**Luis Roberto Pino Fan**  
Universidad de los Lagos

---

**Área temática:** Educación en campos disciplinares.

**Línea temática:** El papel de las tecnologías en los procesos educativos, en el marco de los saberes específicos de un campo de conocimiento disciplinar.

**Tipo de ponencia:** Reporte parcial de investigación.

---

### **Resumen:**

El aprendizaje móvil presenta posibilidades innovadoras en el ámbito educativo debido a las características intrínsecas de los dispositivos móviles. Sin embargo, su implementación pertinente presenta desafíos, para la enseñanza de las matemáticas, diversos estudios reportan que no es claro el enfoque pedagógico que fundamenta el diseño o uso de esta tecnología. El presente avance de la investigación analiza la relación del aprendizaje móvil y la transición de la aritmética al álgebra con base en los criterios de idoneidad del enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos (EOS), el cual es un marco teórico propio de la Didáctica de las Matemáticas, que busca articular nociones teóricas en relación al conocimiento matemático, su enseñanza y aprendizaje. El análisis reveló que la implementación del aprendizaje móvil requiere la interacción entre las facetas epistémica (medida en que los significados pretendidos representan un significado relacionado con el nivel educativo), mediacional (grado de adecuación de los recursos materiales, el uso de un dispositivo móvil es propiamente táctil) y ecológica (grado en que la implementación del aprendizaje móvil en el aula resulte pertinente en relación con las directrices curriculares de la institución). Los resultados obtenidos pretenden aportar evidencia de criterios con valor educativo, para la pertinencia del contenido didáctico de una aplicación móvil, así como la comprensión empírica de la relación entre la tecnología del aprendizaje móvil y un sistema epistemológico como el EOS.

**Palabras clave:** aprendizaje de las matemáticas, educación y tecnología, dispositivos móviles, enfoques pedagógicos, álgebra.

## Introducción

El aprendizaje móvil refiere al “aprendizaje en múltiples contextos, mediante interacciones sociales y de contenido, utilizando dispositivos electrónicos personales” (Crompton & Burke, 2015, p. 2), su incorporación al contexto educacional presenta posibilidades innovadoras debido a las características intrínsecas de éstos dispositivos, como la ubicuidad, portabilidad, comunicación instantánea y la gestión de contenido multimedia; además de funcionalidades que promueven la interacción como la geolocalización, el procesamiento y análisis de datos en tiempo real. Sin embargo, su implementación pertinente aun presenta desafíos, en el caso particular de la enseñanza de las matemáticas, diversos estudios reportan que no es claro el enfoque pedagógico que fundamenta el diseño o uso de esta tecnología (Bano, Zowghi, Kearney, Schuck, & Aubusson, 2018), se observa una integración de la tecnología móvil en el aula poco rigurosa, en relación a la poca información sobre la etapa de evaluación, la duración de la implementación y la descripción de los participantes (Tingir, Cavlazoglu, Caliskan, Koklu, & Intepe-Tingir, 2017).

Lo anterior hace evidente la necesidad de atender con cuidado las normas didácticas implementadas al incorporar la tecnología que requiere el aprendizaje móvil en el aula, considerando los resultados reportados por la comunidad científica, no sólo en el tema de desarrollo tecnológico, como sería el caso del diseño de aplicaciones móviles, sino también en relación a nociones teóricas para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

En este contexto el presente trabajo se fundamenta en la reflexión metadidáctica del enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática (EOS), que es un marco teórico propio de la Didáctica de las Matemáticas (DdM) que busca articular diferentes puntos de vista y nociones teóricas en relación al conocimiento matemático, su enseñanza y aprendizaje (Godino, 2013).

El propósito de la investigación es el diseño pertinente de una aplicación móvil que gestione contenido interactivo para la enseñanza de conceptos pre-algebraicos en estudiantes de nivel secundaria. El presente avance de la investigación analiza la relación del aprendizaje móvil y la transición de la aritmética al álgebra con base en los criterios de idoneidad del EOS.

Los resultados obtenidos pretenden aportar evidencia de criterios basados en la investigación científica con valor educativo, para valorar la pertinencia del contenido didáctico, así como la comprensión empírica de la relación de la tecnología del aprendizaje móvil y un sistema epistemológico como el EOS.

## Desarrollo

La noción de idoneidad didáctica en el EOS, sus dimensiones y criterios, refiere a herramientas que permiten una didáctica normativa orientada a la intervención pertinente en el aula para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. La figura 1 sintetiza las características de esta noción. El hexágono regular representa un grado máximo de idoneidades parciales, el hexágono irregular indica las idoneidades efectivas alcanzadas en el proceso de estudio.

La idoneidad didáctica refiere a la estructuración de los siguientes seis componentes (Godino, 2013):

- Idoneidad epistémica. Grado de representatividad de significados institucionales respecto con un significado de referencia.
- Idoneidad cognitiva. Grado en que los significados se encuentran en la zona de desarrollo potencial del estudiante, considerando también la proximidad de los significados personales logrados con los significados pretendidos.
- Idoneidad interaccional. Grado en que los modos de interacción permiten identificar y resolver conflictos de significado para favorecer la autonomía en el aprendizaje.
- Idoneidad mediacional. Grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Idoneidad afectiva. Grado de implicación del alumnado en el proceso de estudio, relacionada con factores que dependen de la institución, del alumno y de su historia escolar previa.
- Idoneidad ecológica. Grado en que el proceso de estudio se ajusta al proyecto educativo de la institución, la sociedad y los condicionamientos del entorno en que se desarrolla.

En el EOS la idoneidad didáctica de un proceso de enseñanza-aprendizaje reúne ciertas características que permiten considerar este proceso como óptimo para continuar la “adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes (aprendizaje) y los significados institucionales pretendidos o implementados (enseñanza), teniendo en cuenta las circunstancias y recursos disponibles (entorno)” (Breda, Font, & Pino-Fan, 2018, p. 268).

Para la implementación pertinente del aprendizaje móvil en el aula, se utilizará este enfoque como fundamento teórico para el diseño de una aplicación móvil que gestione contenidos interactivos para la enseñanza de conceptos pre-algebraicos, lo que implica el análisis de la relación de los elementos tecnológicos involucrados, como es el caso de los dispositivos móviles y los criterios de idoneidad propuestos en el EOS.

## **El aprendizaje móvil para la enseñanza de conceptos pre-algebraicos basado en el EOS**

Diversos autores (Chesney, McNeil, Petersen, & Dunwiddie, 2018; Fyfe, Matthews, Amsel, McEldoon, & McNeil, 2017; Humberstone & Reeve, 2018; Lepak, Wernet, & Ayieko, 2018; Papadopoulos, 2018) coinciden en que el pensamiento relacional es fundamental para la transición de la aritmética al álgebra, además del conocimiento formal de la equivalencia matemáticas y las múltiples representaciones visuales, verbales y simbólicas. Estas representaciones algebraicas requieren de la comprensión de la semántica que describe a los objetos matemáticos.

El enfoque didáctico es la base fundamental para el diseño y uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas, en relación con el EOS, se identificaron componentes para el diseño de la propuesta didáctica sobre la transición de la aritmética al álgebra. Para este trabajo se consideraron los criterios de idoneidad epistémica y cognitiva como punto de partida para el diseño del contenido didáctico, como se ilustra en la tabla 1.

El *criterio de idoneidad epistémica* refiere a la medida en que los significados pretendidos representan un significado relacionado con el nivel educativo. Se consideran relevantes las situaciones problemas para contextualizar significados, debido a que los objetos matemáticos surgen de la práctica del sujeto al enfrentar estos “problemas”, sin dejar de lado tareas procedimentales necesarias en el aprendizaje de las matemáticas. Por otro lado también se considera fundamental el uso de diversas representaciones y su equivalencia, lo que se relaciona directamente con el componente de lenguaje matemático para la comprensión y uso de los objetos matemáticos.

El *criterio de idoneidad cognitiva* refiere al grado en que el contenido implementado es pertinente para el estudiante en relación con su zona de desarrollo, por lo que deben considerarse los conocimientos previos que faciliten el andamiaje para la transición de la aritmética al álgebra. El contenido debe considerar el programa curricular de la institución mediante tareas de ampliación y de refuerzo, además de fomentar la comprensión conceptual de los objetos matemáticos de modo que adquieran sentido y propósito para el estudiante.

El uso del aprendizaje móvil para la enseñanza de las matemáticas tiene relación con los criterios de idoneidad afectiva, interaccional, mediacional y ecológica, considerando los componentes que se describen en la tabla 2.

En relación con el *criterio de idoneidad afectiva*, el uso de dispositivos móviles en el ámbito educativo permite a los estudiantes participar de contextos digitales de modo táctil y personal; al propiciar escenarios que facilitan la interacción y promueven roles activos, es posible impactar de manera positiva en la actitud de los estudiantes ante el aprendizaje de conceptos matemáticos, fomentando la perseverancia mediante el diseño de contenido didáctico gestionado con una aplicación móvil.

El *criterio de idoneidad interaccional* permite identificar y resolver conflictos de significado, y está relacionado con una de las potencialidades de las aplicaciones móviles, el monitoreo de la actividad durante su uso, lo que facilita la evaluación formativa permitiendo la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje.

El *criterio de idoneidad mediacional* considera el grado de adecuación de los recursos materiales, por lo que las particularidades que posee un dispositivo móvil promueven un uso propiamente táctil (maleable), debido a la variedad de gestos que permiten la interacción. Además, una aplicación móvil puede programarse para autorregular la duración de diversas tareas considerando el grado de dificultad.

El *criterio de idoneidad ecológica* refiere al grado en que la implementación del aprendizaje móvil en el aula resulte pertinente en relación con las directrices curriculares de la institución, por otro lado, el presente trabajo tiene el propósito de aportar al área de innovación didáctica mediante el uso de una aplicación móvil, cuyo diseño se fundamenta en la investigación de un marco teórico propio de la Didáctica de las Matemáticas, como es el caso del EOS.

La implementación del aprendizaje móvil requiere la interacción entre las diversas facetas que integran el EOS, como ocurre con los criterios de idoneidad epistémica, mediacional y ecológica, que, según Godino (2013) tienen un papel prioritario para el logro de una alta idoneidad didáctica de una acción formativa.

## Conclusiones

Los estudios analizados en el presente reporte revelan la importancia de la investigación científica para la integración de la tecnología en el aula, por lo que los resultados reportados en esta etapa del trabajo refieren al análisis de la relación del aprendizaje móvil y la transición de la aritmética al álgebra con base en los criterios de idoneidad de un marco teórico propio de la Didáctica de las Matemáticas, el EOS.

Se observó mayor interés en aspectos relacionados con el uso y diseño de la tecnología implementada que en el fundamento pedagógico para la integración pertinente del aprendizaje móvil, para la enseñanza de matemáticas, pocos estudios definen el eje temático abordado. Por otro lado, las aplicaciones móviles son evaluadas por el equipo de desarrollo, excluyendo en esta etapa fundamental a investigadores y profesores, lo que pone en duda la calidad del software para el ámbito educativo.

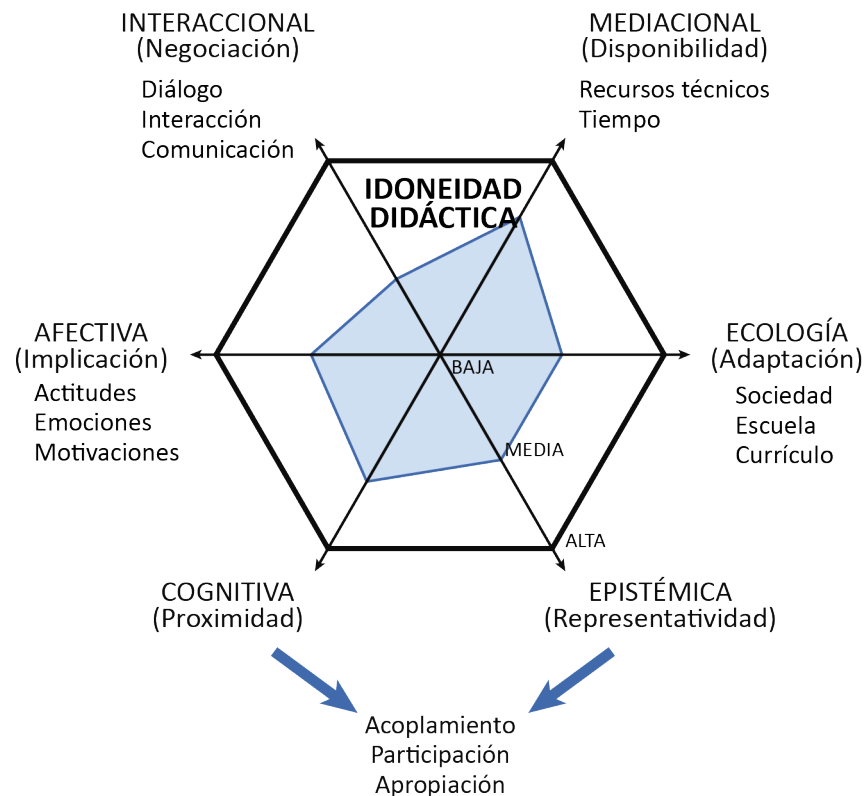
La integración del aprendizaje móvil en la educación formal ocurre sin el fundamento de enfoques pedagógicos que sustenten la enseñanza y aprendizaje de un eje disciplinar tan complejo como las matemáticas, por lo que resulta fundamental la investigación sobre la pertinencia y efectividad pedagógica de la integración de tecnología móvil. Resulta evidente que lo que ocurre en la práctica docente para la enseñanza de las matemáticas carece del componente tecnológico, el cual puede influenciar de manera positiva el proceso de aprendizaje de los estudiantes. La importancia de integrar tecnología con potencialidades como las que presentan los dispositivos móviles está asociada con cambios en los modos de interacción, motivación y la creación de contextos digitales.

En relación con los criterios de idoneidad del EOS, el análisis reveló que la implementación del aprendizaje móvil requiere la interacción entre las facetas *epistémica* (medida en que los significados pretendidos representan un significado relacionado con el nivel educativo), *mediacional* (grado de adecuación de los recursos materiales, el uso de un dispositivo móvil es propiamente táctil) y *ecológica* (grado en que la implementación del aprendizaje móvil en el aula resulte pertinente en relación con las directrices curriculares de la institución).

Los resultados obtenidos en este reporte pretenden aportar evidencia de criterios con valor educativo, para la pertinencia del contenido didáctico de una aplicación móvil, así como la comprensión empírica de la relación entre la tecnología del aprendizaje móvil y un sistema epistemológico como el EOS.

### Tablas y figuras

**Figura 1:** Criterios de idoneidad didáctica del EOS. Fuente:(Godino, 2013)



**Tabla 1:** Componentes e indicadores de idoneidad para la enseñanza de conceptos pre algebraicos. Fuente: elaboración propia basada en (Godino, 2013)

CRITERIO DE IDONEIDAD	COMPONENTE	INDICADOR
EPISTÉMICA	SITUACIÓN –PROBLEMA	MUESTRA REPRESENTATIVA Y ARTICULADA DE SITUACIONES DE CONTEXTUALIZACIÓN, EJERCITACIÓN Y APLICACIÓN.
	LENGUAJE	SO DE DIFERENTES MODOS DE EXPRESIÓN MATEMÁTICA, TRADUCCIONES Y CONVERSIONES ENTRE LAS MISMAS.
	CONOCIMIENTOS PREVIOS	LOS CONTENIDOS PRETENDIDOS TIENEN UNA DIFICULTAD MANEJABLE.
COGNITIVA	ADAPTACIONES CURRICULARES	ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN Y DE REFUERZO.
	APRENDIZAJE	COMPRESIÓN CONCEPTUAL Y PROPOSICIONAL; FLUENCIA PROCEDIMENTAL.

**Tabla 2:** Componentes e indicadores de idoneidad en relación con la implementación del aprendizaje móvil en aula. Fuente: elaboración propia basada en (Godino, 2013)

CRITERIO DE IDONEIDAD	COMPONENTE	INDICADOR
AFECTIVA	ACTITUD	PERSEVERANCIA
INTERACCIONAL	EVALUACIÓN FORMATIVA	OBSERVACIÓN SISTEMÁTICA DEL PROGRESO COGNITIVO DE LOS ALUMNOS.
MEDIACIONAL	RECURSOS MATERIALES	USO DE DISPOSITIVOS MÓVILES COMO MATERIAL MANIPULATIVO.
	TIEMPO	GESTIÓN PERTINENTE DEL TIEMPO DESTINADO A LA ENSEÑANZA DE LOS CONTENIDOS EN RELACIÓN CON SU DIFICULTAD.
ECOLÓGICA	ADAPTACIÓN AL CURRÍCULO	LOS CONTENIDOS, SU IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN CORRESPONDEN CON LAS DIRECTRICES CURRICULARES.
	APERTURA HACIA LA INNOVACIÓN DIDÁCTICA	INNOVACIÓN BASADA EN LA INVESTIGACIÓN Y LA PRÁCTICA REFLEXIVA. INTEGRACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL PROYECTO EDUCATIVO.

## Referencias

- Bano, M., Zowghi, D., Kearney, M., Schuck, S., & Aubusson, P. (2018). Mobile learning for science and mathematics school education: A systematic review of empirical evidence. *Computers & Education*, *121*, 30–58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.006>
- Breda, A., Font, V., & Pino-Fan, L. (2018). Criterios valorativos y normativos en la didáctica de las matemáticas: el caso del constructo idoneidad didáctica. *Bolema: boletim de educação matemática*, *32*(60), 255–278. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a13>
- Chesney, D. L., McNeil, N. M., Petersen, L. A., & Dunwiddie, A. E. (2018). Arithmetic practice that includes relational words promotes understanding of symbolic equations. *Learning and individual differences*, *64*, 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.04.013>
- Crompton, H., & Burke, D. (2015). Research trends in the use of mobile learning in mathematics. *Internacional journal of mobile and blended learning*, *7*(4), 1–15. <https://doi.org/10.4018/IJMBL.2015100101>
- D'Amore, B., & Godino, J. (2007). El enfoque ontosemiótico como un desarrollo de la teoría antropológica en didáctica de la matemática. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, *10*(2), 191–218.
- Fyfe, E. R., Matthews, P. G., Amsel, E., McEldoon, K. L., & McNeil, N. M. (2017). Assessing formal knowledge of math equivalence among algebra and pre-algebra students. *Journal of Educational Psychology*, 1–50. <https://doi.org/10.1037/edu0000208>
- Godino, J. (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, *8*(11), 111–132.
- Humberstone, J., & Reeve, R. A. (2018). The conceptual overlap between arithmetic and algebraic referential mapping. *Learning and instruction*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.09.001>
- Lepak, J. R., Wernet, J. L. W., & Ayieko, R. A. (2018). Capturing and characterizing students' strategic algebraic reasoning through cognitively demanding tasks with focus on representations. *The journal of mathematical behavior*, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2018.01.003>
- Papadopoulos, I. (2018). Using mobile puzzles to exhibit certain algebraic habits of mind and demonstrate symbol-sense in primary school students. *The Journal of Mathematical Behavior*. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2018.07.001>
- Tingir, S., Cavlazoglu, B., Caliskan, O., Koklu, O., & Intepe-Tingir, S. (2017). Effects of mobile devices on K-12 students' achievement: a meta-analysis. *Journal of computer assisted learning*, *33*(4), 355–369. <https://doi.org/10.1111/jcal.12184>