

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



Una Institución Adventista

Modelo autónomo M-Learning para el aprendizaje de matemáticas con aplicativo MatiMath en estudiantes de una universidad confesional

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

Autor:

Carlos Rubén Mamani Mamani
Sol Abigail Mamani Mamani

Asesor:

Dr. Juan Jesús Soria Quijaite

Lima, Mayo de 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Yo Juan Jesús Soria Quijaite, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas , de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“MODELO AUTÓNOMO M-LEARNING PARA EL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS CON APLICATIVO MATIMATH EN ESTUDIANTES DE UNA UNIVERSIDAD CONFESIONAL”** constituye la memoria que presenta los Bachilleres Carlos Rubén Mamani Mamani y Sol Abigail Mamani Mamani para obtener el título de Profesional de Ingeniero de Sistemas, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 20 días del mes de mayo del año 2021



Dr. Juan Jesús Soria Quijaite

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **07** días día(s) del mes de **mayo** del año 2021 siendo las **09:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Dra. Erika Inés Acuña Salinas**, el secretario: **Mg. Daniel Lévano Rodríguez** ... y los demás miembros: **Mg. Nemias Saboya Rios y el Mg. Benjamin David Reyna Barreto** y el asesor **Mg. Omar Leonel Loaiza Jara**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Modelo Autónomo M-Learning para el Aprendizaje de Matemáticas con aplicativo MatiMath en estudiantes de una universidad Confesional"

.....de el(los)/la(las) bachiller/es: a).....**SOL ABIGAIL MAMANI MAMANI**

.....b).....**CARLOS RUBÉN MAMANI MAMANI**

.....conducente a la obtención del título profesional de

.....**INGENIERO DE SISTEMAS**.....

Nombre del Título Profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando ...a los ... candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por ... los ... candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **SOL ABIGAIL MAMANI MAMANI**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Con nominación muy bueno	Sobresaliente

Candidato (b): **CARLOS RUBÉN MAMANI MAMANI**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Con nominación muy bueno	Sobresaliente

(*) *Ver parte posterior*

Finalmente, el Presidente del jurado invitó ... a los ... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Dra. Erika Inés
Acuña Salinas

Secretario
Mg. Daniel
Lévano
Rodríguez

Asesor
Mg. Omar Leonel
Loaiza Jara

Miembro
Mg. Nemias
Saboya Rios

Miembro
Mg. Benjamin
David Reyna
Barreto

Candidato/a (a)
Sol Abigail

Candidato/a (b)
Carlos Rubén

Modelo Autónomo M-Learning para el Aprendizaje de Matemáticas con aplicativo MatiMath en estudiantes de una Universidad Confesional

Sol A. Mamani¹*[0000-0002-9990-2797], Carlos R. Mamani²[0000-0003-4100-8685],
Juan J. Soria³[0000-0002-4415-8622]

¹ Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú
*solmamani@upeu.edu.pe

Resumen. La enseñanza-aprendizaje en entornos virtuales móviles está teniendo mayor presencia e impacto en estudiantes y docentes, brindándoles más herramientas para aprender. Se ha encontrado un vacío en el ámbito tecnológico relacionado al aprendizaje en matemáticas por ello el estudio tiene como objetivo construir un Modelo M-Learning que complemente ambas áreas con el fin de mejorar el aprendizaje en entornos virtuales, se planteó dos principios como pilares del modelo: fundamentos pedagógicos y elementos UX. El modelo fue plasmado a través de un aplicativo móvil donde su desarrollo y estructura del contenido fueron elaborados cumpliendo los principios del Modelo planteado, posteriormente se puso a prueba con los estudiantes de una Universidad Confesional, donde los resultados de su aprendizaje tuvieron una escala de 5 puntos a comparación del los estudiantes que no utilizaron el aplicativo.

Palabras Clave: M-Learning, aplicación móvil, aprendizaje, matemáticas.

1 Introducción

Una de las dificultades frecuentes que enfrentan un porcentaje de estudiantes al iniciar sus estudios en las universidades peruanas es que no entienden los temas de Matemática Básica, y por lo tanto desaprueban la asignatura[1]. La causa de este problema es el bajo nivel de logro de aprendizaje en el área de matemáticas en los egresados de la educación básica. El Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA)[2], aplica una prueba estándar para medir las competencias en Ciencias, en Matemáticas y en Comprensión Lectora en los estudiantes de 15 a 16 años, es decir en estudiantes que están terminando su educación básica. Según el reporte del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (2018) el Perú se ubica en el puesto 64 de 77 países, por otro lado el 60.3 % de estudiantes están en el nivel 1 de 6, lo que significa que 6 de cada 10 estudiantes que terminan el nivel de formación básico (secundaria) no estarían en condiciones de afrontar los desafíos de una formación profesional universitaria o técnica que requiera habilidades y competencias básicas de matemáticas[3].

El gobierno peruano publicó el decreto supremo N° 044-2020-PCM, el 16 de marzo del 2020 en el que se anuncia oficialmente el estado de emergencia y aislamiento preventivo obligatorio. Por lo que los estudiantes y docentes de diferentes instituciones

tuvieron que desarrollar sus clases de forma virtual[22]. Esta situación obligó a las universidades a habilitar plataformas y adoptar modelos de aprendizaje para desarrollar las clases a través de internet, y los docentes tuvieron que aprender a gestionar recursos para este modo de enseñanza.[22] Cada área de un plan de estudios tiene características propias, y por lo tanto requiere recursos y proceso de enseñanza – aprendizaje particulares, y tener un modelo M - Learning creado específicamente para el aprendizaje de matemáticas; se constituye en una herramienta importante ya que se centra en la personalización del aprendizaje del estudiante[23].

En los últimos años, el uso de tecnologías móviles se ha incrementado en varios campos como banca, economía, turismo, entretenimiento, gestión de la información, como también en la educación; en este último ha mostrado una constante evolución y expansión, generando una oportunidad de poner a disposición del estudiante herramientas y recursos cada vez mejores para su aprendizaje[5]. El aprendizaje mediante el uso de aplicativos móviles, conocido como m-learning, se constituye en una herramienta emergente para el sistema educativo, porque brinda oportunidades de innovación en favor del proceso de enseñanza - aprendizaje. Considerando que los usuarios demandan cada vez más accesibilidad y disponibilidad; el m-learning se presenta como la próxima generación del e-learning[5][6].

Actualmente en el mercado se encuentra m-learning en un formato genérico inclusive para el aprendizaje en el área de matemática, brindando a los estudiantes recursos, herramientas, docentes y tutores con algunas limitaciones en su alcance[7]. La eficacia y expansión del m-learning se basa en la integración estratégica del proceso enseñanza y aprendizaje semi-personalizado y que responda a las necesidades presentadas en el proceso de aprendizaje. El estudiante virtual requiere un contenido bien estructurado, la aplicación y práctica continua de los conocimientos que van adquiriendo y también ver el avance de su aprendizaje[5]. Los docentes encuentran limitaciones en el momento de evidenciar los resultados de aprendizaje de los estudiantes en modo remoto, y más difícil todavía si aplican una misma evaluación a todo el grupo de estudiantes, pues un plagio utilizando las facilidades de internet, afectaría significativamente los datos sobre los niveles de logro del aprendizaje de matemáticas[7].

Hay muchos modelos de aprendizaje móvil que se muestran en las investigaciones recientes[8]. Los problemas comunes están relacionados con mantenerse al día con los requisitos constantes de flexibilidad y adaptabilidad del contenido, y reutilización e intercambio de objetos y estructuras de aprendizaje, como también la evaluación en los entornos virtuales educativos existentes es complicado ya que no existe una arquitectura de referencia común ni enfoques estandarizados, por lo tanto existe una necesidad creciente de apoyo eficiente para los diseñadores y desarrolladores de entornos educativos virtuales[8].

Con el fin de incrementar la calidad de las herramientas m-learning orientadas a una enseñanza-aprendizaje en la materia de matemática, la presente investigación desarrollo e implementó un Modelo de Aprendizaje M-Learning enfocado en los elementos básicos de un aprendizaje en entornos virtuales y matemáticas, aspirando ir más allá de la estandarización de los modelos m-learning actuales que cuentan con diferentes especificaciones y estándares[7][8].

2 Revisión de Literatura

2.1 E-Learning

El término e-learning califica como una forma de aprender basada en el uso de las nuevas tecnologías que permite el acceso a una formación en línea, personalizada a través de internet y otros medios electrónicos para el desarrollo de competencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje independientemente del tiempo y lugar[3].

El e-learning no solamente hace referencia al internet como soporte tecnológico para la enseñanza-aprendizaje, sino además al conjunto de recursos como videos, audios, transmisiones en vivo, dispositivos inalámbricos y móviles; se constituye en un aprendizaje en línea. Uno de los objetivos principales del e-learning es el desarrollo de los contenidos de aprendizaje personalizados, comprensibles y dinámicos en tiempo real. El e-learning puede ser asíncrono, es decir, al ritmo del estudiante o síncrono dirigido por un tutor, en un concepto general engloba el aprendizaje flexible a distancia, o también como un aprendizaje complementario y combinado junto con el aprendizaje presencial tradicional. A medida que las tecnologías van desarrollándose y abarcando más entornos, el e-learning va tomando mayor posición y brindando mejores resultados[3][4][13].

2.2 M-Learning

El crecimiento de la computación ha causado gran impacto en el aprendizaje, los dispositivos adecuados para el aprendizaje móvil incluyen reproductores de medios digitales, teléfonos inteligentes y asistentes digitales personales. Ktoridou y Eteokleous definieron el m-learning como aprendizaje utilizando dispositivos móviles y dispositivos de TI portátiles, uno de los beneficios clave de estos dispositivos es que permiten a los estudiantes variar su ubicación de estudio, el uso de los dispositivos móviles en un contexto de aprendizaje permite que un alumno aprenda en cualquier lugar y en cualquier momento, erradicando así fronteras geográficas, permitiendo entornos de aprendizaje cooperativo que se encuentra la interacción grupal e individual, teniendo una comunicación instantánea con otros usuarios[1][14].

Aunque los objetivos primordiales que motivan a la implementación de m-learning sean el costo, la adaptabilidad y escalabilidad debe recordarse que el uso de la tecnología debe ser impulsado por consideraciones pedagógicas. El principal aspecto pedagógico relacionado con el m-learning es encontrar formas de integrar las herramientas móviles en las actividades de enseñanza y aprendizaje[14].

2.3 Objetos Estándares y Especificaciones M-Learning

Los modelos M - Learning se sustentan en principios o prescripciones cuya validez ha sido probada por sus resultados, se menciona a continuación algunos:

Constructivismo. Construye conocimiento interpretando nuevos conocimientos basados en el conocimiento previo, donde el estudiante debe tener interacciones

sociales con sus compañeros participando activamente en la construcción de la información[14][15].

Combinado. Combina la instrucción en el aula con el aprendizaje virtual y maximiza los beneficios de los métodos tanto presenciales como en línea. Este modelo combina diferentes ventajas de la educación presencial y el m-learning para asegurar un entorno de aprendizaje estable en los estudiantes. Donde se destacan tres características: cambio de la instrucción centrada en el maestro a la instrucción centrada en el estudiante que se vuelve un aprendiz activo, aumento de contenido de estudiante a tutor/docente y mecanismos integrados de evaluación formativa y sumativa para estudiantes e instructores, esto hace que el este aprendizaje sea eficaz[15][16].

Colaborativo. Este entorno de aprendizaje ha brindado más eficacia al momento de la colaboración, se define como buena gestión de las personas que participan en una asignación utilizando tecnologías como herramientas móviles. Y también, este tipo de entornos de aprendizaje son generalmente los entornos que brindan información y el intercambio de opiniones entre los miembros del grupo y los expertos a través de la tecnología que apoya las herramientas de aprendizaje colaborativo.[17]

Activo. Es un proceso donde los estudiantes se involucran en tareas de pensamiento de orden superior, como análisis, síntesis y evaluación. Los dispositivos y herramientas móviles enriquecen el proceso de aprendizaje de los estudiantes ya que son versátiles y activos[4][18].

2.4 Estándares y Especificaciones de M-Learning

Las organizaciones como: IEEE, AICC, IMS Y ADL desarrollaron estándares y especificaciones como pautas y mejores prácticas sobre la descripción y el uso de contenido del m-learning, que se dividen en tres grupos generales: metadatos, paquete de contenido y diseño educativo[19].

2.5 Metadatos

Consiste en uno o más recursos educativos que se generan a partir del desarrollo de los procesos y la interacción con los usuarios, uno de los más utilizados es el LOM(Learning Object Metadata) que tiene como propósito facilitar la interoperabilidad de los Objetos de Aprendizaje, respaldar su reutilización y ayudar a su descubrimiento[4][20].

2.6 Paquetes de Contenido

Se refiere a la metodología de almacenamiento del material del m-learning y ponerlo a disposición en diferentes plataformas (sistemas operativos). Uno de los formatos más utilizados es IMS Content Packaging (IMS CP)[19].

2.7 Diseño Educativo

Engloba las actividades pedagógicas y secuencias de instrucciones con la estructura de la distribución del contenido[1][8].

3 Metodología

3.1 Desarrollo del Modelo

Cabe resaltar que los modelos m-learning tradicionales adoptan un método de educación inculcadora, prestando atención al rendimiento académico de los estudiantes e ignorando la capacidad de diseño y aplicación del aprendizaje. Otro aspecto que se encontró faltante es la personalización del aprendizaje dirigidos únicamente a una área, en este caso a matemáticas, ya que esta área tiene especificaciones a cumplir para que se desarrolle un aprendizaje significativo[9].

El modelo propuesto busca cubrir esos espacios encontrados en un aprendizaje personalizado, teniendo como directriz a los dispositivos móviles, que en los últimos años ha tenido un mayor alcance que los portátiles y computadoras. La construcción del modelo ha tenido en cuenta las especificaciones propuestas por IEEE e investigaciones realizadas acordes al tema de investigación. Se propone dos principios de aprendizaje para el modelo, que están orientados a un aprendizaje de matemáticas en dispositivos móviles. En la tabla 1 se describen los principios para cubrir un aprendizaje en entornos virtuales de manera holística y criterios específicos que implementan a mayor detalle cada principio: Fundamentos Pedagógicos y Elementos UX. Ambos principios tienen conexión entre ellos, ya que se buscó complementar sus enfoques en un único resultado, es decir que los fundamentos pedagógicos están orientados al aprendizaje matemático en dispositivos móviles, como también los elementos UX, se observa la relación en la figura 1. El núcleo de nuestro modelo consta de 3 recursos que construyen una sesión: Recursos de Exploración/Explicación(REE), Recursos de Aplicación/Práctica(RAP), Recursos de Gestión del Progreso(RGP), cada recurso cuenta con un rol específico a cumplir para complementar el aprendizaje m-learning como se ve en la tabla 2.

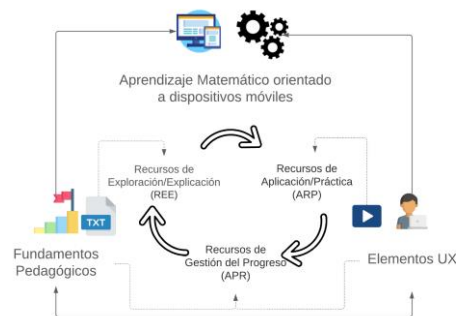


Fig. 1. Modelo M-Learning para el Aprendizaje Matemático.

Tabla 1. Principios y Criterios del Modelo M-Learning.

Principios	Criterios	Descripción
Fundamentos Pedagógicos	Neutralidad Pedagógica	Capaz de satisfacer una meta de enseñanza particular[1][8].
	Información Distribuida	El contenido del curso debe estar fragmentado y organizado en sesiones, temas y unidades, de manera que el estudiante pueda ubicarlos con facilidad[8][14].
	Posibilidad de personalización	Se le debe brindar al estudiante la facilidad de repetir una explicación y de acceder a ejercicios de práctica las veces que su ritmo de aprendizaje lo requiera[1][8].
	Seguimiento	Se debe notificar el avance, recordar sobre una lección completada o logro de una evaluación tanto al estudiante como docente[14][18].
	Práctica/Evaluación Adaptativa	Según el desempeño del alumno y la orientación del tutor, se pueden cambiar elementos como el contenido real, el modelo de evaluación y la ejecución de una prueba[1].
Elementos UX	Responsivo	El diseño tiene que soportar los cambios de tamaño., Amplia y fácilmente disponible, fácilmente modificable. Bastante simple y caracterizado por un pequeño conjunto de etiquetas[11][17][18].
	Potencial de Reutilización	Posibilidad de reutilizar los materiales didácticos existentes en nuevos sistemas y contextos[18].
	Motivación	El diseño debe ser amigable, intuitivo, debe poner los recursos a disposición de forma rápida y simple. Permite la comunicación interactiva entre los individuos involucrados[1][18].

Table 2. Recursos del Modelo.

Recurso	Descripción
Recursos de Exploración/Explicación	El m-learning tiene que cumplir con la dependencia única del contenido[1][8][10].
Recursos de Aplicación/Práctica	La implementación del m-learning tiene que ser práctica e intuitiva[1][10][14].
Recursos de Gestión del Progreso	El m-learning permite un seguimiento del progreso del aprendizaje de manera fácil[8][14].

3.2 Métricas del Modelo

En la Tabla 3 se muestran las métricas que se establecieron para poder medir el modelo de aprendizaje.

Tabla 3. Métricas del Modelo M-Learning.

Métrica	Fórmula	Interpretación
Neutralidad Pedagógica	Número de metas propuestas cumplidas/ Número de metas propuestas	Es mejor si su valor se acerca a 1
Personificación	Número de sesiones reprogramables/Número de sesiones	Es mejor si su valor se acerca a 1
Seguimiento	Número de Sesiones con guía practica/Número de Sesiones	Es mejor si su valor se acerca a 1
Evaluación Adaptativa	Evaluación adaptable a las necesidades del estudiante	Si/No

3.3 Desarrollo de la Propuesta

En esta etapa se desarrolló un aplicativo para el aprendizaje virtual basado en los principios y criterios propuestos:

Se desarrolló una aplicación móvil híbrida en el lenguaje dart, con alcance a los sistemas operativos android y IOS, los que son usados por los estudiantes seleccionados para esta investigación. Para la aplicación del lado del servidor se utilizó NodeJS y base de datos MongoDB, el servidor se encuentra publicado en la instancia de Amazon Web Service EC2, y los recursos se almacenaron en el servicio S3 también de Amazon Web Service. Amazon Web Service cuenta con certificaciones ISO, CSA y SOC asegurando un respaldo en los datos y archivos almacenados, como también por parte del servidor los datos se encuentran cifrados por cada petición realizada. El aplicativo Matimath fue desarrollado bajo una arquitectura limpia con patrones de diseño como: repositorio y casos de uso, brindando así una mayor mantenibilidad y escalabilidad al aplicativo, en la siguiente figura se muestra la estructura de la arquitectura. Se desarrollaron interfaces sencillas y familiares para el usuario, que les permita una iteración factible. Se utilizó la normativa de diseño enfocado en la visualización del sistema operativo, Material Design.

3.3.1 Fundamentos Pedagógicos

Se preparó el contenido para el curso de Matemática Básica bajo los criterios del modelo m-learning planteado, como primera instancia se elaboró un mapa de orientación con las unidades, temas, sesiones y niveles que se desarrollaron, como también los videos, documentos y ejercicios. Seguidamente se cargaron todos los recursos al servidor por la herramienta de postman, llegando a 3 unidades, 11 temas, 37 sesiones, 111 recursos(videos, pdf y ppt) y 1309 ejercicios.

Se desarrolló una estructura que permite al estudiante ver el avance por cada recurso de sesión, como también al docente la opción de ver el avance de las prácticas y evaluación por cada estudiante en tiempo real. El docente tuvo la facilidad de modificar o programar una evaluación para un alumno o grupo de alumnos específico de acuerdo a su avance de aprendizaje.

3.3.2 Elementos UX

Responsivo: Se desarrollaron funciones que soportaron el cambio del tamaño de pantalla y la adecuación de acuerdo a los márgenes, siguiendo la normativa de diseño Material Design.

Entrada de Datos: Se desarrollaron atributos para que la interacción del usuario tenga un alcance de autonomía.

3.4 Implementación del Aplicativo

El aplicativo fue probado por un conjunto de 65 estudiantes elegidos a conveniencia. Tomando en cuenta a estudiantes que estén ingresando al primer año de su carrera, estudiantes que lleven el curso a implementar en el aplicativo (Matemática) y que estén a disposición del docente seleccionado. Para la implementación del aplicativo MatiMath se siguió la siguiente secuencia:

Capacitación. El aplicativo estuvo a disposición de los estudiantes desde la tienda de aplicaciones Play Store. En primera instancia se capacitó a todos los estudiantes la manera de uso del aplicativo, también se hizo un demo de las evaluaciones, las prácticas y progreso de cada sesión completada. Se hizo el soporte a todos los usuarios de manera personalizada; con algunos inconvenientes que tuvieron como cambio de contraseña, recuperación de usuario, cambio de archivos subidos, generación de nuevas evaluaciones, habilitación de evaluación, como también características propias de su dispositivo móvil. Se estuvo presente en cada clase realizada, 4 veces por semana y también en horarios diferentes para que el estudiante pueda seguir el proceso de aprendizaje sin ningún problema.

Seguimiento. El aplicativo MatiMath tiene la facilidad de visualizar el reporte de avance de las prácticas de los ejercicios y evaluaciones en tiempo real por cada estudiante, por lo que se hizo un seguimiento más personalizado sobre las sesiones que presentan mayor dificultad brindándoles tutorías y repaso de las sesiones.

Evaluación. El modelo m-learning permite la configuración personalizada de evaluaciones y gracias a la cantidad de ejercicios por sesiones que se encuentran en la base de datos, la estructura del aplicativo y contenido permite que se puedan configurar evaluaciones de acuerdo al nivel avanzado de los estudiantes, como también brinda a cada estudiante una evaluación completamente diferente ya que se toman ejercicios de forma aleatoria. El docente puede visualizar los ejercicios completados de los estudiantes, generar otra evaluación, habilitar, deshabilitar, publicar y corregir las evaluaciones en tiempo real. Por lo que la evaluación se hizo de manera asíncrona. A continuación se muestra la arquitectura que siguió el proyecto de investigación, como se puede observar en la figura 2, se construyó un contenido estructurado en base al modelo, posteriormente se subió a una base de datos alojada en la nube mongoDB, que tuvo conexión con el servidor. Los usuarios tuvieron iteraciones con el aplicativo que estuvo alojado en AWS, brindando una disponibilidad de 24 hrs.

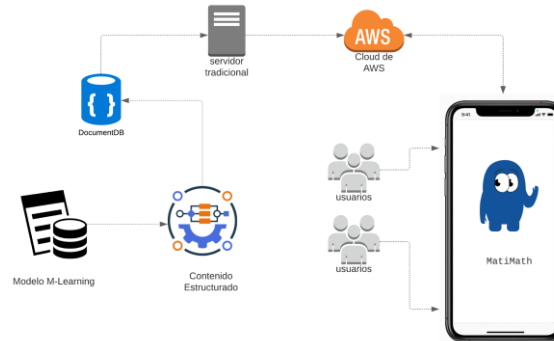


Fig. 2. Arquitectura del Proyecto de Investigación.

4 Resultados

Los resultados obtenidos se obtuvieron en función al cumplimiento de los criterios establecidos en el modelo, se observan en la Tabla 4.

Tabla 4. Métricas del Modelo M-Learning.

Métrica	Aplicación	Resultado
Neutralidad Pedagógica	84/ 111	0,756
Personificación	37/37	1
Seguimiento	34/37	0,918
Evaluación Adaptativa	Disponible	Si

En el criterio neutralidad pedagógica se puede observar que 84 fueron los recursos que cumplieron con los requerimientos, deduciendo que el estudiante tuvo a su disposición el 75,6% de los recursos estables para su aprendizaje. En cuanto a la personificación se puede observar que todas las sesiones estuvieron disponibles y accesibles para su reprogramación dando la facilidad al docente de reforzar los conocimientos adquiridos en cada sesión. En el seguimiento se obtuvo 0,918 acorde a la implementación de cada requerimiento por sesión, lo que se intuye un grado óptimo tanto para el estudiante como docente porque pone a disposición los elementos de aprendizaje. El resultado de la evaluación adaptativa demuestra que los estudiantes y docentes tuvieron la facilidad de programar evaluaciones personalizadas por temas y sesiones cumpliendo eficazmente el criterio.

Los resultados de la motivación en los estudiantes se presentan bajo una encuesta que se le hizo a los estudiantes una vez culminado el periodo de prueba, se puede observar que para un 60% de los estudiantes fue de motivación y apoyo el aplicativo como se observa en la figura 3.

¿El aplicativo Matimath facilita y motiva la práctica de ejercicios de matemáticas?

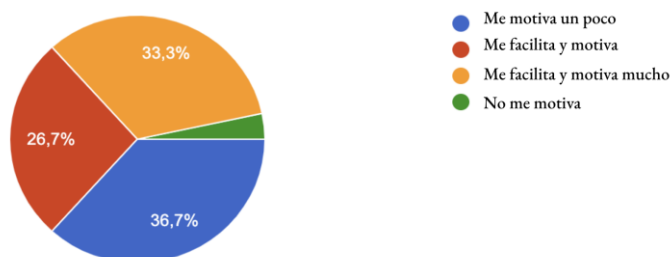


Fig. 3. Resultado de las encuestas a los estudiantes que utilizaron el aplicativo..

Considerando los resultados respecto al aplicativo con los criterios establecidos en el modelo m-learning, podemos determinar la influencia en los estudiantes mediante el resultado final de su aprendizaje. Los estudiantes que necesitaban ayuda y que usaron el aplicativo para sus consultas y prácticas lograron un puntaje promedio de 14,1 con una desviación estándar de 2,682, y los estudiantes que necesitaban apoyo pero que no usaron el aplicativo obtuvieron un puntaje de 8,46 con una desviación estándar de 2,375. La significancia bilateral es de 0,010, siendo $0,010 < 0,05$, se puede afirmar que para un nivel de significancia del 5%; existe diferencia significativa entre los resultados de aprendizaje de los estudiantes que necesitaban apoyo y que usaron el aplicativo y los estudiantes que necesitaban apoyo que no usaron el aplicativo MatiMath.

Table 5. Prueba T de Student para muestras independientes

Estado	Abreviatura	Media	Desviación estándar	Significancia bilateral
Usaron App	APP	14,1	2,682	0,010
No Usaron App	NAPP	8,46	2,375	

5 Conclusiones

Esta investigación demuestra que la construcción del Modelo M-Learning para el aprendizaje Matemáticas, hace una mejora al aprendizaje específico por medio de una implementación adecuada y cumpliendo los criterios planteados.

El aplicativo MatiMath tuvo un resultado favorable respecto a las métricas de los principios pedagógicos y elementos UX planteados en el Modelo M-Learning, por lo que se puede deducir que fue una herramienta apta para medir la influencia del modelo en los estudiantes y docente de la materia de matemáticas.

El Modelo M-Learning planteado en esta investigación y plasmado en el aplicativo desarrollado influyó de manera positiva en los estudiantes que requirieron un reforzamiento en matemáticas, obteniendo un promedio de 14,1 en contraste a un 8,46 de los estudiantes que no utilizaron el aplicativo, como también fue una herramienta de ayuda para el docente facilitando el seguimiento del aprendizaje de cada estudiante en las clases remotas debido a la circunstancia presentada.

Se concluye finalmente que el aplicativo fue una herramienta de apoyo en el aprendizaje y enseñanza en los usuarios finales gracias a su modelado tomando en cuenta los dos principios del modelo: fundamentos pedagógicos y elementos UX.

References

1. F. Ozdamli, "Pedagogical framework of m-learning," *Procedia Soc. Behav. Sci.*, vol. 31, pp. 927–931, 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2011.12.171.
2. "Educación Financiera Pisa 2018." <https://es.calameo.com/read/0062866257073a6bcb307?page=1&view=slide> (accessed Jan. 28, 2021).
3. S. R. Powell *et al.*, "Data-based individualization in mathematics to support middle school teachers and their students with mathematics learning difficulty," *Stud. Educ. Eval.*, no. May, 2020, doi: 10.1016/j.stueduc.2020.100897
4. D. Hillmayr, L. Ziernwald, F. Reinhold, S. I. Hofer, and K. M. Reiss, "The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis," *Comput. Educ.*, vol. 153, no. September 2018, p. 103897, 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2020.103897.
5. M. Glowatz, A. B. Eds, G. Coulson, and D. Ferrari, *e-Learning, e-Education, and Online Training*, vol. 299. 2019.
6. H. Bass, G. B. Evia, and R. Seiler, "e-learning mathematics *," 2006.
7. K. Anaya Rivera, "Un modelo de enseñanza-aprendizaje virtual: análisis, diseño y aplicación en un sistema universitario Mexicano," *Univ. Granada*, p. 172, 2004, [Online]. Available: http://decsai.ugr.es/Documentos/tesis_dpto/78.pdf/.
8. E. Morales, "Gestión del conocimiento en sistemas e-learning, basado en objetos de aprendizaje," p. 434, 2007, [Online]. Available: <https://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/21864>.
9. P. Najar, E. Ledesma, S. Rocabado, S. Herrera, and R. Palavecino, "Eficiencia de aplicaciones móviles según su arquitectura," 2014.
10. S. Benavides-Varela, C. Zandonella Callegher, B. Fagiolini, I. Leo, G. Altoè, and D. Lucangeli, "Effectiveness of digital-based interventions for children with mathematical learning difficulties: A meta-analysis," *Comput. Educ.*, vol. 157, no. July 2019, 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2020.103953.
11. D. K. B. Heidkamp-kerigel, *und digitale Lernen*.
12. C. P. Rivera, "Modelo de Sistema e -learning adaptativo para el nivel superior, utilizando aprendizaje colaborativo basado en proyectos, considerando estilos de aprendizaje y estilos de pensamiento," 2018.
13. P. José, M. Muñ, and M. Merino, "Tería de Modelado del E-learning y Aplicación a un Sistema de pistas Adaptativo en Tutoría Inteligente Utilizando Web Sistemática," 2009,

- [Online]. Available: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/5568/Tesis_Pedro_Munoz_Merino.pdf.
14. D. P. Zwart, O. Noroozi, J. E. H. Van Luit, S. L. Goei, and A. Nieuwenhuis, "Effects of Digital Learning Materials on nursing students' mathematics learning, self-efficacy, and task value in vocational education," *Nurse Educ. Pract.*, vol. 44, no. February, p. 102755, 2020, doi: 10.1016/j.nepr.2020.102755.
 15. F. Xhafa, S. Caballé, A. Abraham, T. Daradoumis, and A. A. J. Perez, "Studies in Computational Intelligence: Preface," *Stud. Comput. Intell.*, vol. 273, no. May 2014, 2010, doi: 10.1007/978-3-642-11224-9.
 16. B. Schinzel, J. Taeger, P. Gorny, T. Dreier, and B. H. Hrsg, *E-Learning im Hochschulverbund*. 2004.
 17. M. Sarrab and L. Elgamel, "M Obile L Earning (M-L Earning) and," *Int. J. Distrib. Parallel Syst.*, vol. 3, no. 4, pp. 31–39, 2013.
 18. J. G. Enriquez and S. I. Casas, "Usabilidad en aplicaciones móviles," *Inf. Científicos Técnicos - UNPA*, vol. 5, no. 2, pp. 25–47, 2014, doi: 10.22305/ict-unpa.v5i2.71.
 19. F. Xhafa, S. Caballé, A. Abraham, T. Daradoumis, and A. A. J. Perez, "Studies in Computational Intelligence: Preface," *Stud. Comput. Intell.*, vol. 273, no. May 2014, 2010, doi: 10.1007/978-3-642-11224-9.
 20. B. Schinzel, J. Taeger, P. Gorny, T. Dreier, and B. H. Hrsg, *E-Learning im Hochschulverbund*. 2004.
 21. Emergency Decree No. 036-2020, "Decreto de urgencia," *El Peru.*, 2020, [Online]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/581842/DU036_2020.pdf.
 22. Y. Feria-Cuevas, M. Rodríguez-Morán, M. I. Torres-Morán, and E. Pimienta-Barrios, "Panorama De Conexión Durante Las Clases Virtuales En Una Muestra De Estudiantes Universitarios," *e-CUCBA*, no. 14, pp. 25–33, 2020, doi: 10.32870/e-cucba.v0i14.160.
 23. L. B. Turchi, N. A. Bondar, and L. L. Aguilar, "What Really Changed? Environments, Instruction, and 21st Century Tools in Emergency Online English Language Arts Teaching in United States Schools During the First Pandemic Response," *Front. Educ.*, vol. 5, no. November, pp. 1–13, 2020, doi: 10.3389/educ.2020.583963.
 24. A. Ruiz-Guerrero, "Our self-access experience in times of COVID," *SiSal J.*, vol. 11, no. 3, pp. 250–262, 2020, doi: 10.37237/110311.