

Tecnologías digitales para la innovación en educación: una revisión teórica de procesos de aprendizaje mediados por dispositivos móviles

Óscar-Iván Rodríguez-Cardoso¹

Vladimir-Alfonso Ballesteros-Ballesteros²

Sébastien Lozano-Forero³

Fecha de recepción: 1 de abril de 2020

Fecha de aprobación: 19 de mayo de 2020

Resumen

Los dispositivos móviles ocupan un lugar preponderante en la vida cotidiana de las personas y las posibilidades de aprender con la mediación de estos dispositivos han adquirido mayor relevancia en los últimos años y han generado una contribución significativa a la educación entre los sujetos que aprenden en educación superior alrededor del mundo. El objetivo de este artículo de revisión consiste en presentar los resultados de investigación más relevantes que se han forjado frente a las concepciones de aprendizaje móvil, experiencias de vinculación en diferentes lugares del mundo, los desafíos más notables y el horizonte que debe conducir los nuevos esfuerzos investigativos al respecto. Los resultados revelan que las

¹ M. Sc. Fundación Universitaria Los Libertadores (Bogotá-Distrito Capital, Colombia). oscar.rodriguez@libertadores.edu.co. ORCID: [0000-0003-1203-4999](https://orcid.org/0000-0003-1203-4999)

² Ph.D. (c) Fundación Universitaria Los Libertadores (Bogotá-Distrito Capital, Colombia). vladimir.ballesteros@libertadores.edu.co. ORCID: [0000-0002-6920-789X](https://orcid.org/0000-0002-6920-789X)

³ M. Sc. Fundación Universitaria Los Libertadores (Bogotá-Distrito Capital, Colombia). sebastien.lozano@libertadores.edu.co. ORCID: [0000-0002-9551-165X](https://orcid.org/0000-0002-9551-165X)

intenciones de los sujetos que aprenden, y de aquellos que enseñan, están influenciadas por varios factores que incluyen la ventaja relativa, la complejidad, la influencia social, el disfrute percibido y la autogestión del aprendizaje. Al proporcionar una imagen de la disposición de los estudiantes para adoptar el aprendizaje móvil, este estudio ofrece implicaciones útiles y provechosas para los desarrolladores de aplicaciones y contenidos que pueden orientar el diseño e implementación de sistemas integrales de aprendizaje.

Palabras clave: aprendizaje móvil; dispositivos móviles; innovación educativa; tecnologías digitales.

Digital Technologies for Innovation in Education: A Theoretical Review of Learning Processes Mediated by Mobile Devices

Abstract

Mobile devices stand in a prominent place on people's daily lives and the possibilities of learning through the mediation of these devices have become more relevant in recent years and have generated a significant contribution to education among learning subjects in higher education, worldwide. The objective of this review article is to present the most relevant research results that have been forged about mobile learning, bonding experiences in different parts of the world, most notable challenges and some guidelines for forthcoming research efforts. The results reveal that intentions in both, learning and teaching subjects, are influenced by various factors including relative advantage, complexity, social influence, perceived enjoyment, and self-management of learning processes. By picturing students' willingness to embrace mobile learning, this study offers useful and helpful implications for application and content developers who can guide the design and implementation of comprehensive learning systems.

Keywords: digital technologies; educational innovation; mobile devices; mobile learning.

Para citar este artículo:

Rodríguez-Cardoso, O. I., Ballesteros-Ballesteros, V. A., & Lozano-Forero, S. (2020). Tecnologías digitales para la innovación en educación: una revisión teórica de procesos de aprendizaje mediados por dispositivos móviles. *Pensamiento y Acción*, 28, 83-103.

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0



Introducción

El uso de dispositivos móviles como parte del proceso de aprendizaje y enseñanza ha sido reconocido, en el contexto educativo, como aprendizaje móvil o *mobile learning* (*m-learning*); incluye el uso de tecnología móvil, de manera independiente o en combinación con otras Tecnologías Digitales (en adelante TD), para facilitar el aprendizaje en cualquier momento y desde cualquier lugar. El objetivo del *m-learning* apunta a que las personas puedan usar sus dispositivos móviles para acceder a recursos educativos, conectarse con otros y crear contenidos tanto en las aulas de clase como fuera de ellas (Gal, 2019). El *m-learning* involucra TD y puede alterar la forma fundamental en que las personas se conectan y comparten información con fines educativos, por lo que se pronostican cambios importantes en la educación a partir de la inclusión de tecnologías móviles. Las estrategias de enseñanza tradicionales combinadas con tecnologías móviles inciden favorablemente en las prácticas educativas promoviendo escenarios innovadores de aprendizaje que buscan favorecer la participación de los estudiantes, trayendo consigo nuevas prácticas que involucran socialmente a los sujetos que aprenden en actividades individuales y colaborativas (Lim, Shelley y Heo, 2019; Aliaño, et al., 2019; Ifeanyi y Chukwuere, 2018).

Resultados de investigación reportados por Norris, Hossain y Soloway (2013) sugieren que el uso pedagógico de la tecnología es un factor clave para marcar una diferencia en el rendimiento de los sujetos que aprenden, sin embargo, debe considerarse que el papel de las TD en la transformación de la enseñanza y el aprendizaje para el contexto contemporáneo depende, en mayor medida, de los aportes de los sujetos que enseñan al desarrollo pedagógico. La investigación señala la relevancia del papel del maestro y encuentra diferencias significativas en el desempeño de los estudiantes cuando el aprendizaje está dirigido y cuando no lo está; por lo tanto, la formación tecnológica continua del educador es vital para que se puedan aprovechar las ventajas únicas de la tecnología móvil (Cochrane, 2012) y actuar con la rapidez con que cambia la tecnología que, de hecho, ha sido un factor determinante para la construcción de un marco teórico que se ha visto

obstaculizado por el crecimiento abrupto de la innovación en TD que cambia aun cuando no se ha terminado de comprender lo existente (Cochrane, 2013).

Bajo este contexto, el objetivo de este artículo consiste en recopilar información referente al *m-learning* para resolver las siguientes preguntas: ¿Cómo conciben los investigadores el *m-learning*?, ¿Qué resultados de investigación se han reportado frente a la experiencia de vincular *m-learning* en diferentes lugares del mundo?, y, ¿Qué desafíos enfrenta actualmente el *m-learning* y hacia donde se dirige su trabajo futuro?

Concepciones de aprendizaje móvil o *m-learning*

El aprendizaje móvil o *m-learning* puede verse como una innovación en el proceso de aprendizaje que reduce limitaciones de tiempo y espacio, mediante el uso de dispositivos móviles como teléfonos inteligentes, iPads, tabletas, asistentes digitales personales (PDA) y tecnologías portátiles, para acceder al conocimiento en cualquier momento y lugar (Bere y Rambe, 2019; Cavanaugh, et al., 2013; Gupta y Koo, 2010). En este mismo sentido, el *m-learning*, se conoce como un tipo de práctica de aprendizaje, que ocurre cuando el estudiante no está estático en una ubicación preestablecida pero sí se beneficia de oportunidades de aprendizaje que se entregan de forma dinámica mediante el uso de dispositivos o tecnologías móviles (O'Malley, et al., 2005; Shuja, et al., 2019).

También se encuentran otras definiciones desde una perspectiva operacional, que conciben el *m-learning* como un tipo de aprendizaje que tiene en cuenta la movilidad de la tecnología, de los sujetos que aprenden, del lugar y del momento de aprendizaje. Conciben, además, las tecnologías móviles como una combinación de hardware, sistemas operativos, redes y software, incluyendo contenido, plataformas de aprendizaje y aplicaciones móviles, entendidas como plataformas seguras de aprendizaje social diseñadas para ejecutarse en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles con acceso a Internet, que permiten a los maestros y estudiantes colaborar en cualquier momento y en cualquier lugar para alcanzar logros de aprendizaje (Zayed, 2019).

La terminología usada en el contexto del *m-learning* incluye conceptos como movilidad, Bluetooth, tabletas, iPads, Smartphone, GPRS, 4G, objetos, trabajo en red, aprendizaje situado, situaciones realistas, constructivismo, interacción social, aprendizaje colaborativo, espontáneo, conectividad inalámbrica, informalidad, dispositivos personales, disruptivo, oportuno, privado, portable, aprendizaje en movimiento, mayores opciones de voz, gráficas y animaciones para la enseñanza (Kumar, Wotto y Bélanger, 2018).

En suma, Kumar, Wotto y Bélanger (2018), hicieron una síntesis con algunas definiciones de *m-learning* (ver tabla 1) que pueden ilustrar, en cierto modo, la evolución del concepto:

Tabla 1. Evolución del concepto de m-learning. Adaptado de: Kumar, Wotto y Bélanger (2018).

Definición	Referencia
" <i>M-learning</i> es aprender a medida que surge la comunicación móvil de persona a persona"	(Oloruntoba, 2006)
" <i>M-learning</i> es el uso de tecnología móvil para ayudar en el aprendizaje, referencia o exploración de información útil para un individuo en un momento o en un contexto de uso específico"	(Feser, 2010; Mboungou Mouyabi, 2012)
" <i>M-learning</i> es aprender a través de dispositivos computacionales móviles"	(Quinn, 2000; Behera, 2013)
" <i>M-learning</i> es una forma de educación cuyo sitio de producción, circulación y consumo es la red"	(Polsani, 2003; Behera, 2013)

Revisión de literatura

Una revisión desarrollada anteriormente por Crompton y Burke (2015) incorporó un análisis de treinta y seis estudios desarrollados mayoritariamente en Estados Unidos, señalando algunos hallazgos interesantes a partir de sus resultados, entre ellos, que la mayoría de los estudios de aprendizaje móvil reportan resultados positivos sobre los procesos de aprendizaje y encontraron que los teléfonos móviles son actualmente el dispositivo más utilizado para el *m-learning*. Un estudio desarrollado por Wilkinson y Barter (2016) en Inglaterra, concluyó que la integración de tabletas y material de aprendizaje relacionado con aplicaciones móviles a las clases de anatomía en el contexto de la educación superior, tuvo un efecto positivo en el rendimiento y la asistencia de los sujetos que aprenden en una asignatura que usualmente utiliza el aprendizaje activo a través de métodos tradicionales; la

incorporación de tecnología a través de cuestionarios, material visual en 3D y acceso a Internet podría ser un método alternativo para involucrar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, así como los entornos de aprendizaje grupales pueden generar un ambiente de aprendizaje positivo a través de la retroalimentación entre pares, el intercambio de conocimientos y la discusión, lo que conduce a un aprendizaje más profundo donde los dispositivos móviles constituyeron una herramienta facilitadora.

En Chile, se documenta el estudio de Joo, Martínez, García y García (2017) donde la adición de recursos tales como realidad aumentada (RA) y la cartografía digital, desde dispositivos como tabletas, demostró su eficacia en procesos de aprendizaje de contenido local y elementos patrimoniales; en su investigación se evidenció que los estudiantes que utilizaron tabletas en el trabajo de campo vinculando *m-learning* obtuvieron mejores puntajes en casi todos los elementos de contenido y procesos, en comparación con aquellos que usaron computadores personales en el aula a través de estrategias de *e-learning*, concluyendo que el aprendizaje móvil fue más efectivo en comparación con el aprendizaje electrónico tradicional. En Nigeria, los resultados de una investigación de Ibrahim y Kadiri (2018) mostraron que los teléfonos móviles son provechosos para la enseñanza y el aprendizaje del inglés cuando se integran a las aulas; además, en sus conclusiones declararon que el *m-learning* promueve el aprendizaje cooperativo y colaborativo a través del uso del Inglés por parte de los sujetos que aprenden y les permitiría construir su propio conocimiento por lo que, los investigadores, recomiendan que el teléfono móvil se puede integrar en la enseñanza y el aprendizaje del inglés como segundo idioma.

En Indonesia, Syaimar y Sutiarso (2018) mostraron que vincular TD al aula puede constituir una solución para superar algunos problemas en el aprendizaje de las matemáticas, como la falta de materiales didácticos; en sus resultados documentan que el uso de teléfonos inteligentes, como medio de aprendizaje, promueve la participación de los estudiantes y mejora su rendimiento académico. También en Indonesia, Jelatu, Kurniawan, Kurnila, Mandur y Jundu (2019), reportaron que, la colaboración entre pares en combinación con el *m-learning*,

condujo a un mayor logro de los estudiantes en la comprensión de los conceptos relacionados con la trigonometría en comparación con estudiantes que abordaron los temas de manera tradicional por medio de una exposición en clase por parte del profesor; de acuerdo con este estudio, este modelo de aprendizaje que combinó interacción con pares colaborativos y *m-learning* resultó efectivo y exhorta a los profesores a considerar el uso de este modelo para enseñar matemáticas.

En Siria, Shamsi, Altaha y Gilanlioglu (2019), examinaron el papel del *m-learning* en la disminución de la ansiedad de los estudiantes cuando hablan inglés, durante la interacción con extranjeros, mostrando que el curso diseñado para este propósito disminuyó significativamente el nivel de ansiedad de los participantes. En Rusia, Valeeva, Pavlova y Zakirova (2019) buscaron enseñar Español (ESP) a partir de la vinculación de *m-learning* a través de la interacción con contextos ecológicos conocidos con intención de aumentar su vocabulario, encontrando que los estudiantes están suficientemente equipados con tecnologías móviles y altamente motivados hacia el *m-learning*; las pruebas objetivas y un alto nivel de precisión al realizar actividades de seguimiento y pruebas finales indicaron que el aprendizaje móvil incrementa la efectividad de la enseñanza del idioma. Además, los dispositivos móviles, sobre todo los teléfonos inteligentes, pueden formar un entorno de aprendizaje personalizado que sea motivador y desafiante al mismo tiempo; los investigadores afirman que el empleo de herramientas de *m-learning*, además de aumentar el dominio del idioma extranjero, mejora los niveles de satisfacción y motivación de los estudiantes, que son cruciales para la comunicación profesional del idioma a lo largo de la vida.

En Tailandia, Lim, Shelley y Heo (2019) adelantaron un estudio que evidenció que la tecnología móvil es una excelente manera de estimular la co-creación social de nuevos conocimientos. Destacan que el uso de dispositivos móviles puede mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes más allá de la transferencia de unos contenidos seleccionados del plan de estudios y facilita superar las limitaciones físicas del aula; también concluyen que las interacciones móviles bien diseñadas, alineadas con los resultados de aprendizaje deseados motivan a los participantes a aprender cómo aprender. Estas experiencias sociales permiten que

los estudiantes sean más productivos en su carrera, en un contexto impredecible y en constante cambio; sin embargo, los investigadores advierten que puede haber incomodidad y resistencia, tanto de maestros como de estudiantes, en la etapa inicial de este enfoque de aprendizaje. Sin embargo, cuando el maestro resalta las razones de la implementación del *m-learning*, sus estudiantes pronto llegan a sentirse cómodos y entusiasmados con este enfoque.

En Colombia, el *m-learning* ha traído experiencias exitosas en cuanto a los procesos de aprendizaje de las matemáticas. Como ejemplo, Ballesteros, Rodríguez, Lozano y Nisperuza (2020) vincularon en su investigación, la interacción con el software GeoGebra mediada por dispositivos móviles, para acercar un grupo de estudiantes de ingeniería a la noción de límite, concluyendo que la presencia de estos dispositivos no necesariamente se constituye en un distractor del proceso, sino que en combinación con aplicaciones móviles permite alcanzar efectos positivos sobre el rendimiento académico de los sujetos que aprenden. En esta misma línea, la investigación de Ballesteros, Lozano y Rodríguez (2020), resalta los beneficios que trae vincular dispositivos móviles, sobre el entendimiento de la noción de área bajo la curva, con estudiantes de ingeniería; las conclusiones de ese estudio, muestran un efecto positivo del *m-learning* sobre el rendimiento académico de los estudiantes, ya que los resultados de la prueba de salida de los grupos que trabajaron el tema con *m-learning* resultaron estadísticamente superiores a los resultados obtenidos por aquellos grupos que trabajaron con recursos didácticos tradicionales.

Desafíos que enfrenta el *m-learning*

Existen dos condiciones necesarias para desarrollar un proceso de *m-learning*. La primera es, que los estudiantes hayan mostrado percepciones positivas sobre los dispositivos móviles, esencialmente sobre su capacidad de proporcionar ventajas pedagógicas y, la segunda, es que todos los participantes cuenten un dispositivo móvil, no necesariamente propio, pero sí se debe adoptar una estrategia para acceder a un dispositivo. La comunidad de aprendizaje móvil enfrenta desafíos de durabilidad, equidad, integración y combinación, además de una escasa

armonización de la pedagogía y tecnología (Traxler, 2009). A continuación, se muestra que dichos factores siguen siendo problemáticos para el desarrollo del *m-learning*.

Diferentes resultados de investigación que deliberan sobre los desafíos que enfrenta el uso de las TD en educación, señalan a la infraestructura como un problema importante, causado principalmente por la falta de recursos financieros para adquirir y mantener la tecnología. La infraestructura deficiente afecta el acceso a los recursos de aprendizaje, debido a que, con recursos de infraestructura limitados, por ejemplo, la falta de computadores, dispositivos móviles y conexiones a Internet poco confiables, se encuentran dificultades para acceder a los materiales de aprendizaje. Sin el equipo y el soporte tecnológico adecuado, las actividades de los docentes se ven afectadas, sin embargo, existen alternativas para minimizar los desafíos de infraestructura, por ejemplo, el uso de tecnología de código abierto y modelos sostenibles (Andersson, 2008; Fu, 2013; Phiri, Foko y Mahwai, 2014).

Dos aspectos cruciales, sobre el marco de configuración del *m-learning* en matemáticas, son el acceso y la didáctica específica. En esta línea, Roberts y Spencer (2019), explican el espectro de acceso y asequibilidad en el contexto de recursos limitados de Sudáfrica “*que puede replicarse a otras latitudes*”, donde la consideración de las intervenciones de *m-learning* deberían centrarse en la reparación y la equidad, desde el acceso público gratuito a dispositivos adecuados y paquetes de datos, en un contexto ideal, hasta los modelos de acceso donde cada individuo apalanca su propio dispositivo móvil con contratos privados de paquetes de datos individuales, sugiriendo que los datos subsidiados por el gobierno o por los operadores privados y las inversiones públicas se deben dirigir a favorecer el acceso a los dispositivos móviles y sus aplicaciones (Roberts y Spencer, 2019). El espectro de acceso incluye más matices con respecto al acceso compartido a dispositivos, acceso a software y disponibilidad dentro o fuera del horario escolar; la posibilidad de asequibilidad ahora considera varias opciones para la financiación de datos, por el individuo, por la escuela, distrito o departamento de educación, o como requisito de las condiciones nacionales de licencia para operadores móviles (Roberts y Spencer, 2019).

Entre los factores que afectan la efectividad del *m-learning*, uno de los más documentados es la aceptación de la tecnología. Y en este sentido, aparecen modelos ampliamente desarrollados como el TAM o el UTAUT (Wang, 2013; Abdullah y Ward, 2016; Nikou y Economides, 2017; Sánchez, Migueláñez y García, 2017; Al-Emran, Mezhuyev y Kamaludin, 2018; Wai, *et al.*; 2018). No pocos investigadores han documentado la implementación de un marco de evaluación de usabilidad pedagógica para el *m-learning*, la facilidad de uso o usabilidad de los dispositivos móviles en función del tamaño de las pantallas y la información limitada se presentan como desafíos tecnológicos a superar (Hanbidge, Sanderson y Tin, 2015). Un dato crítico sobre este despliegue resalta que solo alrededor del cincuenta por ciento de las aplicaciones de *m-learning* han desarrollado pruebas de usabilidad (Navarro, Molina y Redondo, 2016). En cuanto a si el aprendizaje móvil puede utilizarse como el método adoptado por los estudiantes de educación superior, la primera consideración es la evaluación y las actitudes de los estudiantes hacia el *m-learning*, seguido del impacto de los grupos de referencia circundantes y, finalmente, si la infraestructura de aprendizaje tiene la capacidad y los recursos son suficientes (Zhang, Chang, Zhou, 2015; Chou, *et al.*, 2019).

Se debe tener en cuenta el componente cultural de cada región, que también puede llegar a ser un obstáculo para el desarrollo del *m-learning*. Un ejemplo, desarrollado en Kuwait, destacó que los estudiantes y docentes aprecian el valor de la movilidad y las características sociales del *m-learning*, sienten afinidad con la flexibilidad, la capacidad de acceder a materiales de aprendizaje, su método mejorado de comunicación y la colaboración que surge entre estudiantes y profesores, además de percibir potencial para obtener recursos y materiales de aprendizaje multimedia en sus dispositivos móviles; no obstante, ese grupo social podría rechazar el *m-learning* porque genera un conflicto con las tradiciones y la cultura kuwaitíes que ve los dispositivos como elementos distractores del proceso y también porque existe una segregación de género en el sistema educativo. Así, el *m-learning* es incipiente en Kuwait y se espera que las instituciones académicas, y los responsables de la política pública, consideren la posibilidad de crear verdaderos

entornos de aprendizaje móvil, en armonía con las normas sociales, culturales, religiosas y tradiciones (Alhunaiyyan, Alhajri, Al-Sharhan, 2016).

La falta de una política clara en este tema reviste un reto mayor para el *m-learning* dado que las políticas establecen estándares de desempeño que pueden usarse para hacer cumplir y regular las modalidades de aprendizaje electrónico, entre ellas el uso de medios interactivos, uso de redes sociales, uso de internet y dispositivos móviles (Sanderson y Hanbidge, 2017). Sin embargo, la política actual se centra en el *e-learning* y la mayoría de los docentes no lo han adoptado porque no es obligatorio en la práctica. La aplicación de políticas agiliza el uso de las TD en entornos de *m-learning*, impulsando la tecnología como un requisito para maestros y estudiantes, y fortaleciendo el desarrollo de capacidades para la gestión del cambio que sirve para aumentar la eficacia y la calidad de los servicios educativos (Tondeur, et al., 2008). La acción política que deben considerar las instituciones para satisfacer la necesidad de contenido abierto, es decir, los depósitos de recursos educativos abiertos de las instituciones deben continuar adaptando sus características de modo que, el contenido, su creación y divulgación, así como el acceso, uso y la reutilización de objetos de aprendizaje puedan estar disponibles desde dispositivos móviles; esta acción, de democratizar el contenido abierto, se refleja en experiencias de corto plazo debido al contenido de libre acceso existente en Internet al que se puede acceder desde dispositivos móviles (Tabuenca, et al., 2015; Cardoso y Abreu, 2019).

Estudios futuros en *m-learning*

¿Hacia dónde deben orientarse los esfuerzos investigativos relacionados con el *m-learning*? Resultados de investigación como los propuestos por Karimi (2016) tienen implicaciones para el diseño de sistemas de aprendizaje con TD para impulsar una mayor tasa de adopción, por ejemplo, aumentar la diversificación del entorno puede mejorar el uso de *m-learning* por parte de los estudiantes, desarrollar sistemas que aumenten la atención enfocada, la curiosidad y el disfrute resultarán en una mayor diversión y adopción. De la misma manera, la literatura reciente ilustra que la gamificación de los sistemas educativos y el uso de elementos de misterio y desafío

mejoran el juego; en este sentido, el estudio futuro por parte de investigadores del *m-learning* debería enfocarse en identificar mejores formas de incorporar tales características en el entorno de aprendizaje móvil. Las TD también requieren materiales que les permita a los estudiantes pensar y reflexionar mientras desarrollan vínculos con los objetivos de aprendizaje.

Por su parte, Hao, Dennen y Mei (2017), han señalado que los factores pedagógicos, tienen el mayor efecto sobre el comportamiento de los sujetos que aprenden para adoptar el aprendizaje móvil, sin embargo, las influencias sociales, especialmente la imagen social y la norma subjetiva, también juegan un papel relevante en este aspecto, mientras que la innovación personal no se consideró un factor principal, aunque tiene algunas influencias indirectas. Los investigadores destacan que estudios futuros podrían confirmar si los factores influyentes que mostraron resultados positivos permanecen iguales y en los mismos niveles en todas las culturas y en diferentes países, ya que factores como el costo, la penetración en el mercado de los dispositivos y las creencias y valores educativos pueden alterar el papel que desempeñan las funciones pedagógicas, sociales y personales, además indican que, las diferencias en la percepción pueden medirse en diferentes contextos educativos, teniendo en cuenta actividades específicas de aprendizaje móvil, el panorama futuro de las creencias sobre el uso del aprendizaje móvil en la educación superior no solo estará conformado por los avances tecnológicos y pedagógicos, sino también por la próxima generación de estudiantes de educación superior que tienen cada vez más probabilidades de haber experimentado el aprendizaje móvil como parte de su nivel educación primaria y secundaria.

La investigación de Fombona, Pascual y González (2017), que combinó realidad aumentada con *m-learning*, se complementa con un análisis cualitativo de sesenta y siete producciones científicas sobre estos descriptores, destacado cinco temas a tener en cuenta: conceptualización del fenómeno, desarrollo de nuevas metodologías, motivación, deslocalización espacial e implementación en áreas temáticas. Se requiere más investigación y nuevas contribuciones para la búsqueda continua de métricas y enfoques comúnmente acordados para medir y reflexionar

sobre la eficacia de tales intervenciones. Sin detalles descriptivos ampliamente comparables de lo que puede implicar cada intervención en torno a cómo se configuró el *m-learning*, la pedagogía subyacente de las matemáticas y cómo los sujetos que aprenden y sus maestros reconocen aquellos elementos que mejoran u obstaculizan los resultados educativos, seguirá siendo difícil avanzar hacia un despliegue amplio de estrategias basadas en este paradigma (Roberts, et al., 2019).

La adopción inicial de *m-learning* todavía está sujeta a incertidumbre, por lo tanto, se debe alentar a sus usuarios potenciales a buscar opiniones de diferentes investigadores para comprender el proceso de vinculación de dispositivos móviles a los procesos de aprendizaje; además, se ha detectado que factores como utilidad percibida, disfrute percibido, innovación percibida, material didáctico e influencia externa, no pueden ser ignorados durante una intervención; por lo tanto, es necesario un control efectivo de los factores que afectan significativamente el uso y aceptación del *m-learning* por parte de los estudiantes, lo que conduciría a que los usuarios dispuestos a experimentar con nuevas tecnologías tengan menos probabilidades de rechazarlo. (Chou, et al., 2019).

Se recomienda que se realicen más investigaciones comparativas sobre el aprendizaje móvil basado en evidencia disponible y en las intervenciones con TD, para el desarrollo amplio de una práctica y una política en torno a este paradigma; también se recomienda que la investigación que aborde el aprendizaje de los interesados y la construcción de puentes entre los interesados en las comunidades, la industria, las instituciones y el gobierno forme parte de un proceso de producción de conocimiento basado en evidencias disponibles (Isaacs, Roberts y Spencer; 2019). Como estudio futuro, también se pueden considerar varias construcciones teóricas y principios del marco iPAC para el *m-learning* innovador, por ejemplo, autenticidad, aprendizaje colaborativo, elección del estudiante también son parte integrante de los enfoques pedagógicos actuales en educación, que pueden apoyar tanto el currículo cruzado como los enfoques específicos de disciplina para el desarrollo profesional de educadores en *m-learning* cuando se incluyen elementos relevantes de dominios específicos de disciplina relacionados para diseñar o evaluar prácticas (Koenraad, 2019).

Conclusiones

La tecnología móvil ofrece nuevas oportunidades educativas, como el aprendizaje situado y contextualizado, aumentando la realidad con una superposición de información virtual, contribuyendo a recursos de aprendizaje compartidos, utilizando el conjunto de herramientas de aplicaciones y sensores, y personalizando dispositivos de aprendizaje. Para potencializar estos recursos de aprendizaje, se necesita una investigación sustantiva y un desarrollo profesional docente relevante. El *m-learning* es una innovación educativa relativamente nueva y el uso de tecnología móvil uno a uno ofrece un potencial importante para favorecer las prácticas en el aula y, así, atender las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, por lo que este estudio contribuye a construir el cuerpo de trabajo necesario sobre este enfoque.

De acuerdo con resultados de investigación recientes, se observa que entre los principales obstáculos del *m-learning* se encuentran el escaso entendimiento de la aceptación de esta tecnología, para lo cual se han usado modelos como el TAM o el UTAUT (Wang, 2013; Abdullah y Ward, 2016; Nikou y Economides, 2017; Sánchez, Migueláñez y García, 2017; Al-Emran, Mezhuyev y Kamaludin, 2018; Wai, et al., 2018); también se menciona la infraestructura como un problema importante, causado principalmente por la falta de recursos financieros para adquirir y mantener la tecnología, en el entendido que una infraestructura deficiente afecta el acceso a los recursos de aprendizaje (Roberts y Spencer, 2019), y la falta de una política clara que deban considerar las instituciones para satisfacer la creación y divulgación, así como el acceso, uso y la reutilización de objetos de aprendizaje a disposición, con el fin de democratizar el contenido abierto que se proyecte en experiencias exitosas de corto plazo debido al contenido gratuito actual en internet al. que se puede acceder desde dispositivos móviles (Tabuena, 2015; Cardoso y Abreu, 2019).

De acuerdo con Briz, et al., (2017), se deben orientar esfuerzos investigativos futuros con el objetivo de conocer qué beneficios y desventajas se producen y, de esta manera, poder alentar el uso de dispositivos móviles y aplicaciones para el

aprendizaje con base en evidencias y luego contribuir a la innovación en el área particular de educación; además, se recomienda comparar los datos recopilados mediante el uso de diferentes subgrupos, como el perfil, la edad o el género, para analizar el impacto de estas variables externas en el modelo. En síntesis, la comprensión de los elementos que motivan el uso de nuevas tecnologías podría mejorar la calidad del proceso de aprendizaje y permitir a los sujetos que aprenden beneficiarse de sus posibles usos pedagógicos e instructivos y promover la adopción de estos recursos originales como formas innovadoras para enseñar y aprender.

Referencias

- Abdullah, F., & Ward, R. (2016). Developing a General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors. *Computers in Human Behavior*, 56, 238-256. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.11.036>
- Andersson, A. (2008). Seven major challenges for e-learning in developing countries: Case study eBIT, Sri Lanka. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 4 (3), 45-62
- Al-Emran, M., Mezhyuev, V., & Kamaludin, A. (2018). Technology Acceptance Model in M-learning context: A systematic review, 125, 389-412. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.008>
- Alhunaiyyan, A., Alhajri, R. A., & Al-Sharhan, S. (2016). Prospects and Challenges of Mobile Learning in Kuwait. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 30(2), 279-289. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2016.12.001>
- Aliaño, Á. M., Hueros, A. D., Franco, M. G., & Aguaded, I. (2019). Mobile learning in university contexts based on the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT). *Journal of New Approaches in Educational Research*, 8(1), 7-17. <https://doi.org/10.7821/naer.2019.1.317>
- Ballesteros, V., Lozano, S., & Rodríguez, O. (2020). Noción de aproximación del área bajo la curva utilizando la aplicación Calculadora Gráfica de GeoGebra. *Praxis & Saber*, 11(26), e9989. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n26.2020.9989>
- Ballesteros, V. A., Rodríguez-Cardaso, O. I., Lozano-Forero, S., & Nisperuza-Toledo, J. L. (2020). El aprendizaje móvil en educación superior: una experiencia desde la formación de ingenieros. *Revista Científica*, 38(2), 1-9. <https://doi.org/10.14483/23448350.15214>
- Behera, S. K. (2013). E- and M-Learning: A comparative study. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 4(3), 65-78

- Bere, A., & Rambe, P. (2019). Understanding Mobile Learning Using a Social Embeddedness Approach: A Case of Instant Messaging. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 15(2), 132-153
- Briz-Ponce, L., Pereira, A., Carvalho, L., Juanes-Méndez, J. A., & García-Peñalvo, F. J. (2017). Learning with mobile technologies—Students' behavior. *Computers in Human Behavior*, 72, 612-620. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.027>
- Callejas-Cuervo, M., Martínez-Tejada, L., & Alarcón-Aldana, A. (2017). Emotion recognition techniques using physiological signals and video games -Systematic review-. *Revista Facultad de Ingeniería*, 26(46), 19-28. <https://doi.org/10.19053/01211129.v26.n46.2017.7310>
- Camacho, J., Chamorro, C., Sanabria, J., Caicedo, N., & García, J. (2017). Implementation of o Service-Oriented Architecture for Applications in Physical Rehabilitation. *Revista Facultad de Ingeniería*, 26(46), 113-121. <https://dx.doi.org/10.19053/01211129.v26.n46.2017.7323>
- Cardoso, T., & Abreu, R. (2019). Mobile Learning and Health Education: How Students of Biomedical Laboratory Sciences Use Their Mobile Devices?. En *15th International Conference Mobile Learning*, Utrecht, Netherland, 35-41. https://doi.org/10.33965/ml2019_201903I005
- Cavanaugh, C., Hargis, J., Kamali, T., & Soto, M. (2013). Substitution to augmentation: faculty adoption of iPad mobile learning in higher education. *Interactive Technology and Smart Education*, 10(4), 270-284. <https://doi.org/10.1108/itse-01-2013-0001>
- Chou, C. M., Shen, C. H., Hsiao, H. C., Shen, T. C., & Shen, T. C. (2019). An Investigate of Influence Factor for Tertiary Students' M-Learning Effectiveness: Adjust Industry 4.0 & 12-Year Curriculum of Basic Education. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 6(2), 66-76. <https://doi.org/10.17220/ijpes.2019.02.007>
- Cochrane, T. (2012). Secrets of mlearning failures: confronting reality. *Research in Learning Technology*, 20, 123-134. <https://doi.org/10.3402/rlt.v20i0.19186>
- Cochrane, T. (2013). M-learning as a catalyst for pedagogical change. En *Handbook of mobile learning* (eds. Berge, Z., & Muilenburg, L.). <https://doi.org/10.4324/9780203118764.ch22>
- Crompton, H. & Burke, D. (2015). Research trends in the use of mobile learning in mathematics. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 7(4), 1-15. <https://doi.org/10.4018/IJMBL.2015100101>
- Feser, J. (2014). mLearning Is Not e-Learning on a Mobile Device. En *Mastering Mobile Learning* (eds. C. Udell and G. Woodill). <https://doi.org/10.1002/9781119036883.ch5>
- Fombona, J., Pascual-Sevillana, Á., & González-Videgaray, M. (2017). M-learning and augmented reality: A review of the scientific literature on the WoS Repository. *Comunicar. Media Education Research Journal*, 52, 63-72. <https://doi.org/10.3916/C52-2017-06>
- Fu, S. J. (2013). ICT in Education: A Critical Literature Review and Its Implications. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 9(1), 112-125

- Gal, A. (2019). Fifth Graders' Perceptions of Mobile Phones and GIS Technology. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(1), 81-89. <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i1.16246>
- Gupta, B., & Koo, Y. (2010). Applications of Mobile Learning in Higher Education: An Empirical Study. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 6(3), 75-87. <https://doi.org/10.4018/jicte.2010070107>
- Hanbidge, A. S., Sanderson, N., & Tin, T. (2015). Using Mobile Technology to Enhance Undergraduate Student Digital Information Literacy Skills: A Canadian Case Study. *IAFOR Journal of Education*, 3(SE), 108-121. <https://doi.org/10.22492/ije.3.se.07>
- Hao, S., Dennen, V. P., & Mei, L. (2017). Influential factors for mobile learning acceptance among Chinese users. *Educational Technology Research and Development*, 65(1), 101-123. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9465-2>
- Ibrahim, A. A., & Kadiri, G. C. (2018). Integrating Mobile Phones in Teaching Auditory and Visual Learners in an English Classroom. *English Language Teaching*, 11(12), 1-10. <https://doi.org/10.5539/elt.v11n12p1>
- Ifeanyi, I. P., & Chukwuere, J. E. (2018). The impact of using smartphones on the academic performance of undergraduate students. *Knowledge Management & E-Learning*, 10(3), 290-308. <https://doi.org/10.34105/j.kmel.2018.10.017>
- Isaacs, S., Roberts, N., & Spencer-Smith, G. (2019). Learning with mobile devices: A comparison of four mobile learning pilots in Africa. *South African Journal of Education*, 39(3), e1656. <https://doi.org/10.15700/saje.v39n3a1656>
- Jelatu, S., Kurniawan, Y., Kurnila, V. S., Mandur, K., & Jundu, R. (2019). Collaboration TPS Learning Model and m-Learning Based on Android for Understanding of Trigonometry Concepts with Different Cognitive Style. *International Journal of Instruction*, 12(4), 545-560. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12435a>
- Joo-Nagata, J., Martinez-Abad, F., García-Bermejo Giner, J., & García-Peñalvo, F. (2017). Augmented reality and pedestrian navigation through its implementation in m-learning and e-learning: Evaluation of an educational program in Chile. *Computers & Education*, 111, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.003>
- Karimi, S. (2016). Do learners' characteristics matter? An exploration of mobile-learning adoption in self-directed learning. *Computers in Human Behavior*, 63, 769-776. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.06.014>
- Koenraad, T. (2019). Pedagogical frameworks and principles for mobile (language) learning to support related teacher education. *CALL and complexity—short papers from EUROCALL 2019*, 38, 229-239. <https://doi.org/10.14705/rpnet.2019.38.1014>
- Kumar Basak, S., Wotto, M., & Bélanger, P. (2018). E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis. *E-Learning and Digital Media*, 15(4), 191-216. <https://doi:10.1177/2042753018785180>

- Lim, G., Shelley, A., & Heo, D. (2019). The regulation of learning and cocreation of new knowledge in mobile learning. *Knowledge Management & E-Learning*, 11(4), 449-484. <https://doi.org/10.34105/j.kmel.2019.11.024>
- Mbougou Mouyabi, J. (2012). E-learning and m-learning: Africa's search for a suitable concept in the era of cloud computing?, *Word Academy of Science, Engineering and Technology*, 6(5), 784-790
- Millán-Rojas, E., Gallego-Torres, A., & Chico-Vargas, D. (2016). Simulación de una red Grid con máquinas virtuales para crear un entorno de aprendizaje de la computación de alto desempeño. *Revista Facultad de Ingeniería*, 25(41), 85-92
- Navarro, C. X., Molina, A. I., & Redondo, M. A. (2016). Factors influencing students' acceptance in m-learning: A literature review and proposal of a taxonomy. En *International Symposium on Computers in Education*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/siie.2016.7751840>
- Nikou, S. A., & Economides, A. A. (2017). Mobile-Based Assessment: Integrating acceptance and motivational factors into a combined model of Self-Determination Theory and Technology Acceptance. *Computers in Human Behavior*, 68, 83-95. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.020>
- Norris, C., Hossain, A., & Soloway, E. (2013). Supplemental versus essential use of computing devices in the classroom: An analysis. En *Reshaping Learning* (321-340). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32301-0_14
- Oloruntoba, R. (2006). Mobile Learning Environments: A Conceptual Overview. En *Learning on the Move: Proceedings of the Online Learning and Teaching Conference*, Australia
- O'Malley, C., Vavoula, G., Glew, J. P., Taylor, J., Sharples, M., Lefrere, P., & Waycott, J. (2005). *Guidelines for learning/teaching/tutoring in a mobile environment*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00696244/>
- Phiri, C. A., Foko, T., Mahwai, N., (2014). Evaluation of a pilot project on information and communication technology for rural education development: A Cofimvaba case study on the educational use of tablets. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 10 (4), 60-79
- Polsani P (2003) Network learning. En *Mobile Learning Essay on Philosophy, Psychology and Education* (ed. Nyinri, K.), 139-150
- Quinn, C. (2000). *Mlearning mobile, wireless, in your pocket learning*. <http://www.linezine.com/2.1/features/cqmmwiyp.htm>
- Roberts, N. & Spencer-Smith, G., (2019). A modified analytical framework for describing m-learning (as applied to early grade Mathematics). *South African Journal of Childhood Education*, 9(1), a532. <https://doi.org/10.4102/sajce.v9i1.532>
- Roberts, N., Spencer-Smith, G., Vänskä, R. & Eskelinen, S., (2015). From challenging assumptions to measuring effect: Researching the Nokia Mobile Mathematics Service in South Africa. *South African Journal of Education* 35(2), 1-13. <https://doi.org/10.15700/saje.v35n2a1045>

- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., & García-Peñalvo, F. J. (2017). MLearning and pre-service teachers: An assessment of the behavioral intention using an expanded TAM model. *Computers in Human Behavior*, 72, 644-654. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.061>
- Sanderson, N., & Hanbidge, A. S. (2017). Educators Adopting M-Learning: Is It Sustainable in Higher Education?. *International Association for Development of the Information Society*
- Shamsi, A. F., Altaha, S., & Gilanlioglu, I. (2019). The Role of M-Learning in Decreasing Speaking Anxiety for EFL Learners. *Online Submission*, 2(1), 276-282. <https://doi.org/10.32996/ijllt.2019.2.1.34>
- Shuja, A., Qureshi, I. A., Schaeffer, D. M., & Zareen, M. (2019). Effect of m-learning on students' academic performance mediated by facilitation discourse and flexibility. *Knowledge Management & E-Learning*, 11(2), 158-200. <https://doi.org/10.34105/j.kmel.2019.11.009>
- Syaimar, C. P. & Sutiarsa, S. (2018). Study anywhere and anytime, not necessarily in class. *International Journal of Technology in Education and Science*, 2(1), 35-39
- Tabuenca, B., Kalz, M., Drachler, H., & Specht, M. (2015). Time will tell: The role of mobile learning analytics in self-regulated learning. *Computers & Education*, 89, 53-74. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.004>
- Tondeur, J., van Keer, H., van Braak, J., Valcke, M. (2008). ICT integration in the classroom: Challenging the potential of a school policy. *Computers & Education*, 51 (1), 212-223. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.05.003>
- Traxler, J., (2009). Learning in a mobile age. *International Journal of Mobile and Blended Learning* 1(1), 1-12. <https://doi.org/10.4018/jmbi.2009010101>
- Valeeva, N., Pavlova, E. B., & Zakirova, Y. L. (2019). M-Learning in Teaching ESP: Case Study of Ecology Students. *European Journal of Contemporary Education*, 8(4), 920-930. <https://doi.org/10.13187/ejced.2019.4.920>
- Wai, I. S. H., Ng, S. S. Y., Chiu, D. K. W., Ho, K. K. W., & Lo, P. (2018). Exploring undergraduate students' usage pattern of mobile apps for education. *Journal of Librarianship and Information Science*, 50(1), 34-47. <https://doi.org/10.1177/0961000616662699>
- Wang, T. S. (2013). Design and assessment of joyful mobile navigation systems based on TAM and integrating learning models applied on ecological teaching activity. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 9(2), 201-212. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2013.9210a>
- Wilkinson, K., & Barter, P. (2016). Do mobile learning devices enhance learning in higher education anatomy classrooms? *Journal of Pedagogic Development*, 6(1), 14-23
- Zhang, J., Chang, C., & Zhou, P. (2015). Factors affecting the acceptance of mobile devices in the classroom. *Educational innovation through technology*, 2015, 294-298. <https://doi.org/10.1109/EITT.2015.67>
- Zayed, J. (2019). Mobile Learning: Unlocking the Potentials for Female Education in KSA. *Online Submission*, 4(3), 167-178. <https://doi.org/10.21276/sjhss.2019.4.3.3>