

Hacia nuevos horizontes educativos: aprendiendo con dispositivos móviles

Marcela López Huera¹, David Narváez Erazo^{1*}

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra

*Autor para correspondencia: ldnarvaez@pucesi.edu.ec

Recibido: 2023/6/02

Aprobado: 2024/4/30

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i30.909>

RESUMEN

Esta investigación examinó los efectos del uso de dispositivos móviles en el desempeño y actitud de un grupo de estudiantes de Bachillerato en la asignatura de Matemática bajo el enfoque de aprendizaje móvil M-Learning. Se aplicó un diseño de investigación cuasi experimental en el que se cotejaron dos entornos de aprendizaje distintos. Los participantes fueron estudiantes de primer año de Bachillerato, asignados con un muestreo intencional a los grupos de control y experimental. Al grupo de control se le proporcionó una enseñanza tradicional y al grupo experimental se le enseñaron las mismas lecciones utilizando fichas de actividades de aprendizaje móvil que permitieron la integración de sus propios dispositivos tecnológicos portables. El grupo experimental aprendió mediante la autorregulación de conceptos. Los resultados mostraron que los estudiantes que se enfrentaron al aprendizaje combinado, incluido el aprendizaje móvil como herramienta complementaria en el proceso de aprendizaje de Matemática, lograron mejores resultados que los estudiantes expuestos a la educación tradicional presencial. Además, los resultados revelaron, a través del inventario de actitudes matemáticas, la satisfacción general de los estudiantes con la asignatura, mostrando un incremento en sus destrezas actitudinales. De esta manera, se resalta el avistamiento de nuevos horizontes: aprender con dispositivos móviles.

Palabras clave: *M-Learning*, aprendizaje móvil, dispositivos móviles, matemática, tecnología

ABSTRACT

This research showed the effects of the use of mobile devices on the performance and attitude of a group of high school students in the subject of Mathematics under the mobile learning approach, "M-Learning". A quasi-experimental research design was applied in which two learning environments were compared; the participants were first-year high school students. They were intentionally assigned to either a control or experimental group. The control group was given traditional instruction, while the experimental group was taught the same lessons using mobile learning activity cards. These cards allowed for the integration of portable technology devices. The experimental group learned through self-regulation of concepts. The results showed that students who were exposed to blended learning, including mobile learning as a complementary tool in the math learning process, achieved better results than students exposed to traditional face-to-face education. In addition, the results revealed, through the inventory of mathematical attitudes, the general satisfaction of the students with the subject, increasing their attitudinal skills, thus highlighting the sighting of new limits: learning with mobile devices.

Keywords: M-learning, mobile learning, mobile devices, mathematics, technology

Marcela López Huera  orcid.org/0000-0002-1137-613X

David Narváez Erazo  orcid.org/0009-0004-2758-6360



INTRODUCCIÓN

En la vida diaria, cada vez se hacen presentes los dispositivos móviles con mayor frecuencia; en Ecuador, un país con 18 millones de habitantes, el 88.4 % de la población tiene acceso a una conexión en red mediante su dispositivo móvil, lo cual equivale a 15.91 millones de habitantes. La población entre los 13 y 24 años representa el 20.7 % de la totalidad, grupo etario predominante en el que se localizan principalmente los estudiantes de secundaria y universitarios (Yi Min Shum, 2022).

Es por ello que la tecnología móvil es el campo de estudio emergente en cuanto a tecnología educativa. Diversos estudios, como los realizados por Wang y Jou (2020a) y Nikolopoulou (2021a, 2021b) señalan que la introducción de actividades de aprendizaje móvil tiene un impacto beneficioso en el desempeño académico de los estudiantes, pues se obtuvo una percepción favorable al emplear dispositivos móviles en su aprendizaje. La metodología *flipped classroom* o aula invertida ha experimentado un notable avance al integrar dispositivos móviles, destacando especialmente la portabilidad que estos ofrecen. La capacidad de acceder a contenidos educativos desde dispositivos como los teléfonos móviles brinda una flexibilidad significativa a los estudiantes (Wang y Jou, 2020).

Por otra parte, si bien es cierto que la Matemática es una asignatura que tiene una amplia aplicación en diferentes ramas, ingeniería, ciencias, negocios, informática, entre otras, normalmente se percibe como la principal fuente de fracaso en la vida estudiantil, ya que involucra ideas abstractas y difíciles, según los aprendices. La investigación de Panagiota y Areti (2020), titulada "The Effectiveness of Using Mobile Learning Methods in Geometry for Students with Different Initial Mathematical Performance" (La efectividad del uso de métodos de aprendizaje móvil en geometría para estudiantes con diferente rendimiento matemático inicial), ya subrayó hace muchos años la necesidad de hacer uso de la tecnología como una herramienta digital que puede acelerar el desarrollo del pensamiento matemático.

En este contexto, se hace referencia a la generación orientada a la tecnología, y específicamente a los estudiantes que han crecido inmersos en la tecnología digital desde su nacimiento. Los dispositivos móviles forman parte de la cotidianidad de las personas, y aún más de los estudiantes, tanto dentro como fuera de su entorno estudiantil y, por tanto, deben ser parte de su educación informal.

A la luz de diversos autores, enseñar matemática siguiendo un enfoque tradicional ya no es suficiente (Li y Schoenfeld, 2019); en consecuencia, toma auge el concepto *M-Learning*, "*mobile learning*" o "aprendizaje móvil", el cual denota el aprendizaje que implica la utilización de un dispositivo móvil, como tabletas y teléfonos inteligentes, para obtener materiales de aprendizaje a través de aplicaciones móviles, interacciones sociales y centros educativos en línea, aprovechando la principal característica que estos dispositivos ofrecen: la movilidad. Esta nueva modalidad ha incursionado con el lema de aprender cuando quiera (autonomía) y donde quiera (ubicuidad) (Hussin et al., 2015).

En virtud de ello, este trabajo se enfoca en la problemática de la ausencia de aprendizajes de matemática en estudiantes de primer año de Bachillerato de una institución pública del Ecuador, fundamentada en situaciones que limitan el alcance de estos, tales como un bajo desempeño académico, dificultad de adaptación postpandemia y poca motivación para la asignatura. Se plantea así la interrogante principal de la disertación: ¿hay algún cambio en el rendimiento o actitud hacia

la matemática cuando se realizan actividades de aprendizaje móvil (*M-Learning*)?, abordando la hipótesis de que la aplicación del enfoque *M-Learning* influye positivamente en el aprendizaje de matemática en los estudiantes del Bachillerato.

La necesidad de evaluar la eficacia del uso de dispositivos móviles en el proceso educativo se hace evidente a través del enfoque de aprendizaje combinado *M-Learning*, que promete resultados alentadores (Aisyah et al., 2022); se percibe que el aprendizaje móvil trasciende en la construcción del conocimiento en cuestión de tiempo y lugar, mejorando la calidad de la educación, proporcionando valiosos aportes al docente y al estudiante e impulsando a su vez la obtención de la alfabetización digital (Chen, 2022). La incorporación de los dispositivos móviles en el ámbito educativo significa ampliar los horizontes en cuanto a la "forma de concebir el conocimiento", es decir, el alcance de las destrezas con criterios de desempeño iría más allá de lo aprendido en horas de clase, pues se combinan las mejores características del aula invertida con la herramienta que el estudiante tiene "a la mano", llegando a acceder a un material educativo ubicuo a través de plataformas o aplicaciones innovadoras.

MÉTODOS

Tipo de Investigación

A fin de evaluar la efectividad del aprendizaje móvil, esta investigación utilizó un diseño cuasi experimental con pre-test y pos-test, segmentación de grupos de control y experimental, comparando dos entornos de aprendizaje diferenciados. También se llevó a cabo un diseño de investigación de tipo descriptivo, aplicando un inventario de actitudes matemáticas para medir la percepción de los participantes antes y después de la experimentación. En este estudio intervinieron estudiantes de Bachillerato de una institución pública de Ecuador, previa autorización del centro investigativo y con consentimiento de sus padres o tutores. Los miembros de los dos grupos fueron segmentados en función de sus calificaciones quimestrales y la prueba previa o pre-test, a fin de obtener grupos homogéneos.

El objetivo se focalizó en la perspectiva de los estudiantes durante el proceso experimental; no obstante, las experiencias individuales, la personalidad, la capacidad cognitiva y los conocimientos previos pueden ser factores desencadenantes en el desempeño académico de las personas (Shi y Qu, 2021). La pregunta de investigación planteada responde a un estudio netamente relacionado con el rendimiento académico y las actitudes de los estudiantes.

Enfoque de Investigación

Se aplicó un enfoque mixto; Dawadi et al., (2021) definen la investigación de método mixto como un método de investigación complementario a los enfoques de investigación cuantitativos y cualitativos tradicionales, presentándose así como una opción idónea para atender las necesidades cada vez más complejas de la investigación en curso.

Población

En el desarrollo de la investigación, la selección de la muestra se sustentó en la consideración de la población de interés, constituida por las instituciones educativas rurales del cantón Urququí. Con el propósito de enfocar el estudio y asegurar la representatividad, se establecieron criterios de exclusión en la población, incorporando factores como

accesibilidad, restricciones demográficas, participación voluntaria y experiencia previa. La población accesible, en este contexto, consistió en 82 estudiantes de Bachillerato pertenecientes a la única institución educativa de la parroquia rural seleccionada. Esta elección se basó en la exclusividad de la institución en el ámbito geográfico y en la viabilidad logística para llevar a cabo la investigación; con un nivel de confianza equivalente al 90 % y un margen de error del 10 %, la muestra final estuvo compuesta por 38 estudiantes de Bachillerato, cuyas edades oscilaron entre los 15 y 18 años.

La información demográfica y de conciencia tecnológica de toda la población se recopiló a través de una encuesta de hábitos de uso de dispositivos móviles, en la cual el 97 % de la población confirmó que dispone de un dispositivo móvil propio, mientras que el 3 % no cuenta con uno; sin embargo, esta minoría sí tiene acceso a la tecnología móvil a través de equipos pertenecientes a sus familiares. En lo que respecta al tiempo dedicado al dispositivo móvil, más de la mitad de los estudiantes afirmaron que pasan entre cuatro y cinco horas con su equipo móvil (51 %), un 25 % le dedica entre dos y cuatro horas, el 16 % lo hace por más de cinco horas y un 8 % le dedica menos de dos horas.

En relación con el conocimiento y uso de aplicaciones educativas, es notable que el 89 % de los participantes declaró en la encuesta de hábitos de uso de dispositivos móviles no tener conocimiento de ellas, asignándose calificaciones de “nulo” y “casi nulo” en la escala de Likert, que abarcó valores de 0 a 5. Un 5 % indicó tener habilidades de nivel regular, mientras que apenas un 6 % consideró poseer un buen manejo y conocimiento de juegos en el ámbito educativo. Estos resultados revelaron la limitada familiaridad con el e-learning que tenían los participantes antes de la intervención experimental, a pesar de reconocer la importancia de aprender con sus dispositivos.

Instrumentos

Con fundamento en el pre-test y la revisión cuantitativa de las calificaciones de los estudiantes durante el primer quimestre, periodo comprendido entre septiembre y febrero, se procedió a efectuar una estratificación, la cual consistió en separar a la población en dos grupos: experimental y de control, de tal manera que fuesen lo más homogéneos posibles. El grupo experimental recibió intervenciones mediante fichas de trabajo y guías personalizadas, siguiendo un marco referencial de actividades M-Learning utilizando sus teléfonos inteligentes durante 8 sesiones en un lapso de un mes. El grupo de control recibió la guía tradicional y tareas encaminadas hacia los mismos objetivos de aprendizaje.

Encuesta sobre hábitos de uso de dispositivos móviles

Antes de ejecutar todo el procedimiento cuasi experimental, se aplicó esta herramienta dirigida a los estudiantes, con el objetivo de recolectar información específica de la población seleccionada, que responda a una de las interrogantes de investigación: ¿qué tipo de funcionalidades en cuanto al manejo de dispositivos móviles conocen los estudiantes de Bachillerato del centro de investigación seleccionado? En la información obtenida gracias a la encuesta se observa que los adolescentes demuestran un dominio destacado en el manejo de sus dispositivos móviles, especialmente en lo que respecta a actividades interactivas, sobre todo videojuegos. Sin embargo, se advierte una discrepancia significativa cuando se trata de aplicar esas habilidades en actividades académicas, en las que su nivel de destreza es más limitado.

Inventario de actitudes matemáticas

Instrumento adaptado del modelo propuesto por Pedrosa Jesús (2020), referido a las competencias actitudinales que, mediante un cuestionario de 25 ítems con Escala de Likert, midió las variables de percepción hacia la asignatura a través de cinco dimensiones: utilidad, ansiedad, agrado, motivación y confianza.

Pre y Pos-Test

Para el análisis de los componentes conceptuales y procedimentales, se utilizó un pre test y un pos-test sobre matemática para primer año de Bachillerato, los cuales permitieron recabar información acerca del conocimiento previo de los sujetos de investigación y los resultados posteriores a la aplicación del *M-Learning*.

Las evaluaciones pre y pos-test se diseñaron para analizar las macrodestrezas matemáticas, abordando los tres bloques curriculares esenciales: álgebra y funciones, geometría y medida, y estadística y probabilidad. La evaluación conceptual englobó el conocimiento de la teoría matemática, propiedades y símbolos, mientras que la destreza procedimental se centró en la aplicación de algoritmos y cálculos. La prueba se estructuró para abordar temas específicos, como la representación de funciones lineales y cuadráticas, simetrías, paridad, valor absoluto, inecuaciones, así como vectores en el plano con sus operaciones y la distancia entre dos puntos, junto con técnicas de conteo, espacio muestral, gráficas y probabilidad. Este enfoque integral permitió medir las destrezas conceptuales y procedimentales de los estudiantes en el ámbito matemático, conforme a los lineamientos curriculares vigentes del Bachillerato General Unificado del Ministerio de Educación del Ecuador.

La fiabilidad de los instrumentos de esta investigación se apoyó en la validación por pares académicos, juicio de expertos, triangulación y coeficiente Alfa de Cronbach.

Prueba “T” para muestras independientes

Este procedimiento es una prueba de hipótesis estadística inferencial, lo que significa que utiliza muestras para sacar conclusiones sobre las poblaciones, las cuales, a simple vista, no se podrían notar (Prueba T para muestras independientes en SPSS, 2018). Se utilizó para comparar los promedios de los dos grupos y, con ello, determinar si la media fue o no significativamente diferente.

Procedimiento

Uno de los propósitos de utilizar la tecnología móvil en el aprendizaje es “hacer que la experiencia sea personalizada”, estableciendo un punto de inflexión entre los recursos virtuales y el estilo de aprendizaje de cada estudiante (Aguilar et al., 2018). Es por ello que, en primer lugar, se aplicó la encuesta sobre hábitos de uso de dispositivos móviles en la población, la cual permitió identificar la conciencia digital de los participantes. Los resultados destacaron que la mayoría de los encuestados incorpora dispositivos móviles de forma regular en su rutina diaria. Sin embargo, la encuesta evidenció una diversidad considerable en términos de conocimientos y habilidades para el uso de aplicaciones educativas. Mientras un porcentaje significativamente reveló tener habilidades limitadas o nulas en estas herramientas, una minoría exhibió un manejo sólido en el ámbito educativo.

A continuación, se definió un diseño experimental, que se exhibe en la Figura 1, el cual empezó con la aplicación del inventario de actitudes hacia la matemática a la muestra de estudiantes previamente definida, que consistió en una encuesta para medir la percepción de los estudiantes de secundaria y universidad hacia la asignatura de Matemática. Más adelante, se llevó a cabo una prueba previa o pre-test y, con base en la revisión cuantitativa de las calificaciones de los estudiantes durante el primer quimestre, periodo comprendido entre septiembre y febrero, se procedió a efectuar una estratificación, con la que se separó a la población en dos grupos: experimental y de control, de tal manera que fuesen lo más homogéneos posibles, lo cual minimiza el margen de error en una investigación. Se define al grupo experimental como aquel que se expone al estímulo experimental, es decir al *M-Learning*, mientras que el grupo de control no se expone a la variable (Castro Adis, 2019).

El grupo experimental participó en actividades de aprendizaje colaborativo, cubriendo temas de álgebra, geometría y estadística (bloques curriculares definidos por el Ministerio de Educación del Ecuador), dos veces por semana durante el período de un mes. No se adoptó ningún tratamiento fuera del horario de clase para el grupo de control, pero se definieron los mismos objetivos de aprendizaje para este grupo.

La decisión de no aplicar intervenciones adicionales fuera del horario de clases al grupo de control se basó en la necesidad de mantener la imparcialidad y uniformidad en la participación de ambos grupos. Se comprendió que la disponibilidad y accesibilidad de los estudiantes podrían ser variables fuera de las horas habituales de clase. Con el propósito de asegurar un diseño experimental justo, se prefirió evaluar la eficacia del enfoque *M-Learning* en el grupo experimental sin introducir factores externos que pudieran afectar los resultados. Esta elección se hizo con el objetivo de reducir posibles sesgos y garantizar que cualquier disparidad en el rendimiento entre los grupos pudiera atribuirse directamente a la intervención específica llevada a cabo durante las clases regulares.

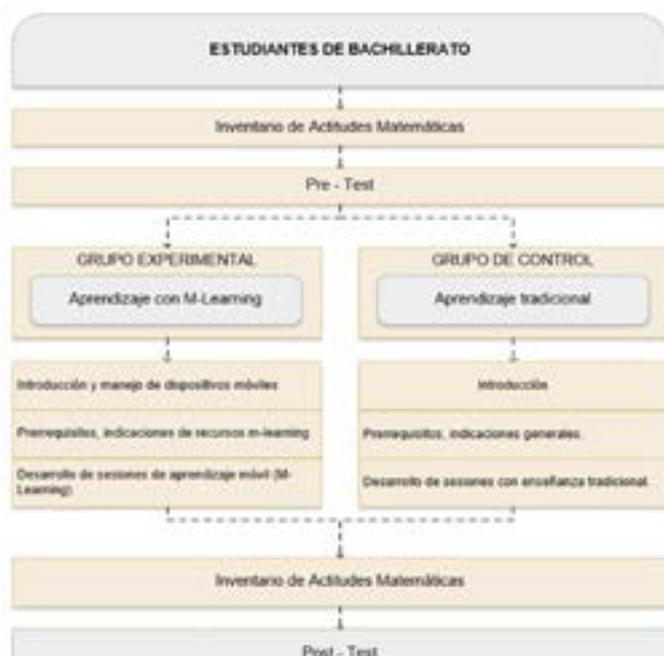


Figura 1. Diagrama del procedimiento experimental de la investigación
Nota: La Figura 1 indica el procedimiento que se siguió en la investigación, que inicia tomando en cuenta a toda la población, para luego dividirla en dos sub-grupos, con los cuales se experimentaron las variables definidas en este trabajo.

Numerosos estudios centrados en el uso de la tecnología en el aprendizaje móvil indican las mejores prácticas de integración de recursos y diseño de actividades de *M-Learning*. En esta investigación, se combinaron el modelo de aprendizaje móvil del Tecnológico de Monterrey de Chirino (2011), el marco propuesto por Boude Figueredo y Jiménez (2013), el marco integrador SAMR (Sustitución, Aumento, Modificación y Redefinición) de Rubén Puentedura, los retos en el diseño de recursos de aprendizaje móvil de Aguilar et al. (2018) y el marco integrador para el diseño de actividades de aprendizaje móvil de Sawaya y Putnam, especificado en la recopilación de Crompton y Traxler (2015). Así, se plantearon seis etapas, que se visualizan en la Figura 2:



Figura 2. Marco referencial para el diseño de actividades M-Learning
Nota: La Figura 2 describe el marco referencial que se utilizó para diseñar las actividades de M-Learning de esta investigación.

A partir de ello, se realizó una comparativa con los criterios de Gómez Ardila y Chacón González (2017), tales como categoría, sistema operativo, número de instalaciones y valoración de usuarios. Una vez aplicados los filtros, se obtuvo que las aplicaciones aptas son las siguientes: Smart Measure Telemeter, Measure Map, Geogebra, Survey Heart, Calculadora De Estadística, Kahoot y Padlet, las cuales fueron validadas y aprobadas por expertos.

Fue necesario un medio de instrucción para ayudar a los estudiantes a lograr el mejor resultado de aprendizaje, por lo que se desarrollaron fichas pedagógicas para cada una de las actividades planteadas, las cuales sirvieron de guía para su ejecución; en ellas se expuso la temática de la clase, los resultados de aprendizaje, las actividades específicas, los objetivos y el tiempo estimado.

Cada sesión con el grupo experimental tuvo una duración de 45 minutos, se utilizaron recursos y plataformas digitales como medio de difusión, mientras que con el grupo de control se desarrollaron actividades similares con el aprendizaje tradicional. Al finalizar las sesiones con los dos grupos, se les administró la prueba que midió cuantitativamente el rendimiento académico, y, de igual manera, el inventario de actitudes matemáticas, a fin de analizar si hubo variaciones de percepción después del experimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El principal objetivo de este estudio fue determinar si el enfoque *M-Learning* influye en el rendimiento o actitud hacia la Matemática, medidos por sus calificaciones en la prueba final y sus puntuaciones en el inventario de actitudes matemáticas.

La Tabla 1 muestra que el grupo experimental comenzó con una calificación media pre-test ligeramente superior ($\bar{X}=5,472$), en comparación con el grupo de control ($\bar{X}=5,472$) Existió una diferencia de 0,022 en el pre-test; no obstante, estadísticamente, tal diferencia es

despreciable, por lo que los grupos fueron bastante similares. La nota de prueba posterior para el grupo experimental fue ($\bar{X}=7,639$), mientras que para el grupo de control fue ($\bar{X}=6,125$). La diferencia entre la media de ambos grupos fue de $\Delta\bar{X}=1,514$, que es superior en comparación con la diferencia de la prueba previa.

Al analizar de manera individual los resultados obtenidos por cada grupo, se observa que la diferencia del grupo experimental entre el pre y el post-test fue de $\Delta x=2,167$, en comparación con el grupo de control, cuya diferencia fue de $\Delta x=0,675$.

Tabla 1. Resultados de pre y pos-test de los grupos de control y experimental

Escala cuantitativa	Grupo control (n=20)				Grupo experimental (n=18)			
	Pre-Test		Pos-Test		Pre-Test		Pos-Test	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
9,00-10,00	2	10	2	10	2	11,11	3	16,67
7,00-8,99	6	30	7	35	4	22,22	12	66,67
4,01-6,99	9	45	10	50	9	50	3	16,67
$\leq 4,00$	3	15	1	5	3	16,67	0	0
Media	5,450		6,125		5,472		7,639	

Nota: La Tabla 1 muestra los datos cuantitativos obtenidos al aplicar el instrumento de pre y pos-test

Como se indica en la Tabla 1, a partir de la comparación de medias de los dos grupos, la intervención realizada en este estudio sobre el grupo experimental ha mejorado el rendimiento de los estudiantes. Con el fin de medir las diferencias significativas de las medias de los dos grupos, se realizó una prueba T de muestras independientes para probar la hipótesis. Las estadísticas de muestras pareadas (Tabla 2) se calcularon utilizando el *software* SPSS, para lo cual se importaron las bases de datos de las respuestas obtenidas en los cuestionarios.

Tabla 2. Estadísticas de grupo

Prueba	Grupo	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Pre-Test	Control	20	5,450	2,0957	0,4686
	Experimental	18	5,472	2,1994	0,5184
Post-Test	Control	20	6,125	1,7311	0,3871
	Experimental	18	7,639	0,9363	0,2207

Nota: La Tabla 2 muestra las estadísticas de muestras pareadas de la prueba T para ambos grupos

Por su parte, en la Tabla 3 se presentan las estadísticas de la prueba de muestras independientes. La significancia bilateral en el pre-test arrojó un valor de 0,975, y, considerando que el valor de p propuesto fue de 0,5, se lee que 0,975 es mayor que 0,5; por lo tanto, no existen diferencias significativas entre las medias de ambos grupos, dato que ratifica la posición de que la segmentación fue homogénea y los estudiantes se encontraban en el mismo nivel de conocimiento. Por otra parte, al realizar el análisis del pos-test, la significancia bilateral fue de 0,002 asumiendo varianzas iguales; se expresa que 0,002 es menor que 0,5, por lo que, en este experimento, sí existen diferencias significativas respecto al antes y el después de aplicar el test.

Tabla 3. Resultados de la prueba de muestras independientes

Prueba F	Prueba de Levene de igualdad de varianzas	Prueba T para la igualdad de medias								
		Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95 % de intervalo de confianza de la diferencia		
								Inferior	Superior	
Pre-Test	Se asumen varianzas iguales	0,002	0,968	-0,032	36	0,975	-0,0222	0,6970	-1,4358	1,3914
	No se asumen varianzas iguales			-0,032	35,140	0,975	-0,0222	0,6988	-1,4407	1,3963
Pos-Test	Se asumen varianzas iguales	6,987	0,12	-3,299	36	0,002	-1,5139	0,4590	-2,4447	-0,5831
	No se asumen varianzas iguales			-3,398	29,836	0,002	-1,5139	0,4456	-2,4241	-0,6037

Nota: La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos al calcular la prueba T para la igualdad de medias

Partiendo del análisis estadístico de los datos recopilados al aplicar la prueba "T", se pudo evidenciar que, al comienzo del procedimiento, la media del grupo experimental fue ligeramente superior que la media del grupo de control. Después de la experimentación, se observó una mejora en las medias de ambos grupos; sin embargo, al analizar los incrementos, el grupo experimental tuvo un incremento superior frente al grupo de control. De ello se infiere que la aplicación de la metodología *M-Learning* proporcionó resultados satisfactorios en la unidad experimental, aunque no muy marcados, lo cual se validó con la prueba T.

Respecto al inventario de actitudes matemáticas, se analizaron las respuestas proporcionadas por los estudiantes que participaron en este estudio. Es importante recalcar que este documento se aplicó dos veces: la primera en la fase inicial, inmediatamente después de segmentar el grupo en las unidades de control y experimental, sin tratamiento alguno; y la segunda, después de haber realizado el procedimiento experimental. Las respuestas recabadas se sitúan en la escala de Likert con puntuaciones de 1 a 5; para ello, fue necesario invertir las respuestas de los criterios, que se encontraban redactados en sentido negativo, dando lugar a que la escala sea siempre en sentido positivo hacia la actitud (Pedrosa Jesús, 2020).

En la primera aplicación del inventario, la media se localizó entre 1,11 y 4,33 para el grupo experimental, y entre 1,25 y 4,25 para el grupo de control, constatándose así que ambos grupos se encontraban con una actitud similar hacia la asignatura, como se indica en la Figura 3.

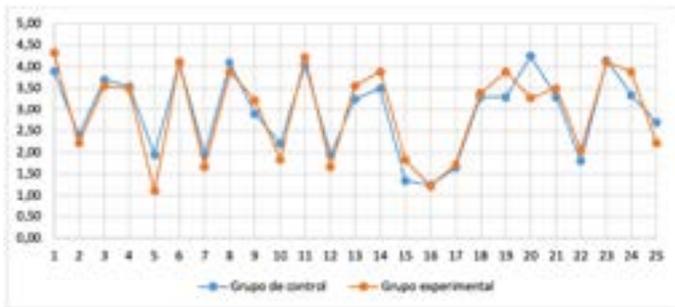


Figura 3. Media obtenida en la primera aplicación del inventario de actitudes matemáticas

Nota: La Figura 3 indica la media aritmética obtenida al aplicar el inventario de actitudes matemáticas en la fase inicial

Después de ejecutar el procedimiento experimental, se obtuvo la media que se indica en la Figura 4, en la cual se evidencia una variación entre los grupos; la unidad experimental se sitúa ligeramente por encima de la unidad de control, con un valor de 2,50 a 5,00 para el grupo de control y de 0,83 a 4,78 para el grupo experimental.

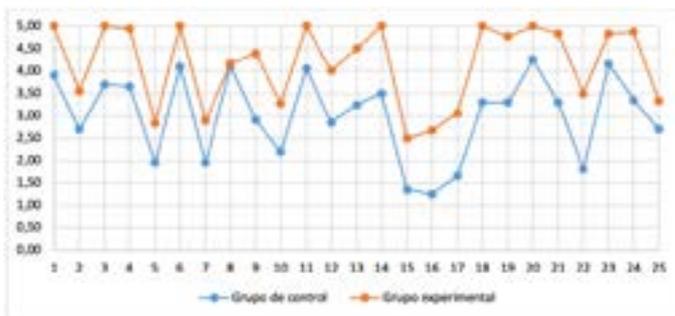


Figura 4. Media obtenida en la segunda aplicación del inventario de actitudes matemáticas

Nota: La Figura 4 indica la media aritmética obtenida al aplicar el inventario de actitudes matemáticas en la fase final

Por tanto, ¿hay algún cambio en el rendimiento o actitud hacia la Matemática cuando se realizan actividades de aprendizaje móvil (*M-Learning*)? Como resultado del estudio realizado, el cálculo de muestras pareadas indica que se acepta la hipótesis planteada; este hallazgo está alineado con los de otros investigadores, como El-Sofany y El-Haggar (2020), Demir y Akpınar (2018), y Martin y Ertzberger (2013), quienes aseguran que a través de actividades *M-Learning* se facilita la concentración de los estudiantes y se proporciona mayor flexibilidad de acceso a los servicios móviles para materiales de aprendizaje, potenciando así las habilidades de los estudiantes en el uso de la tecnología móvil para el aprendizaje electrónico.

A esta afirmación se añade que los estudiantes muestran actitudes positivas cuando logran resolver ejercicios de matemática, lo cual se evidencia en un aumento de la confianza en sí mismos, llegando a la conclusión de que podrían dominar la materia si se lo propusieran. Sobre la base de los criterios expuestos, es importante señalar, al igual que Mendezabal y Tindowen (2018) en su estudio "Improving students' attitude, conceptual understanding and procedural skills in differential Calculus through microsoft mathematics" (Mejorar la actitud de los estudiantes, la comprensión conceptual y las habilidades de procedimiento en cálculo diferencial a través de Microsoft Mathematics), que la percepción de los estudiantes cambió de forma positiva. Esto quiere decir que la actitud de los estudiantes respecto al uso de la tecnología en el aprendizaje de las Matemáticas mejoró después de

la implementación de las actividades basadas en la tecnología. Los estudiantes se interesaron más en aprender a través del uso de la tecnología y esto resultó en una mayor participación en el aprendizaje.

Sin embargo, considerando los resultados de la encuesta de hábitos de uso de dispositivos móviles, se observa que los estudiantes desconocen las múltiples cualidades que tienen sus equipos; pese a que le dedican un promedio de 4 a 5 horas diarias, durante ese tiempo hacen uso de funcionalidades como la interacción con redes sociales, mensajería, e incluso juegos, pero las actividades educativas ocupan el último lugar en cuanto a ejecución. Esta información resulta un tanto inquietante si se considera que la integración de las tecnologías de información y comunicación (TIC) es uno de los objetivos de aprendizaje para Bachillerato propuesto por el Ministerio de Educación.

A su vez, en países líderes en sistemas educativos, se promueve la implementación de la tecnología como parte del currículo. Tal es el caso de Indonesia, donde se utiliza Edutech —tecnología educativa que emplea *software* y *hardware* para ayudar a los estudiantes y maestros a aprender de manera más efectiva— (Cekindo, 2022); por su parte, Google Classroom es la plataforma digital predominante para la difusión de contenido educativo en programas canadienses (Davidson et al. 2018). El portal web 20 minutos (2018), en un artículo acerca del uso de móviles en diferentes países, señala que, en Singapur, los centros educativos no prohíben terminantemente el uso de celulares en el aula, pero sí imponen restricciones de uso; en Italia está permitido el uso de teléfonos móviles únicamente para fines didácticos, y la responsabilidad de ello recae en los profesores y el centro educativo; por su parte, en Bélgica se cuenta con proyectos piloto que permiten evaluar las potencialidades de los dispositivos dentro del aula, por lo que incluso se incentiva que cada estudiante lleve su propio móvil.

Como expresa Palalas (2013), es importante destacar que existen riesgos ineludibles al buscar la adopción del aprendizaje móvil: no abordar las necesidades a solventar, no considerar los recursos e infraestructuras disponibles, seguir una tendencia tecnológica sin considerar los objetivos de aprendizaje y, por último, no arriesgarse a la implementación de un enfoque innovador. Esta información coincide con lo expuesto por Yosiana et al. (2021) en su publicación "Mobile learning and its effectiveness in mathematics" (El aprendizaje móvil y su eficacia en las matemáticas), en la que señalan que la pantalla de los dispositivos móviles puede ser un obstáculo para la provisión de contenido legible. Sin embargo, es indiscutible que el aprendizaje móvil juega un papel clave en el logro de los objetivos educativos y que, al incorporarlos de forma efectiva, como por ejemplo, para el envío de mensajes cortos, fechas de exámenes, cuestionarios y videos, los dispositivos móviles son la mejor alternativa.

CONCLUSIONES

Los investigadores concluyen que las actividades de aprendizaje móvil contribuyeron significativamente al aprendizaje de Matemática, pues los estudiantes que recibieron actividades guiadas por el uso de dispositivos móviles obtuvieron niveles más elevados de desempeño (medidos por los incrementos de la prueba previa y posterior) que los estudiantes del grupo de control, que no recibieron el tratamiento experimental. Estos datos respaldan la hipótesis principal de que el *M-learning* tiene un efecto positivo en la enseñanza y el aprendizaje de Matemática.

Al mismo tiempo, estudios preliminares demuestran que el aprendizaje basado en dispositivos móviles puede mejorar el rendimiento escolar de los estudiantes, el compromiso y la motivación por aprender (Demir y Akpınar, 2018); asimismo, las aplicaciones interactivas de aprendizaje móvil perfeccionan las habilidades de resolución de problemas matemáticos (Saritas, 2022). Así, estas investigaciones exponen las ventajas de implementar el *M-Learning* y los resultados alentadores que podrían alcanzarse cuando toda la comunidad educativa haga un uso óptimo de las tecnologías. Este trabajo sugiere que el aprendizaje móvil resulta valioso tanto para los aprendices como para los profesores, ya que el proceso de aprender no se limita a un lugar en específico; esta metodología permite a los docentes personalizar las instrucciones, mientras que a los estudiantes los motiva a desarrollar sus habilidades tecnológicas y educativas, permitiéndoles autorregular su aprendizaje.

Por otro lado, la revisión de la literatura permitió obtener información acerca de posibles dificultades en el uso de la tecnología, por medio de estudios que indican que los dispositivos móviles son meramente distractores y que evidencian la presencia de obstáculos relacionados con la información digital del estudiante y su estilo de aprendizaje; Mohammadi et al. (2020) y Almaiah et al. (2020) identificaron posibles limitaciones para el *M-Learning*: (1) factores tecnológicos, (2) factores de calidad del sistema de aprendizaje electrónico, (3) aspectos culturales, (4) factores de autoeficacia y (5) factores de confianza. No obstante, los autores de esta investigación coinciden en que se debe reconocer que actualmente los equipos móviles integran el día a día de las personas y que se vuelve mandatorio hacerlos parte del aprendizaje, utilizando la innovación pedagógica y tecnológica. Por lo tanto, diseñar actividades que concilien y articulen las experiencias estudiantiles con los nuevos conceptos es el principal reto para una implementación exitosa.

Estudios posteriores podrían enfocarse en investigar con mayor profundidad los desafíos y los efectos adversos del uso del aprendizaje móvil en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que solo cuando se comprenden las debilidades se pueden proponer estrategias para mitigarlas. Se espera que los hallazgos de este estudio puedan proporcionar información relevante para los profesores y estudiantes de la asignatura de todos los niveles que estén considerando la posibilidad de enseñar o aprender de forma móvil, y se alienta a que los docentes o tutores continúen utilizando tecnologías móviles en constante evolución, no solo en el aula, sino también fuera de ella, en cualquier momento y en cualquier lugar, para ayudar a los estudiantes a prepararse para sus futuras carreras y vidas.

Falta poner: conflicto de intereses, agradecimientos, contribuciones y fuente de financiamiento.

Agradecimientos: Agradecemos a la UNIDAD EDUCATIVA CAHUASQUÍ por las facilidades brindadas para el desarrollo de la presente investigación (La investigación no es parte de algún proyecto ni recibió financiamiento alguno de la Unidad educativa)

Contribución de los autores: “Conceptualización”, López, Narváez; metodología, López, Narváez; análisis formal, López, Narváez ; investigación, López, Narváez ; recursos, López, Narváez ; curación de datos, López, Narváez; redacción y preparación del borrador original, López, Narváez ; redacción, revisión y edición López, Narváez. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del documento”.

Fuente de financiamiento: “Esta investigación no recibió financiamiento externo”

Conflicto de intereses: “Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

REFERENCIAS

- A20 minutos. (2018). *Así se regula en el mundo el uso de móviles en el aula*.
- Aguilar, G., Neri, L., Robledo-rella, V. y Noguez, J. (2018). *Implementación de recursos de aprendizaje móvil : una experiencia en física y matemáticas*.
- Aisyah, S., Afrizal, A. y Jakarta, U. N. (2022). *Research Trends in Mobile Learning : A Systematic Literature Review From 2011-2021*. 1(1), 49–61.
- Almaiah, M. A., Al-Khasawneh, A. y Althunibat, A. (2020). Exploring the critical challenges and factors influencing the E-learning system usage during COVID-19 pandemic. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5261–5280. <https://doi.org/10.1007/S10639-020-10219-Y/FIGURES/3>
- Boude Figueredo, O. y Jiménez, J. A. (2013). Estrategias de aprendizaje móvil, una propuesta teórica para su diseño. *XV Encuentro Internacional Virtual Educa Colombia 2013, July*.
- Castro Adis, G. (2019). *CONCEPTOS DE INVESTIGACION*. 20.
- Cekindo. (2022). *Edutech Indonesia: Opportunities and Challenges for Foreign Investors*. <https://www.cekindo.com/blog/edutech-indonesia-opportunity>
- Chen, M. L. (2022). The Impact of Mobile Learning on the Effectiveness of English Teaching and Learning - A Meta-Analysis. *IEEE Access*, 10, 38324–38334. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3165017>
- Chirino, V. (2011). *Diez buenas prácticas en el diseño e implementación de actividades de aprendizaje móvil en la educación superior*.
- Crompton, H. y Traxler, J. (2015). *Mobile learning and mathematics: foundations, design, and case studies*.
- Davidson, P., Molnar, A., Yee, C., Long, E., Chui, T. M. y Ting, C. Y. (2018). Ms Teams and Google Classroom: Preliminary Qualitative Comparisons & User Feedback. *ResearchGate Paper Presented at the 5th Pre- University Sunway Academic Conference, 2014(August)*, 1–8.
- Dawadi, S., Shrestha, S. y Giri, R. A. (2021). Mixed-Methods Research: A Discussion on its Types, Challenges, and Criticisms. *Journal of Practical Studies in Education*, 2(2), 25–36. <https://doi.org/10.46809/jpse.v2i2.20>
- Demir, K. y Akpınar, E. (2018). The effect of mobile learning applications on students' academic achievement and attitudes toward mobile learning. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 6(4), 40–52. <https://doi.org/10.17220/mojet.2018.04.004>
- El-Sofany, H. F. y El-Haggag, N. (2020). The effectiveness of using mobile learning techniques to improve learning outcomes in higher education. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(8), 4–18. <https://doi.org/10.3991/IJIM.V14I08.13125>
- Gómez Ardila, S. y Chacón González, A. (2017). Aprendizaje móvil basado en el modelo Frame y aplicado al aprendizaje de la técnica de Core en Fisioterapia. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 50, 411–436.
- Hussin, S., Radzi Manap, M., Amir, Z. y Krish, P. (2015). Mobile Learning Readiness among Malaysian Students at Higher Learning Institutes. *Asian Social Science*, 8(12), p276. <https://doi.org/10.5539/ass.v8n12p276>
- Li, Y. y Schoenfeld, A. H. (2019). Problematizing teaching and learning mathematics as “given” in STEM education. *International Journal*

- of *STEM Education*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/S40594-019-0197-9/FIGURES/2>
- Martin, F. y Ertzberger, J. (2013). Here and now mobile learning: An experimental study on the use of mobile technology. *Computers & Education*, 68, 76–85. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2013.04.021>
- Mendezabal, M. J. N. y Tindowen, D. J. C. (2018). Improving students' attitude, conceptual understanding and procedural skills in differential Calculus through microsoft mathematics. *Journal of Technology and Science Education*, 8(4), 385–397. <https://doi.org/10.3926/jotse.356>
- Mohammadi, M., Sarvestani, M. S. y Nouroozi, S. (2020). Mobile Phone Use in Education and Learning by Faculty Members of Technical-Engineering Groups: Concurrent Mixed Methods Design. *Frontiers in Education*, 5, 16. <https://doi.org/10.3389/FEDUC.2020.00016/BIBTEX>
- Nikolopoulou, K. (2021a). Mobile devices and mobile learning in Greek Secondary Education: Policy, empirical findings and implications. *Handbook for Online Learning Contexts: Digital, Mobile and Open: Policy and Practice*, 67–80. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67349-9_6/COVER
- Nikolopoulou, K. (2021b). Mobile devices in early childhood education: teachers' views on benefits and barriers. *Education and Information Technologies*, 26(3), 3279–3292. <https://doi.org/10.1007/S10639-020-10400-3/METRICS>
- Palalas, A. (2013). *Preparing Mobile Learning Strategy for Your Institution*. December. <https://doi.org/10.5339/qproc.2013.mlearn.32>
- Panagiota, P. y Areti, P. (2020). The Effectiveness of Using Mobile Learning Methods in Geometry for Students with Different Initial Mathematical Performance. *Social Education Research*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.37256/ser.112020128.1-10>
- Pedrosa Jesús, C. (2020). *Actitudes Hacia Las Matemáticas En Estudiantes Universitarios*. 37.
- Saritas, M. T. (2022). Development of mathematics mobile learning application: Examining learning outcomes and cognitive skills through math questions. *Educational Research and Reviews*, 17(9), 234–253. <https://doi.org/10.5897/ERR2022.4272>
- Shi, Y. y Qu, S. (2021). Cognition and Academic Performance: Mediating Role of Personality Characteristics and Psychology Health. *Frontiers in Psychology*, 12, 5698. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2021.774548/BIBTEX>
- Wang, J. y Jou, M. (2020a). The influence of mobile-learning flipped classrooms on the emotional learning and cognitive flexibility of students of different levels of learning achievement. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1830806>
- Wang, J. y Jou, M. (2020b). The influence of mobile-learning flipped classrooms on the emotional learning and cognitive flexibility of students of different levels of learning achievement. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1830806>
- Yi Min Shum. (2022). *Situación digital, Internet y redes sociales Ecuador 2022 – ESTADÍSTICAS*. Digital 2022 Ecuador. <https://yiminshum.com/social-media-internet-ecuador-2022/>