



M-LEARNING COMO HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE ADAPTATIVO

Una propuesta para la educación superior

M-LEARNING AS A TOOL FOR ADAPTIVE LEARNING

A proposal for higher education

MORAMAY RAMÍREZ HERNÁNDEZ, FRANCISCO LEÓN PÉREZ
Universidad Tecnológica de Tecámac, México

KEYWORDS

*Adaptive learning
M-learning
ICT
Educative technology
Mobile-D*

ABSTRACT

In recent years, university education has been rapidly transformed, student performance, technological advances and the pandemic have generated new challenges. The adaptive learning is an alternative that can be implemented to identify academic strengths and weaknesses and together with the Information Technology applied to education is possible to improve the academic performance of students by making them protagonists of their learning. This work aim to design an adaptive learning component model to facilitate the development of skills in the area of programming methodology.

PALABRAS CLAVE

*Aprendizaje adaptativo
M-learning
TIC
Tecnología educativa
Mobile-D*

RESUMEN

En años recientes la educación universitaria se ha transformado rápidamente, el desempeño de los estudiantes, los avances tecnológicos y la pandemia, han generado nuevos retos. El aprendizaje adaptativo es una alternativa que se puede implementar para identificar las fortalezas y debilidades académicas y junto con las Tecnologías de la Información aplicadas a la educación es posible mejorar el rendimiento académico de los estudiantes convirtiéndolos en protagonistas de su aprendizaje. El objetivo del presente trabajo es diseñar un modelo de componentes de aprendizaje adaptativo para facilitar el desarrollo de habilidades en el área de metodología de la programación.

Recibido: 22/ 11 / 2022

Aceptado: 24/ 01 / 2023

1. Introducción

Dados los cambios tan acelerados que se viven hoy en día en el ámbito educativo, donde la educación superior no es la excepción, han surgido nuevas necesidades que deben ser atendidas de inmediato, para lo cual se requiere generar propuestas de manera pragmática que tengan un impacto positivo en la diversidad de estudiantes, además de fortalecer la formación integral de los mismos (López & Bedolla, 2020).

Es importante que se generen estrategias que fortalezcan los procesos de enseñanza aprendizaje de una manera más individual con rutas específicas donde el alumno se sienta más valorado e involucrado y que le conduzcan a desarrollar sus competencias y habilidades, considerando que los estudiantes son diferentes y por lo tanto también aprenden de forma diferente. Tal como lo menciona Lerís *et al.* (2015), hoy en día para las instituciones educativas es un reto adaptar el proceso de enseñanza aprendizaje a las necesidades específicas de los estudiantes, por lo cual el aprendizaje adaptativo resulta ser una estrategia muy efectiva dadas las condiciones de la actualidad.

La propuesta que se hace en este trabajo es el diseño de un modelo de componentes de aprendizaje adaptativo y un prototipo que están orientados bajo el marco de las Universidades Tecnológicas en México y se dirige a estudiantes de las carreras de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) que llevan asignaturas enfocadas a la programación de computadoras bajo un modelo constructivista.

El prototipo consiste en una APP multiplataforma adaptable que permite al estudiante conocer el nivel de aprendizaje que ha adquirido en el área de metodología de la programación, con ayuda de las nuevas tecnologías y algoritmos adecuados, los cuales permiten hacer una evaluación diagnóstica adaptativa para conocer sus fortalezas y debilidades.

Cabe mencionar que existen algunos prototipos capaces de hacer cierta funcionalidad necesaria dentro de un sistema de aprendizaje adaptativo, estos usualmente son para computadoras de escritorio por medio de un navegador web, en este proyecto se busca innovar por medio del M-learning o aprendizaje móvil para aprovechar las ventajas que esta tecnología ofrece.

1.1. Tecnología educativa

Sin duda alguna las TIC son herramientas que facilitan el trabajo en muchos ámbitos de conocimiento, particularmente en la educación donde se ha generado el concepto de Tecnología educativa por la gran sinergia que en combinación han logrado. Autores como Torres & Cobo (2017), mencionan que, si se utiliza sistemáticamente la tecnología educativa, esta permitirá lograr los fines de la educación.

Por su parte Blasco-Serrano *et al.* (2022), afirman que incorporar a la tecnología educativa en la educación hoy en día sigue siendo un gran desafío, pues a pesar de que existen muchas herramientas para realizarlo integrar la parte metodológica y pedagógica no es un proceso fácil, se requiere de mucho trabajo, compromiso y participación por parte de la comunidad educativa.

También destacan Pérez & Crespo (2022), que la tecnología educativa en conjunto con las TIC ha estado cerrando la brecha tecnológica entre los estudiantes que las utilizan, pero a la vez han abierto nuevas posibilidades que impactan positivamente en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Por otro lado, los resultados presentados por Crescenzi-Lanna *et al.* (2019), muestran la importancia de hacer un uso inclusivo de la tecnología educativa donde la mediación tecnológica es un factor que incide directamente en el aprendizaje de los estudiantes.

Es importante mencionar que uno de los seis desarrollos de mayor impacto en materia de tecnología educativa en el siglo XXI seleccionados por expertos en el proyecto NMC Horizon es el aprendizaje adaptativo, ya que ha demostrado mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje, así como la investigación creativa (Adams Becker *et al.*, 2018).

Además, cabe recalcar que la tecnología educativa es un factor clave en todos los niveles educativos y la educación superior no es la excepción, ya que facilita la gestión de los aprendizajes, además de que permite presentar un currículo dinámico, significativo sin dejar de lado que también posibilita la evaluación de los estudiantes (García *et al.*, 2018).

Como lo refiere Ramírez (2021), durante la pandemia las TIC han permitido a las instituciones continuar con su proceso educativo reinventándose y transformando de manera drástica su forma de enseñanza, orientándose principalmente hacia lo virtual.

1.2. Aprendizaje adaptativo

Se considera que en la década de los 50 con la máquina de Skinner y la teoría del aprendizaje programado se presentaron los inicios de lo que hoy se conoce como el aprendizaje adaptativo, el cual es un modelo de instrucción que ha tenido auge en los últimos años.

El aprendizaje adaptativo como lo refiere Riswan (2022), ha resultado ser eficiente para mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Por su parte González *et al.* (2017), mencionan que “la personalización del aprendizaje constituye una de las características destacadas de los modelos educativos centrados en el estudiante”.

Este tipo de aprendizaje toma como base las TIC para monitorear el progreso de los estudiantes y en base a los resultados se modifica la instrucción. Como lo mencionan Adams Becker *et al.* (2018), las TIC de aprendizaje adaptativo “se ajustan dinámicamente al nivel o tipo de contenido del curso en función de las habilidades o el logro de habilidades de un individuo, de manera que aceleran el desempeño del alumno con intervenciones tanto automatizadas como del instructor”.

Debido a las TIC con las que contamos actualmente, es posible establecer algoritmos que posibiliten trabajar con el aprendizaje adaptativo de manera rápida y eficiente (Deziuban *et al.*, 2018).

Es importante mencionar que son muchos los elementos que se pueden incluir en un proyecto de aprendizaje adaptativo tales como; dispositivos tecnológicos, analíticas de aprendizaje, metodología, big data, evaluación, inteligencia artificial, currículo, retroalimentación, reportes, entre otros. Pina (2017), afirma que existen dos corrientes principales con respecto al aprendizaje adaptativo, una que está centrada en el contenido y otra que está centrada en la evaluación. Por su parte Hernando (2018), menciona sobre la importancia del aprendizaje personalizado en las instituciones del siglo XXI.

Por lo que respecta a esta etapa del proyecto el enfoque está orientado hacia una evaluación adaptativa computarizada (CAT).

1.3. M-learning

Gracias al acceso que hoy en día tiene la población estudiantil respecto al uso de dispositivos móviles, la tecnología educativa ha dado un giro hacia el aprovechamiento de estos dispositivos con el denominado aprendizaje móvil, también conocido como M-learning que ha tenido en los últimos años un gran auge gracias a que multiplica las oportunidades de aprendizaje, favoreciendo la motivación, la autonomía, así como el aprendizaje activo de los estudiantes (Del Valle Mejías, 2020; Mascarell Palau, 2020).

Para Arce *et al.* (2017), es una herramienta de apoyo que favorece el proceso de enseñanza aprendizaje y al mismo tiempo provee facilidad de acceso. La investigación de Fombona *et al.* (2017), indica que el “M-learning supone un cambio en la metodología docente, y se convierte en algo más que un importante componente instrumental de la tecnología educativa”, donde se modifica la forma tradicional de la impartición de clases en un espacio diferente. Diversos autores como por ejemplo Zamora Delgado (2019), y Amendaño-Guarquila & Guevara-Vizcaíno (2021), comentan en sus publicaciones que el M-learning es una estrategia y al mismo tiempo una innovación que coadyuva a mejorar la práctica docente, ya que aquí no existen limitaciones de tiempo y espacio.

Aunque el M-learning ha sido definido por varios autores, la mayoría convergen respecto a que extiende las oportunidades de aprendizaje potencializando la diversidad del ámbito educativo, algunas de las definiciones más sobresalientes se destacan a continuación.

Se denomina M-learning a la educación a distancia completamente virtualizada a través de los nuevos canales digitales (las nuevas redes de comunicación, en especial internet), y que utiliza para ello las herramientas o aplicaciones de hipertexto, como páginas web, correo electrónico, foros de discusión, mensajería instantánea, plataformas de formación, etc., como soporte de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Santiago & Trbaldo, 2015, p. 5).

Para Leyva *et al.* (2016), el M-learning “es un tipo de aprendizaje que se basa fundamentalmente en el uso de los dispositivos móviles como base en los procesos de enseñanza-aprendizaje, siendo esta una forma innovadora”.

Además, Chirino-García & Hernández-Corona (2020), sostienen que los ambientes de aprendizaje basados en M-learning, contribuyen de manera significativa a la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje, donde se propicia la interactividad y comprensión de conocimientos, por lo cual aunado a lo mencionado anteriormente se decidió implementarlo en el presente proyecto.

2. Objetivos

El objetivo general del presente trabajo es diseñar un modelo de componentes de aprendizaje adaptativo para facilitar el desarrollo de habilidades en el área de metodología de la programación.

2.1. Objetivos específicos

Los objetivos específicos del presente trabajo son:

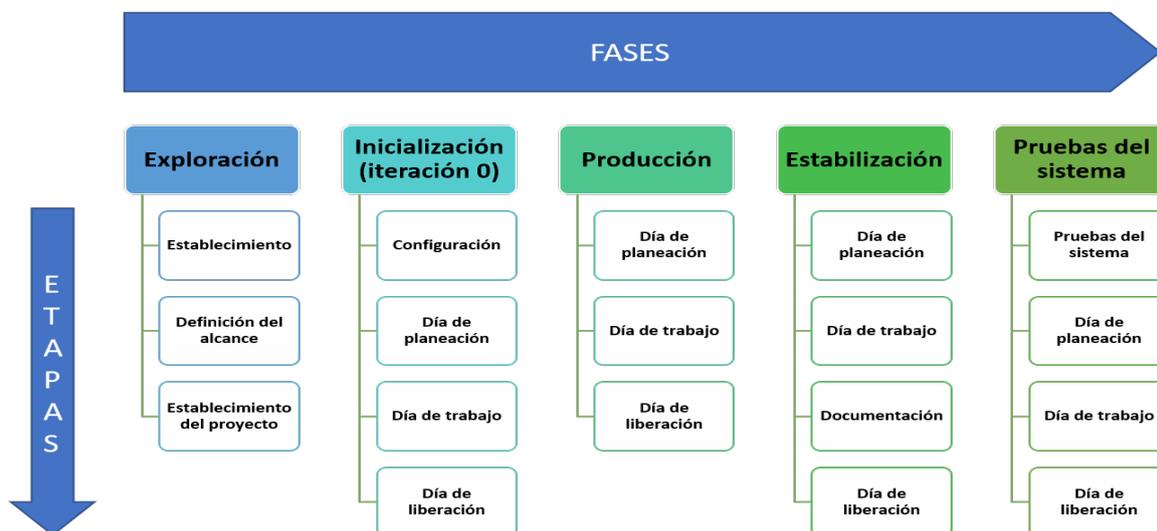
- Alinear el modelo componentes de aprendizaje adaptativo al modelo de las universidades tecnológicas.
- Generar un prototipo de APP multiplataforma para integrar la evaluación diagnóstica.
- Realizar una evaluación diagnóstica adaptativa utilizando algoritmos informáticos.

3. Metodología

En cuanto al proceso metodológico, para el desarrollo del presente trabajo se utilizó la metodología ágil denominada Mobile-D propuesta por Abrahamsson *et al.* (2004), que es usada en el desarrollo de software principalmente para la generación de aplicaciones para dispositivos móviles, ya que es una metodología ágil de ciclos cortos muy flexible que se adapta bien a los procesos de desarrollo del M-learning (Molina Ríos *et al.*, 2021).

La metodología Mobile-D está integrada por 5 fases; exploración, inicialización, producción, estabilización y pruebas. A su vez cada fase está dividida en etapas, las cuales se muestran a mayor detalle en la figura 1.

Figura 1. Metodología Mobile-D



Fuente(s): Abrahamsson *et al.* (2004).

Las fases de la metodología que se describen la figura se detallan a continuación.

Exploración: En esta fase se define el proyecto y se realiza la planeación del mismo, además de definir el alcance, elegir la arquitectura, seleccionar los materiales y herramientas tecnológicas que se utilizarán, incluyendo los frameworks para la implementación de la aplicación.

Inicialización: Esta fase es vital para el desarrollo de las siguientes fases, ya que de ella depende en mucho el éxito del proyecto y es aquí donde se verifican los problemas críticos de la aplicación con respecto al desarrollo, además de preparar la configuración de todos los recursos para la siguiente fase del proceso.

Producción: En esta fase es en donde principalmente se desarrolla el producto, en base a los requerimientos funcionales, considerando un proceso iterativo e incremental en el cual se realizan pruebas de programación por cada iteración para garantizar el funcionamiento de la aplicación.

Estabilización: El propósito de esta fase es el aseguramiento de la calidad de la implementación de la aplicación, además de la documentación del proyecto.

Pruebas del sistema: En esta fase lo que se pretende es verificar el correcto funcionamiento de la aplicación, conforme a los requerimientos especificados al inicio, que sea correcto y que no tenga errores de ningún tipo, así como también se aplica una prueba piloto con los estudiantes. t

3.1. Contexto de la investigación

Este proyecto fue desarrollado en una Universidad Tecnológica, una institución de carácter público descentralizada ubicada en el centro de México, en la División de Tecnologías de la Información y Comunicación (DTIC). La DTIC tiene cuatro programas educativos de Técnico Superior Universitario que son: Tecnologías de la Información y Comunicación, Área Sistemas Informáticos, Tecnologías de la Información y Comunicación, Área Desarrollo de Software Multiplataforma, Tecnologías de la Información y Comunicación, Área Redes y Telecomunicaciones, así como Tecnologías de la Información y Comunicación, Área Infraestructura de Redes. También cuenta con dos programas de ingeniería que son: Ingeniería en Desarrollo y Gestión de Software e Ingeniería en Redes Inteligentes y Ciberseguridad.

En este contexto, la presente investigación fue desarrollada durante el año 2021 como parte del proyecto de tecnologías de información y comunicación aplicadas a la educación.

3.2. Muestra

La población de estudio se integró por un grupo de 38 estudiantes de primer cuatrimestre de la asignatura de Metodología de la Programación, que integraban el grupo 1TSM3 en el cuatrimestre enero-abril 2022, de la carrera de Técnico Superior Universitario en Tecnologías de la Información y Comunicación: Área Desarrollo de Software Multiplataforma. Los participantes fueron seleccionados por un método de muestreo no probabilístico intencional (Taylor *et al.*, 2016). El rango de edad de los estudiantes está entre los 18 y 22 años, donde predomina el sexo masculino con el 81.6 % y el 18.4 % son de sexo femenino. El promedio de edad de los participantes fue de 19.6 años y con una desviación estándar de 1.2 años.

3.3. Herramientas tecnológicas utilizadas

Para el desarrollo del prototipo de la APP, en primera instancia se utilizaron herramientas multiplataforma para que funcionara tanto en el sistema operativo Android como en IOS. Las tecnologías utilizadas se describen a continuación:

- Xamarin.forms, se utilizó para que el desarrollo del prototipo de la APP tuviera un aspecto nativo y fuera de alto rendimiento.
- MySQL, se utilizó como manejador de base de datos, ya que se adapta muy bien a diferentes entornos de desarrollo.
- Node Js, se utilizó para poder ejecutar JavaScript y con ello optimizar la aplicación para que en el futuro se pueda escalar, ya que es ligero y muy eficiente para este tipo de aplicaciones.

4. Análisis y Resultados

4.1. Modelo de componentes de aprendizaje adaptativo

El modelo de componentes de aprendizaje adaptativo que se diseñó está basado en el análisis de la problemática, necesidades y contextualizado al modelo de Universidades Tecnológicas.

Dicho modelo está integrado por los elementos adaptables, modelo educativo, entorno del estudiante, contenido, tecnología y la evaluación adaptativa. Los elementos adaptables son los que se tienen que ajustar a cada estudiante y deben incluir información sobre los modelos de dominio, instrucción, estudiante y adaptativo.

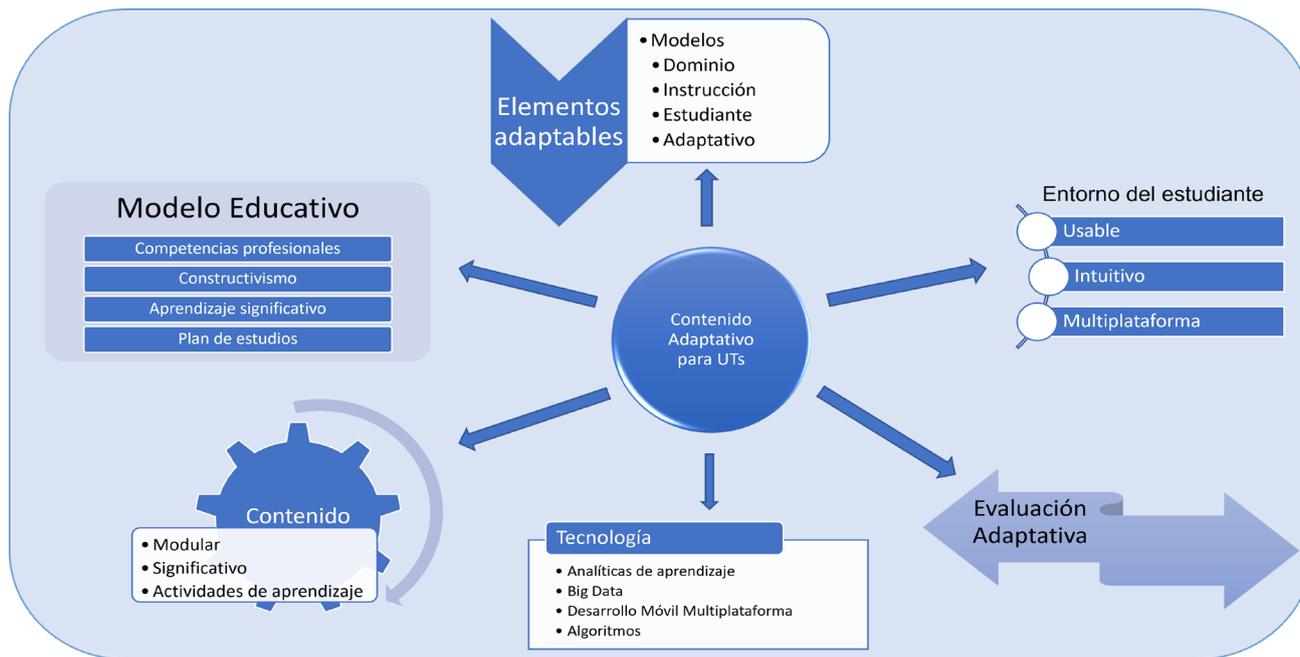
En cuanto al modelo educativo, las Universidades Tecnológicas en México están trabajando actualmente con competencias profesionales, integrando el constructivismo, el aprendizaje significativo y un plan de estudios orientado 70% práctica y 30% teoría.

Sin embargo, también se decidieron agregar componentes sobre el entorno que está usando el estudiante, donde la usabilidad es prioritaria para facilitar a interacción con él, se requiere un ambiente intuitivo, fácil de manejar y al ser una APP móvil que se pueda utilizar en los principales sistemas operativos del mercado actual que son iOS y Android.

En lo que respecta a la parte tecnológica, se implementarán analíticas de aprendizaje, big data y algoritmos especializados para el tratamiento de la información.

La figura 2 muestra el modelo de componentes de aprendizaje adaptativo propuesto que incluye elementos adaptables, entorno del estudiante, evaluación adaptativa, contenido y modelo educativo.

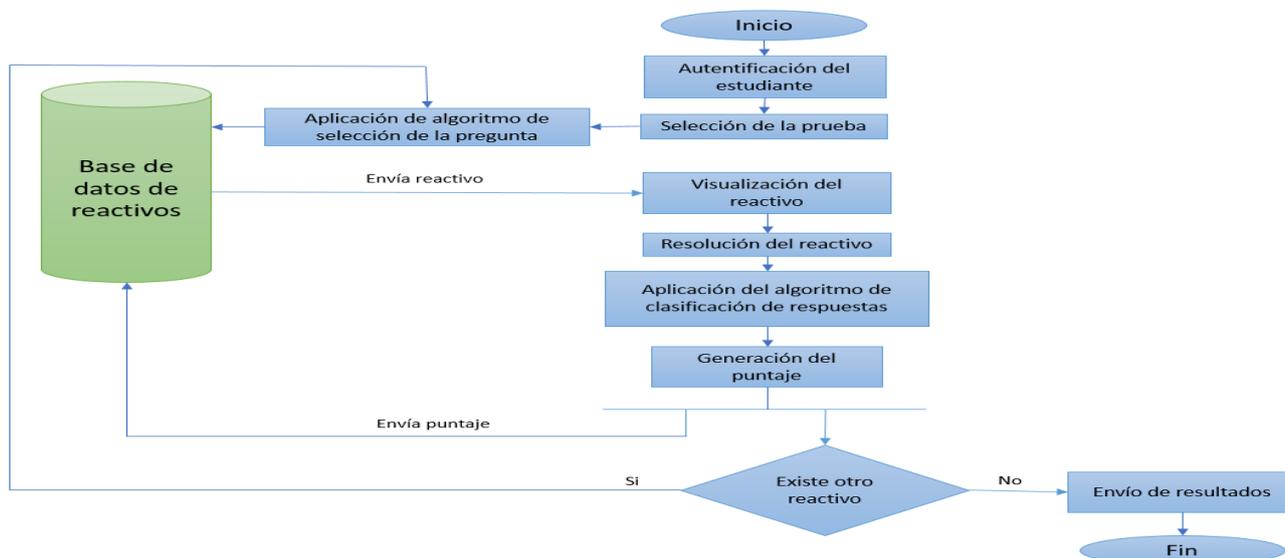
Figura 2. Modelo de componentes de aprendizaje adaptativo



Fuente: Basado en la propuesta de Cardona *et al.* (2020)

Por su parte, en lo que se refiere a la evaluación adaptativa, se realizó en base a la propuesta de Olea *et al.* (2004). La figura 3 muestra el diagrama de flujo del proceso aplicado en la evaluación adaptativa, desde que el estudiante se autentica en la APP, posteriormente se aplica un algoritmo para la selección de las preguntas mismo que corresponde a un nivel de dificultad, en dicho algoritmo se utilizó un método estadístico bayesiano que va determinando cada una de las preguntas durante la prueba y luego se tiene otro algoritmo que se ejecuta cuando se termina la evaluación, para conocer el grado de conocimientos individualizados, hasta que finalmente se le envían los resultados.

Figura 3. Proceso de evaluación adaptativa



Fuente: Elaboración propia

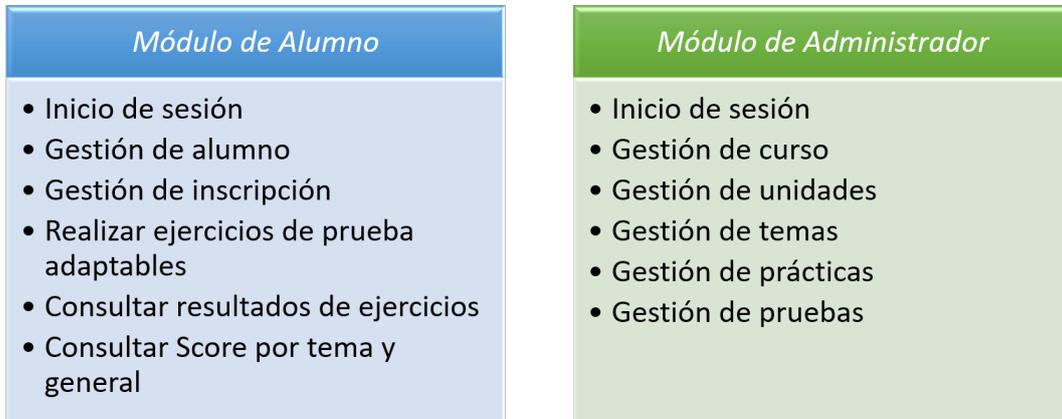
4.2. Prototipo de APP multiplataforma

En la primera fase de exploración, al analizar los promedios de los estudiantes de las carreras de TIC, se pudo verificar que las asignaturas relacionadas al área de programación son generalmente las de menor promedio escolar, pues resultan ser las más complejas para los estudiantes, esto se debe a que en este tipo de materias se

requiere en mayor medida utilizar un pensamiento complejo y abstracto, además de mucha práctica. Es por ello que se propuso que este proyecto estuviera orientado hacia el área de metodología de la programación.

El prototipo se dividió en dos módulos, el del alumno y el del administrador. La figura 4 muestra la funcionalidad de cada uno.

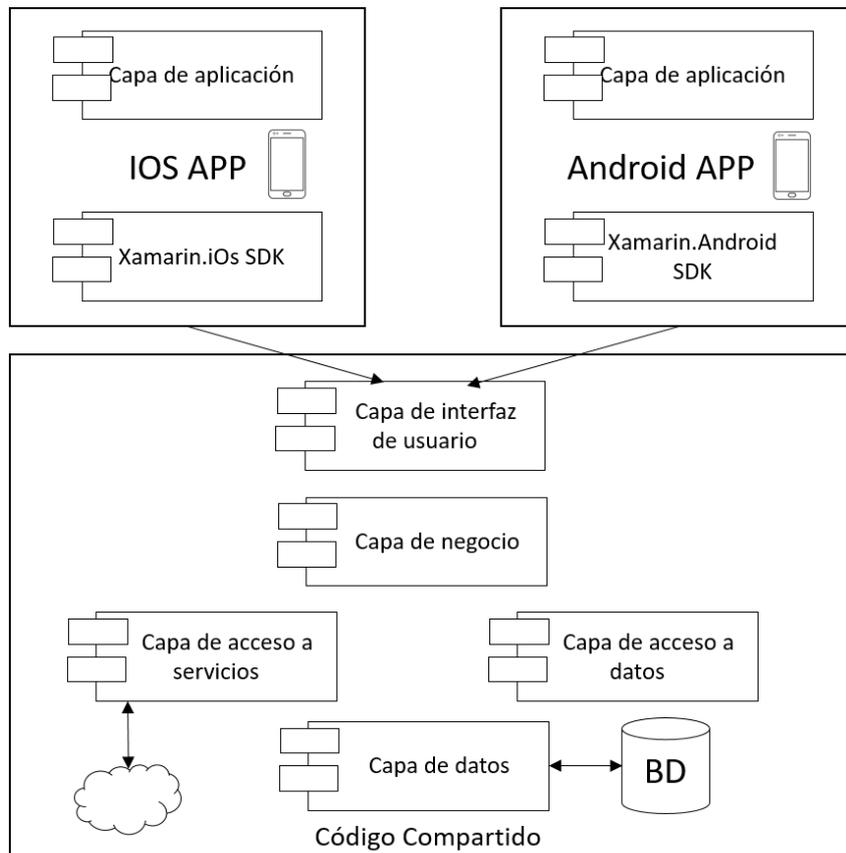
Figura 4. Módulos del prototipo



Fuente: Elaboración propia.

Durante la fase de inicialización se definieron tanto los requerimientos funcionales como los no funcionales; también se generó el diagrama de componentes lógicos del prototipo de APP, el cual se muestra en la figura 5, donde se pueden apreciar los componentes del código compartido así como también los componentes específicos para IOS y Android.

Figura 5. Diagrama de componentes de la APP



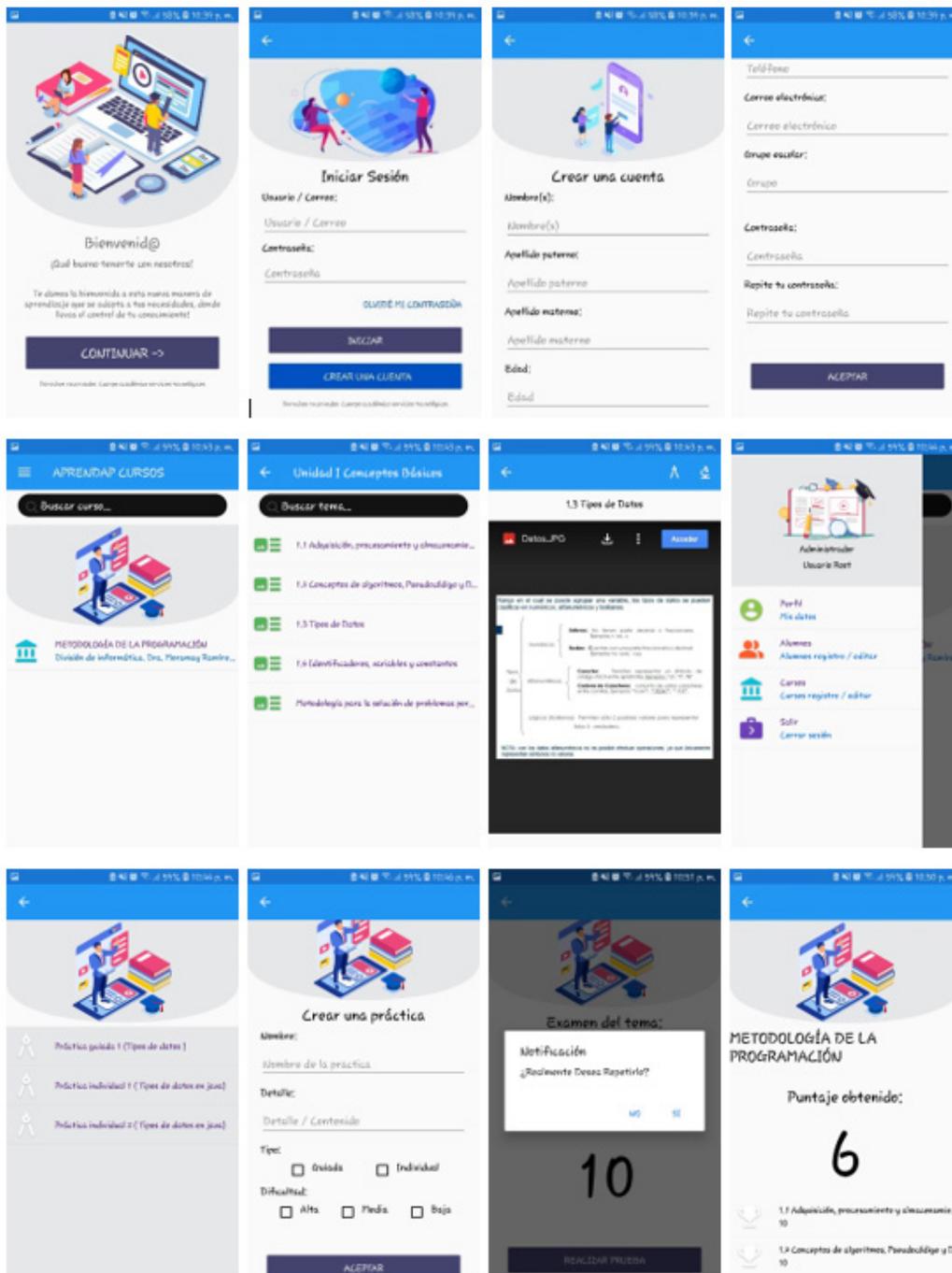
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el diagrama, la APP, al ser multiplataforma tiene un módulo desarrollado para Android y otro para IOS, cada uno con su capa de aplicación para que pueda ser interpretado en ambos sistemas operativos.

Además, de manera genérica se creó la capa de interfaz de usuario que permite el desarrollo de las pantallas de la aplicación con las que interactúan los usuarios de la misma, luego está la capa de negocio donde se desarrolla el algoritmo adaptativo, así como la capa de acceso a datos y la capa de datos que posibilitan el almacenamiento y transacciones en la base de datos de MySQL.

En la tercera fase de producción se construyó la base de datos de la APP, posteriormente se crearon las interfaces gráficas. En la figura 6 se muestran algunas de las pantallas más representativas, donde se muestra desde la bienvenida, el inicio de sesión, la creación de la cuenta, algunos materiales y el resultado de una prueba de evaluación.

Figura 6. Diseño de interfaces gráficas de la APpt



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realizó la fase de estabilización, donde se hizo la integración de la APP vinculando las interfaces a la base de datos, generando una conexión abierta además de trabajar en la documentación de la aplicación.

4.3. Resultados de la prueba piloto

Una vez desarrollado el prototipo de la APP se realizó una prueba piloto. El grupo de 38 estudiantes fue dividido de manera aleatoria en 2 subgrupos de 19 estudiantes, uno experimental y otro de control. Ambos subgrupos fueron evaluados de la misma manera en la asignatura con la diferencia de que los del subgrupo experimental estuvieron utilizando el prototipo a lo largo del cuatrimestre.

Las notas para evaluar por competencias son: AU (autónomo), DE (destacado), SA (satisfactoria) y NA (no acreditado). En términos numéricos en la asignatura, el AU equivale a 10.0, el DE equivale a 9.0, el SA equivale a 8.0 y el NA equivale a 7.0. Los resultados obtenidos del subgrupo experimental se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados del subgrupo experimental

Estudiante	1º Parcial	2º Parcial	3º Parcial	Final
1	SA	8	DE	9
2	DE	9	SA	8
3	NA	7	SA	8
4	NA	7	SA	8
5	DE	9	AU	10
6	SA	8	NA	7
7	SA	8	SA	8
8	SA	8	SA	8
9	SA	8	NA	7
10	SA	8	SA	8
11	DE	9	AU	10
12	DE	9	DE	9
13	SA	8	NA	7
14	DE	9	DE	9
15	NA	7	NA	7
16	AU	10	DE	9
17	SA	8	DE	9
18	DE	9	DE	9
19	NA	7	SA	8
Reprobados:	4	4	3	3
Aprobados:	15	15	16	16

% Reprobados:	21.1	21.1	15.8	15.8
% Aprobados:	78.9	78.9	84.2	84.2
Promedio:	8.2	8.3	8.6	8.5

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, en el subgrupo experimental el número de estudiantes reprobados disminuyó en el 3º parcial y final, por consecuencia incrementó el número de aprobados, así como también hubo un incremento de su promedio conforme avanzó el curso. Los resultados del subgrupo de control se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados del subgrupo control

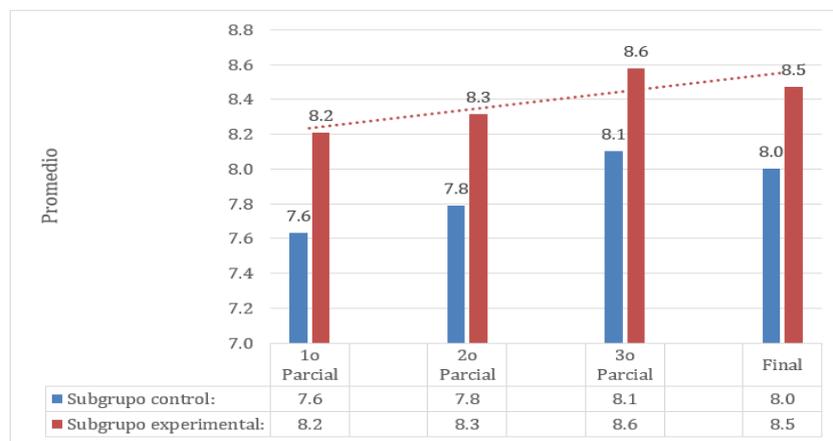
Estudiante	1º Parcial		2º Parcial		3º Parcial		Final	
1	NA	7	SA	8	SA	8	SA	8
2	NA	7	NA	7	SA	8	SA	8
3	NA	7	SA	8	NA	7	NA	7
4	SA	8	NA	7	NA	7	NA	7
5	SA	8	SA	8	AU	10	DE	9
6	SA	8	DE	9	AU	10	AU	10
7	SA	8	SA	8	AU	10	DE	9
8	SA	8	NA	7	NA	7	NA	7
9	SA	8	SA	8	SA	8	SA	8
10	NA	7	NA	7	NA	7	NA	7
11	NA	7	SA	8	SA	8	SA	8
12	SA	8	NA	7	SA	8	SA	8
13	SA	8	SA	8	NA	7	SA	8
14	SA	8	DE	9	DE	9	DE	9
15	SA	8	DE	9	SA	7	SA	7
16	NA	7	NA	7	DE	9	SA	8
17	SA	8	SA	8	SA	8	SA	8
18	SA	8	NA	7	SA	8	SA	8
19	NA	7	SA	8	SA	8	SA	8
Reprobados:	7		7		5		4	
Aprobados:	12		12		14		15	

% Reprobados:	36.8	36.8	26.3	21.1
% Aprobados:	63.2	63.2	73.7	78.9
Promedio:	7.6	7.8	8.1	8.0

Fuente: Elaboración propia

En el subgrupo de control se puede apreciar que los resultados fueron más bajos en cada uno de los parciales, así como también en la evaluación final, aunque también se puede ver un incremento en el 2º y 3º parcial los resultados finales fueron menores que en el subgrupo experimental, por lo que pareciera que la utilización del prototipo tuvo un impacto positivo en los estudiantes que lo utilizaron. La figura 7 muestra la gráfica de los promedios obtenidos en ambos subgrupos.

Figura 7. Gráfica de promedios



Fuente: Elaboración propia

5. Discusión

El aprendizaje adaptativo, aunque hoy en día es una alternativa para el proceso de enseñanza aprendizaje, como todo tiene muchas ventajas, pero también desventajas al momento de aplicarse.

Entre las ventajas para los estudiantes se encuentran; la individualización del proceso de enseñanza aprendizaje, ayuda a desarrollar las competencias de los estudiantes, el desempeño es más eficiente, se incrementa la motivación e interés, se mejoran las habilidades digitales, es personalizado, diferenciado, además de crear un ambiente más flexible y receptivo (Dziuban *et al.*, 2018).

Sin embargo, a pesar de las bondades de este modelo, también existen algunas desventajas tales como; se requiere contar con recursos tecnológicos, no es factible en todos los lugares, se necesitan recursos económicos, el proceso de desarrollo de los contenidos es lento y complejo por el tipo de algoritmos que se deben utilizar, es necesario estar actualizando constantemente las analíticas de aprendizaje para mejorar los algoritmos y el producto.

No obstante, los resultados reflejan lo que se menciona en el marco teórico subyacente en cuanto a la eficiencia para mejorar los resultados de aprendizaje, pues como se pudo observar en las tablas de resultados 1 y 2, el subgrupo experimental tuvo un promedio final de 8.5 mientras que el subgrupo de control de 8.0 habiendo una diferencia de 0.5 lo cual parece indicar que contar con una APP de este tipo para los estudiantes puede resultar una ventaja.

6. Conclusiones

La realidad actual a raíz de la pandemia nos está obligando a las instituciones educativas a hacer un proceso de transición en el ámbito educativo, las formas de adquisición del aprendizaje están cambiando, los estudiantes

aprenden de manera diferente y dadas las circunstancias se requieren opciones flexibles que les permitan alcanzar sus competencias educativas.

Como comenta Ramírez (2021), cabe resaltar que, durante la pandemia, la tecnología educativa jugó un papel muy importante, permitiendo a la mayoría de las instituciones, pero sobre todo a las de nivel superior, continuar con el proceso de enseñanza aprendizaje con diferentes medios acorde a su contexto y recursos.

El aprendizaje adaptativo es una opción atractiva e innovadora para que los estudiantes puedan adquirir sus conocimientos, donde se pueden incluir diferentes teorías y enfoque pedagógicos apoyados por las TIC (Hernando, 2018).

En base a los resultados obtenidos con la prueba piloto realizada, se puede decir que la tecnología educativa favorece la personalización de los procesos de enseñanza aprendizaje, ya que flexibiliza la forma en que se pueden presentar los contenidos, así como las evaluaciones. Además de que le permite al estudiante obtener un mejor desarrollo y apropiación de sus habilidades tanto académicas como tecnológicas.

Aunado a lo anterior, el uso de las TIC en la educación ha permitido hacer los contenidos más atractivos e intuitivos, además de permitir el acceso a múltiples recursos.

Por otro lado, se confirma que el aplicar un modelo de aprendizaje adaptativo coadyuva en el desarrollo y fortalecimiento de habilidades de los estudiantes. Este resultado coincide con los obtenidos por otros investigadores como Riswan (2022).

El objetivo general establecido al inicio del proyecto se cumplió, ya que se realizó el diseño sistémico de un modelo de componentes de aprendizaje adaptativo que facilitó el desarrollo de habilidades en el área de metodología de la programación incorporando los principales elementos adaptables, los aspectos esenciales del modelo educativo, lo referente al entorno del prototipo con el estudiante, aspectos de contenido, tecnológicos y de evaluación.

Con respecto a los objetivos específicos, se pudo alinear el modelo de componentes de aprendizaje adaptativo con respecto al modelo de las universidades tecnológicas, se generó también el prototipo de APP multiplataforma para los sistemas operativos iOS y Android, donde se integró la evaluación diagnóstica por medio de algoritmos informáticos.

Además, al poner en práctica el modelo y prototipo generados, los resultados revelaron las enormes ventajas que el aprendizaje adaptativo en conjunto con la tecnología educativa tiene para los estudiantes, tales como la motivación, el aprendizaje significativo, la retroalimentación constante y la mejora en su desempeño académico. Por lo que se puede concluir que el aprendizaje adaptativo junto con algoritmos informáticos optimiza los procesos de enseñanza aprendizaje.

Sin embargo, aunque este trabajo permite visibilizar y reflexionar acerca de las bondades del aprendizaje adaptativo, aún queda un camino largo por recorrer. Se considera importante recopilar la experiencia de los usuarios para hacer una mejora continua del producto; en la medida que la APP mejore, los estudiantes tendrán una participación más activa en su proceso de enseñanza aprendizaje.

Por otro lado, se considera importante seguir mejorando los algoritmos para poder optimizar los resultados y que la APP que tenga un mejor impacto en los estudiantes que la utilizan.

Finalmente, es importante recalcar que la tecnología educativa, en conjunto con el M-learning en este tipo de proyectos, juega un papel muy importante extendiendo la oportunidad de aprendizaje y ampliando las posibilidades para los estudiantes.

7. Agradecimientos

El presente texto nace en el marco de un proyecto del Cuerpo Académico Servicios Tecnológicos de la Universidad Tecnológica de Tecámac, "Tecnologías de la Información y Comunicación Aplicadas a la Educación".

Referencias

- Abrahamsson, P., Hanhineva, A., Hulkko, H., Ihme, T., Jääliñoja, J., Korkala, M., Koskela, J., Kyllönen, P., & Salo, O. (2004). Mobile-D: An agile approach for mobile application development. *Proceedings of the Conference on Object-Oriented Programming Systems, Languages, and Applications, OOPSLA*, 174–175. <https://doi.org/10.1145/1028664.1028736>
- Adams Becker, S., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, I., Kristi, Diaz, V., & Pomerantz, J. (2018). NMC Horizon Report 2018 Higher Education Edition. <https://library.educause.edu/resources/2018/8/2018-nmc-horizon-report>
- Amendaño-Guarquila, R. E., & Guevara-Vizcaíno, C. F. (2021). M-learning la educación a través de pantallas a los + jóvenes en confinamiento. *EPISTEME KOINONIA*, 4(8), 308. <https://doi.org/10.35381/e.k.v4i8.1358>
- Arce, J. R., Coba, J. P., & Pegueros, J. (2017). Impacto del m-learning en el proceso de aprendizaje: habilidades y conocimiento / The Impact Of m-learning On The Learning Process: Skills and Knowledge. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 8(15), 363–386. <https://doi.org/10.23913/RIDE.V8I15.303>
- Blasco-Serrano, A. C., González, I. B., & Coma-Roselló, T. (2022). Incorporación de las TIC en la formación inicial del profesorado mediante Flipped Classroom para potenciar la educación inclusiva. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 79, 9–29. <https://doi.org/10.21556/EDUTEC.2022.79.2393>
- Cardona, T. S. A., Valencia, C. M. L., & Jaramillo, V. S. (2020). Implementación y validación de una arquitectura para un entorno virtual adaptativo. *Espacios*, 41, 14–28. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n06/20410614.html>
- Chirino-García, R. C. & Hernández-Corona, J., 2020. M-learning: Estrategia para la promoción del aprendizaje electrónico móvil en instituciones de educación superior. *EPISTEME KOINONIA*, 3(5), pp. 1-12. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/258/2581039007/html/index.html>
- Crescenzi-Lanna, L., Valente, R., & Suárez-Gómez, R. (2019). Safe and inclusive educational apps: Digital protection from an ethical and critical perspective. *Comunicar*, 27(61), 88–97. <https://doi.org/10.3916/C61-2019-08>
- Del Valle Mejías, M. E. (2020). Edmodo: una plataforma de e-learning para la inclusión. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 52, 17-28. <http://doi.org/10.15198/seeci.2020.52.17-28>
- Dziuban, C., Moskal, P., Parker, L., Campbell, M., Howlin, C., & Johnson, C. (2018). Adaptive learning: A stabilizing influence across disciplines and universities. *Online Learning Journal*, 22(3), 7–39. <https://doi.org/10.24059/olj.v22i3.1465>
- Fombona, J., Pascual-Sevillano, M. A., & González-Videgaray, M. C. (2017). M-learning and augmented reality: A review of the scientific literature on the WoS repository. *Comunicar*, 25(52), 63–71. <https://doi.org/10.3916/C52-2017-06>
- García Sánchez, M. del R., Reyes Añorve, J., & Godínez Alarcón, G. (2018). Las Tic en la educación superior, innovaciones y retos / The ICT in higher education, innovations and challenges. *RICSH Revista Iberoamericana de Las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 6(12), 299–316. <https://doi.org/10.23913/ricsh.v6i12.135>
- González, M., Benchoff, D., Huapaya, C., & Remon, C. (2017). Aprendizaje Adaptativo: Un Caso de Evaluación Personalizada. *Revista Iberoamericana de Educación En Tecnología y Tecnología En Educación*, 65–72.
- Hernando Calvo, A. (2018). Escuelas del siglo XXI : comunidades de aprendizaje personalizado. *Cuadernos de Pedagogía*, 86–91. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/184756>
- Lerís López, D., Vea Muniesa, F., & Velamazán Gimeno, Á. (2015). Aprendizaje adaptativo en Moodle: tres casos prácticos. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(4), 138–157. <https://doi.org/10.14201/eks201516138157>
- Leyva, A., Carreño, M., Estrada, I., & Ezpinoza, G. (2016). Desarrollo de una herramienta tipo m-Learning utilizando la metodología Mobile-D, como apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje de la programación lineal. *Revista Colombiana de Computación*, 17(1), 7–22.
- López, C., & Bedolla Cornejo, L. P. (2020). El aprendizaje adaptativo para la regularización académica de estudiantes de nuevo ingreso: la experiencia en un curso remedial de matemáticas. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 74, 206–220. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.74.1627>
- Mascarell Paláu, D. (2020). Fomento del Mobile Learning en educación alrededor de la última década. Un estudio de caso en España través de una selección de aportaciones. *Vivat Academia. Revista de Comunicación*, 153, 73-97. <https://doi.org/10.15178/va.2020.153.73-97>
- Molina Ríos, J. R., Honores Tapia, J. A., Pedreira-Souto, N., & Pardo León, H. P. (2021). Estado del arte: metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles. *3C Tecnología. Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 10(2), 17–45. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2021.v10n2e38.17-45>
- Olea, J., Abad, F. J., Ponsoda, V., & Carmen Ximénez, M. (2004). Un test adaptativo informatizado para evaluar el conocimiento de inglés escrito: diseño y comprobaciones psicométricas. *In Psicothema* (Vol. 16). www.

psicothema.com

- Pérez, X. O. P., & Crespo, E. J. R. (2022). TIC's en la educación en contextos de disrupción tecnológica. *RECIAMUC*, 6(1), 139-148. [https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/6.\(1\).ENERO.2022.139-148](https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/6.(1).ENERO.2022.139-148)
- Pina, M. B. (2017). Diversidad educativa ¿Un potencial desconocido? *Revista de Investigacion Educativa*, 35(1), 15-33. <https://doi.org/10.6018/rie.35.1.275031>
- Ramírez, H. M. (2021). Implementación de estrategias de Rapid E-Learning ante la pandemia. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 9(1). <https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V9I1.2870>
- Riswan, R. (2022). The Design of Adaptive Learning Model to Support the Application of Blended Learning How to Cite. *IRJE /Indonesian Research Journal in Education* (Vol. 6), 58-70. <https://doi.org/10.22437/irje.v6i1.10677>
- Santiago, R., & Trbaldo, Susana. (2015). *Mobile Learning Nuevas Realidades en el Aula*. Oceano Grupo Editoria, S.A.
- Taylor, S., Bogdan, R., & DeVault, M. (2016). Chapter 3 Participant Observation : In the Field. *Introduction to Qualitative Research Methods: A Guidebook and Resource*, 54-95.
- Torres Cañizález, P. C., & Cobo Beltrán, J. K. (2017). Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación. *Educere*, 21(68), 31-40.
- Zamora Delgado, R. (2019). M-learning, the advantages of using mobile devices in the autonomous learning process. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 4(3), 29-38.