

Aplicación móvil para entrenamiento y autoevaluación: Solución generalizable

Mobile APP for training and self-assessment: Generalizable solution

Ariel López González¹, Mailyn Moreno Espino², Yahima Hadfeg Fernández³

¹Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán, Ciudad de México, México

²Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Computación, Ciudad de México, México

³Universidad Católica del Norte, Departamento de Administración, Antofagasta, Chile.

mmorenoe2022@cic.ipn.mx, lopez.gonzalez.areill@gmail.com, yahima.hadfeg01@ucn.cl

Recibido: 23/03/2023 | Corregido: 27/10/2023 | Aceptado: 09/11/2023

Cita sugerida: A. López González, M. Moreno Espino, Y. Hadfeg Fernández, "Aplicación móvil para entrenamiento y autoevaluación: Solución generalizable," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 38, pp. 20-30, 2024. doi:10.24215/18509959.38.e2.

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

Resumen

Las circunstancias que vivió el mundo durante la Covid-19 obligaron a las instituciones educativas a considerar la educación a distancia como alternativa viable, apoyadas por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs). No obstante, la calidad de la educación a distancia presenta desafíos adicionales debido a la falta de supervisión directa de un profesor y a la motivación de los estudiantes. Es primordial aprovechar las TIC para la formación interactiva y fomentar la práctica de los conocimientos y la autoevaluación. Los dispositivos móviles son una herramienta adecuada para ello, debido a su amplia disponibilidad y facilidad de uso. En el trabajo se expone el desarrollo de una aplicación móvil que funciona como entrenador para los estudiantes, proporcionando un sistema de preguntas y respuestas para practicar los conceptos teóricos y evaluar el rendimiento. Este enfoque es importante para garantizar un proceso de aprendizaje de calidad en la educación a distancia y aprovechar las ventajas que ofrecen las TICs. Para validar la generalización de la propuesta, se desarrolló un estudio de casos con dos unidades de análisis donde se utiliza la aplicación: en un contexto académico y en un contexto de entrenamiento de operarios de calderas.

Palabras clave: Educación a distancia; Dispositivos móviles; Entrenamiento; Aprendizaje electrónico móvil; Estudio de caso

Abstract

The circumstances experienced worldwide during the Covid-19 pandemic compelled educational institutions to consider distance education as a viable alternative, supported by Information and Communication Technologies (ICTs). However, the quality of distance education presents additional challenges due to the lack of direct teacher supervision and student motivation. It is crucial to leverage ICTs for interactive training and to encourage the application of knowledge and self-assessment. Mobile devices are suitable tools for this purpose, given their widespread availability and user-friendly nature. This paper discusses the development of a mobile application functioning as a trainer for students, providing a question-and-answer system to practice theoretical concepts and assess performance. This approach is crucial to ensure a high-quality learning process in distance education and to capitalize on the advantages offered by ICTs. To validate the proposal's generalizability, a case study was conducted with two units of analysis

where the application was utilized: in an academic context and in a boiler operators' training context.

Keywords: Distance education; Mobile devices; Training; M-learning; Case study

1. Introducción

Las TICs han tenido un papel importante en la educación, especialmente en la formación de estudiantes. En el reciente contexto de pandemia, la educación a distancia se ha vuelto esencial y las TICs proporcionan la infraestructura necesaria para su implementación [1], [2], [3]. En la región de Latinoamérica, 18 países cuentan con instituciones que ofrecen cursos de educación superior en modalidad a distancia, entre ellos Cuba, asesorados por el Instituto Latinoamericano y del Caribe de Calidad en Educación Superior a Distancia (CALED) [4].

Tras la declaración de la pandemia de COVID-19 por parte de la OMS el 11 de marzo de 2020, los países de todo el mundo comenzaron a prepararse y responder a los efectos de la pandemia en la población. Esto incluyó la suspensión de la enseñanza presencial en escuelas y universidades, lo que llevó a la adopción de la educación a distancia. Los profesores se vieron obligados a adaptarse a las tecnologías educativas y transformar sus hogares en aulas improvisadas, mientras que los estudiantes tuvieron que ajustarse a una modalidad telemática que demandaba mayor compromiso y disciplina en medio de la incertidumbre [5].

A pesar de las dificultades que ha causado la crisis actual, los métodos de educación a distancia pueden ser la base de un nuevo sistema de educación a largo plazo. Es importante analizar la calidad de la enseñanza remota durante una pandemia y las dificultades que enfrentaron los estudiantes para mejorar la interacción y las herramientas entre profesores y alumnos [5], [6]. Se han implementado diversas herramientas y técnicas para mantener el nivel de trabajo y reducir las brechas educativas causadas por la suspensión de las clases presenciales, como clases por televisión, plataformas de teleformación, intercambio de contenidos en la nube, intercambio constante entre estudiantes y profesores por teléfono y chat, y programas informáticos diversos [5], [7].

La evaluación de los contenidos impartidos es una variable importante en el proceso educativo y requiere atención especial [8]. Durante la pandemia, se ha debatido ampliamente sobre las formas adecuadas de llevar a cabo estrategias y técnicas de evaluación en la educación a distancia. Tanto la evaluación como la autoevaluación del estudiante son fundamentales para encontrar soluciones en los sistemas de educación a distancia [9]. El aprendizaje es esencial para adquirir nuevas habilidades y técnicas, y puede mejorarse mediante el uso de métodos activos de aprendizaje que incluyen las TICs, permitiendo una asimilación efectiva de la información en menos tiempo.

La integración de las TICs en la enseñanza en Cuba y otros países sigue siendo un desafío y en muchas ocasiones se utilizan metodologías tradicionales [10], [11], [12], [13]. Sin

embargo, se han desarrollado y utilizado diversas tecnologías en la enseñanza, pero se necesita avanzar en la implementación de metodologías activas de aprendizaje, como la simulación, el trabajo cooperativo en línea, los entrenadores digitales, el aprendizaje por indagación o la gamificación, para preparar al estudiante a enfrentar los retos de la sociedad actual [5].

El Aprendizaje electrónico móvil (*m-learning*) es una forma de educación que utiliza dispositivos móviles para fomentar la adquisición de conocimientos de manera independiente en cualquier momento y lugar [9]. La UNESCO define el *m-learning* como el uso de dispositivos móviles para facilitar el aprendizaje formal e informal, describiendo estos dispositivos como digitales, portátiles, con acceso a internet y capacidad multimedia [14].

Durante la última década, los dispositivos móviles han sido introducidos gradualmente en el contexto educativo, lo que ha permitido que cada persona tenga un gran poder de cómputo a su alcance en casi cualquier momento [15]. Los dispositivos móviles resultan más atractivos, accesibles y sencillos de utilizar, y su inclusión en el aprendizaje aumenta el interés, la creatividad, el compromiso y la motivación de los aprendices, motivándolos a dedicar un mayor tiempo y esfuerzo al aprendizaje [16], [17].

En este trabajo se presenta el desarrollo de una aplicación móvil capaz de consumir, desde un fichero, un cuestionario para el entrenamiento y autoevaluación de estudiantes como apoyo para la formación.

2. El aprendizaje y las TICs

El aprendizaje se refiere al proceso de adquirir habilidades, conocimientos, valores y conductas, que puede lograrse a través del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación. Por otro lado, el entrenamiento se enfoca en obtener conocimientos, habilidades y/o capacidades de manera específica, ya sea en el ámbito físico o profesional [18]. El aprendizaje electrónico o *e-learning* es una herramienta poderosa de enseñanza que integra tecnología y educación, y conlleva a un aumento en la satisfacción percibida por los aprendices [19]. Las TICs pueden utilizarse como soporte en entornos presenciales o semipresenciales, así como herramientas mediadoras en la enseñanza a distancia [20]. En el ámbito industrial, aprovechar las herramientas proporcionadas por las TICs se presenta como una excelente alternativa para complementar los conocimientos teóricos adquiridos y facilitar la preparación especializada [21].

2.1. Dispositivos móviles en el aprendizaje

El aprendizaje móvil (*m-learning*) utiliza dispositivos móviles como teléfonos móviles, laptops y tabletas con conectividad a internet para promover el aprendizaje colaborativo y dinámico [9]. Este tipo de aprendizaje permite extender el proceso de enseñanza más allá de la clase presencial y aprovechar las diversas herramientas que brindan los dispositivos móviles y las redes sociales para intercambiar información, ideas y aportes personales [15]. El *m-learning* surge en la década de los 80 y ha estado generando cada vez más interés en todo el mundo en los

últimos 10 años [22]. Las características generales del aprendizaje móvil incluyen flexibilidad, portabilidad, independencia tecnológica y usabilidad. Desde una perspectiva pedagógica, el *m-learning* se presenta como un apoyo a los procesos educativos de carácter móvil que necesiten alta interactividad en el proceso de aprendizaje con integración de contenidos y ubicuidad en actividades de aprendizaje [23].

El aprendizaje móvil presenta ventajas como la flexibilidad, autonomía, portabilidad y la capacidad de capturar ideas en cualquier momento [9]. Sin embargo, también existen dificultades en su implementación como el acceso limitado a internet, tamaño reducido de la pantalla y su capacidad de procesamiento y almacenamiento [24], [25]. Además, desde una perspectiva pedagógica, algunos estudios sugieren que los dispositivos móviles pueden tener un efecto disociativo en el proceso de aprendizaje. Es importante que las tecnologías móviles sean de alta calidad y utilidad para ser aceptadas por los usuarios finales [9], [23].

2.2. Tipos de softwares desarrollados para el aprendizaje mediante dispositivos móviles

El mundo de las aplicaciones móviles para el aprendizaje está en constante evolución y no hay un tipo de software ideal para todas las funciones. Cada tipo de software tiene sus propias características y eficacia, dependiendo del tipo de aprendizaje, el público y el rol dentro del proceso de aprendizaje. En el siguiente estudio se presentan algunos tipos de software y ejemplos de aplicaciones para cada tipo.

2.2.1. Juegos educativos

La gamificación es una técnica que aplica conceptos y mecanismos de los juegos para el aprendizaje. En dispositivos móviles, los juegos educativos son ampliamente utilizados para la formación de habilidades en niños. Estos juegos se caracterizan por tener reglas y metas claras que funcionan como medidores del conocimiento adquirido. La gamificación es una de las técnicas más populares en dispositivos móviles y enseñanza, aprovechando la aceptación y difusión de los videojuegos en estos dispositivos [26]. Algunos ejemplos de juegos educativos son PEAK-Brain Games [27], que desafía la memoria y el lenguaje, y ABC Spelling [28], que ayuda a los niños pequeños en el aprendizaje del alfabeto y los sonidos de las letras. Ambos juegos son bien valorados y cuentan con millones de descargas.

2.2.2. Simuladores

Se puede ver a los simuladores como un tipo de software utilizado para aprender mediante la experimentación en condiciones cercanas a la realidad. Aunque los simuladores digitales están diseñados para operar en sistemas de gran poder de cómputo, existen simuladores de procesos menos complejos que son adecuados para dispositivos móviles [29], [30]. Entre los ejemplos de simuladores para dispositivos móviles se encuentra Caja Arena, un simulador físico clásico en el que se puede interactuar con elementos como agua, arena o piedra, y *Smart Logic Simulator*, un

simulador de circuitos lógicos que utiliza los sensores del dispositivo móvil [31], [32].

2.2.3. Sistemas de gestión de aprendizaje

Los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) son aplicaciones web que se utilizan para administrar y controlar la formación virtual en organizaciones y para registrar y rastrear el progreso de los estudiantes. Aunque estas herramientas no son específicas para dispositivos móviles, muchas plataformas ofrecen aplicaciones móviles que facilitan su acceso y utilización [33], [34]. Ejemplos de estas aplicaciones incluyen Moodle app [35] y Claroline Mobile [36], que ofrecen comodidad y facilidad de acceso desde dispositivos móviles y permiten la gestión de cursos en plataformas de e-learning.

2.2.4. Cursos interactivos

Los cursos interactivos son una forma de educación online que permite al usuario definir el ritmo y resultados del curso. Al igual que los sistemas de gestión de aprendizaje, los dispositivos móviles son una plataforma para maximizar el uso de estas herramientas [37]. Plataformas de cursos interactivos como Duolingo y Babbel ofrecen cursos de idiomas en línea y sus versiones móviles son muy populares debido a su accesibilidad y conveniencia [38], [39].

2.2.5. Herramientas auxiliares

También están las herramientas auxiliares para el aprendizaje, que complementan a las herramientas principales. Estas pueden ser calculadoras, traductores, organizadores de tareas, entre otras. Por ejemplo, Photomat [40], que es una calculadora avanzada que reconoce texto escrito a mano y resuelve problemas matemáticos paso a paso; y *Translate*, el traductor oficial de Google, que puede traducir entre 103 idiomas y cuenta con una opción de traducción instantánea con la cámara del dispositivo [41].

2.2.6. Entrenadores digitales

Los entrenadores digitales son herramientas que ayudan a alcanzar el aprendizaje mediante la práctica de un tema específico, y se utilizan como complemento de otros tipos de enseñanza. Estos se emplean con mayor frecuencia en la preparación de personas que se quieren presentar a pruebas prácticas o en la formación de profesionales que necesitan habilidades adquiribles mediante la práctica [42, 43].

2.3. Estudio pedagógico para la generación de preguntas

Se requiere una correcta formulación de preguntas para la creación de un software de aprendizaje electrónico mediante dispositivos móviles. Una mala elaboración de preguntas puede disminuir el interés del usuario o la eficacia de la aplicación. Se necesita un estudio pedagógico para definir las pautas de una correcta formulación de preguntas [31]. La formulación de preguntas es una parte integral del aprendizaje significativo y la investigación científica, y hacer preguntas es una habilidad clave para el pensamiento crítico, el pensamiento creativo y la resolución de problemas [44]. Las preguntas deben ser

claras, no tener respuestas obvias y estar concatenadas para guiar el razonamiento paso a paso [45].

Existen siete tipos de preguntas que se utilizan para ayudar a los estudiantes a asimilar contenidos [46]. Estos tipos incluyen preguntas memorísticas para recordar información, preguntas de traducción para cambiar información a otra forma de comunicación, preguntas de interpretación para relacionar hechos, preguntas de aplicación para transferir teorías a situaciones concretas, preguntas de análisis para resolver problemas utilizando razonamiento, preguntas de síntesis para crear pensamientos originales e imaginativos y preguntas de evaluación para hacer juicios de acuerdo con criterios específicos [46].

Existen tres categorías de preguntas dependiendo del tipo de respuesta que se busca [47]. Las preguntas abiertas no se responden con un sí o no, y fomentan la reflexión y la conciencia del estudiante. Las preguntas cerradas tienen una respuesta corta y no invitan a la reflexión, por lo que deben usarse con moderación. Las preguntas implícitas dan por sabida la respuesta y no son útiles para trabajar las emociones.

En el entorno de los dispositivos móviles es necesario adaptarse a las características que estos ofrecen. Puede tornarse complicado pedir al usuario una respuesta donde tenga que escribir la solución y a partir de ahí evaluar su conocimiento, en cambio puede ser más efectiva la utilización de preguntas de selección múltiple, donde el usuario deba escoger las respuestas correctas dentro de un grupo de opciones.

3. Entrenador

Luego de analizar los tipos de aplicaciones para el aprendizaje más utilizadas para dispositivos móviles y teniendo en cuenta el problema al que se le quiere dar solución, se decidió implementar un entrenador digital para dispositivos móviles que complementará los contenidos teóricos obtenidos en clase. La aplicación estará dividida por asignaturas y se podrá cambiar desde los ajustes. El entrenador estará dirigido a la autoevaluación y entrenamiento del usuario.

Para el desarrollo de la aplicación móvil y el sistema de creación de preguntas es necesario utilizar Android SDK (*Software Development Kit* de Android) para la compilación del código [48]; se decidió utilizar, además, Flutter [49] para el desarrollo de la aplicación, Visual Studio Code [50], [51] como entorno de desarrollo y SQLite [52], [53] para el manejo de la base de datos, tomando en cuenta las facilidades que brindan.

3.1. Generación de preguntas para aplicación móvil

La aplicación de entrenamiento digital estará estructurada en "asignaturas" que representan unidades separadas con sus propias preguntas y puntuación. Cada asignatura tendrá temas específicos, y las preguntas pertenecerán a un tema para la autoevaluación por parte del usuario. La dificultad

de las preguntas aumentará progresivamente de acuerdo con el progreso del estudiante en la asignatura. Los cuestionarios se generarán de manera que se pueda enfatizar en los temas con menor puntuación.

3.1.1. Cuestionario

Cada cuestionario generado contará con tres tipos de preguntas:

- Preguntas simples: Tendrán un enunciado y cuatro posibles respuestas, de las cuales sólo una es correcta, el usuario tendrá que seleccionar una respuesta y sumará $0,5 * \text{Dificultad}$ puntos en caso de ser correcta y $-0,2 * (5 - \text{Dificultad})$ si no lo es.
- Preguntas temporizadas: Tendrán el mismo formato que las simples, con la diferencia de que el usuario tendrá un tiempo máximo para responder cada una. En este tipo de pregunta se acumulan $1 * \text{Dificultad}$ puntos con cada respuesta correcta y $-0,4 * (5 - \text{Dificultad})$ puntos con las incorrectas.
- Preguntas múltiples: También contarán con un enunciado y cuatro posibles respuestas, pero a diferencia de los anteriores, en este tipo pueden existir una, varias o ninguna respuesta correcta y el usuario también podría escoger una, varias o ninguna respuesta. La puntuación estará definida por la cantidad de respuestas acertadas por parte del usuario, es decir, por cada respuesta correcta que el usuario haya seleccionado suma $0,5 * \text{Dificultad}$ puntos, y $-0,2 * (5 - \text{Dificultad})$ por cada respuesta incorrecta.

La metodología para asignar la puntuación es una propuesta en desarrollo, fundamentada principalmente en una encuesta realizada a profesores de la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", Cujae. Además, se basa en las técnicas presentadas en los estudios propuestos en [54] y [55]. En la aplicación, se elige la cantidad de preguntas de cada tipo para conformar un cuestionario de entrenamiento según la dificultad basada en la puntuación del usuario en la materia. Las puntuaciones afectan la puntuación general del usuario en la materia, que puede variar entre 0 y 100. Se ha diseñado un subsistema desarrollado en Flutter para generar y guardar cuestionarios de preguntas en formato ".qge", que pueden ser importados por la aplicación.

3.1.2. Modelo de dominio

Para dar solución al modelado del sistema de software a desarrollar, se utiliza el modelo del dominio para desde un modelo conceptual exponer todos los temas relacionados con el problema, como se muestra en la Figura 1, se utiliza el lenguaje UML (*Unified Modeling Language*) [56].

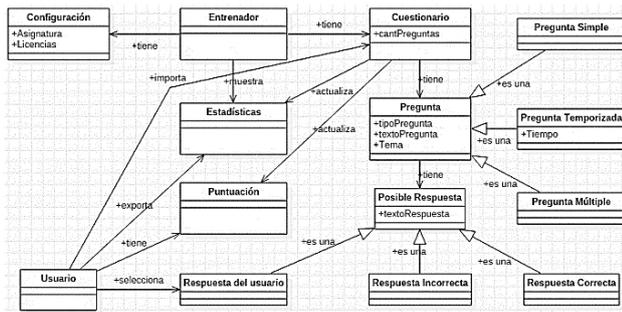


Figura 1. Entrenador: Modelo de dominio

En la Tabla 1 se hace una breve descripción de las principales entidades que son utilizadas en la solución propuesta, y que fueron representadas previamente en el modelo del dominio de la Figura 1.

Tabla 1. Entidades del negocio

Entidad	Descripción
Entrenador	Entidad que representa el entorno general del software, es la aplicación en sí.
Configuración	Entidad en la que se definen las opciones con las que será ejecutado el entrenador como la asignatura actual.
Cuestionario	Comprende un conjunto de preguntas que el usuario deberá responder. Se rige por la asignatura seleccionada y por la calificación del usuario en la misma. Actualiza las estadísticas del usuario en esa asignatura de acuerdo con los resultados obtenidos. Esta entidad también representa el conjunto de preguntas importadas desde un fichero.
Pregunta	Problema para resolver por el usuario mediante las posibles respuestas que este ofrece. Debe ser importado desde un fichero externo.
Pregunta simple	Entidad de tipo Pregunta que representa las preguntas de tipo simple, con un texto, cuatro posibles respuestas de las cuales una es correcta y sin límite de tiempo para responder.
Pregunta temporizada	Entidad de tipo Pregunta que representa las preguntas de tipo temporizada, con un texto.
Pregunta múltiple	Entidad de tipo Pregunta que representa las preguntas de tipo múltiple.
Posible respuesta	Representa las posibles respuestas seleccionables ofrecidas al usuario para cada pregunta.
Respuesta del usuario	Entidad de tipo Posible Respuesta que representa la solución dada por el usuario.
Respuesta correcta	Entidad de tipo Posible Respuesta que representa la solución que debería ser seleccionada.
Respuesta incorrecta	Entidad de tipo Posible Respuesta que representa las soluciones que no deberían ser seleccionadas.
Usuario	Entidad que representa la persona que interactúa con la aplicación.
Estadísticas	Entidad que recoge las interacciones del usuario con la aplicación. Pueden ser visualizadas.
Puntuación	Entidad que contiene la calificación actual del usuario en la asignatura seleccionada. Se utiliza para determinar el nivel del usuario y, por lo tanto, para general los cuestionarios que este debe responder.

3.1.3. Aplicación desktop para la creación de preguntas

Como se abordó anteriormente se desarrolló una aplicación de escritorio para facilitar la creación del cuestionario de preguntas y su exportación. Para la creación de esta herramienta se utiliza Flutter como *framework* de trabajo por las facilidades que brinda para la creación de interfaces estéticas y el trabajo multiplataformas. El fichero de salida

que contiene el cuestionario de preguntas es de formato .qge, formato creado únicamente con el fin de que sea reconocido por la aplicación. En este fichero las preguntas son cifradas bajo el esquema de cifrado AES (*Advanced Encryption Standard*) para evitar que estas puedan ser leídas o utilizadas fuera de la aplicación [57]. En la Figura 2 se puede apreciar cómo está conformada esta aplicación de creación de preguntas, así como su relación con el resto del sistema de software.

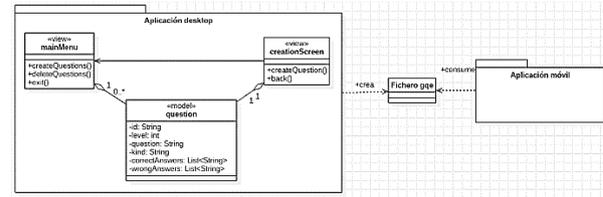


Figura 2. Relación de las partes del sistema de software

4. Entrenador: Estudio de casos

Un estudio de caso es una investigación que se enfoca en observar detalladamente un único sujeto o grupo para generalizar resultados y conocimientos en varios campos, como la salud, educación, psicología, trabajo social, informática, entre otros [58], [59].

En la informática, los estudios de caso son útiles cuando no es posible recrear todas las situaciones posibles donde se pueda utilizar una solución [60], [61]. En este artículo se realiza un estudio de casos para analizar cómo se puede utilizar una herramienta en dos contextos diferentes: como software de entrenamiento de operarios de calderas de vapor de centrales azucareros y como soporte a la enseñanza de la carrera de Ingeniería Informática con las asignaturas de Agentes Inteligentes e Inteligencia Artificial.

4.1. Caso: Desarrollo de aplicación para el aprendizaje con dos lógicas de análisis

4.1.1. Preguntas de estudio

¿Cómo una aplicación móvil puede ser utilizada para entrenar y autoevaluar conocimientos para operarios de calderas de vapor?

¿Cómo una aplicación móvil puede ser utilizada para entrenar y autoevaluar conocimientos en una asignatura de la carrera Ingeniería Informática?

4.1.2. Proposición

Utilizando una aplicación móvil se puede apoyar de forma efectiva el estudio, entrenamiento y autoevaluación en el contexto del aprendizaje.

4.1.3. Contexto

La autoevaluación es un método que consiste en el proceso mediante el cual una persona se evalúa a sí misma, es decir, identifica y pondera su desempeño en el cumplimiento de una determinada tarea o actividad, o en el modo de manejar una situación. Para llevarse a cabo, la autoevaluación

requiere de un proceso de introspección en el que un sujeto identifica las áreas de fortaleza y las áreas de mejora. Se entiende por áreas de fortaleza aquellos aspectos de la persona en que destaca por su excelencia. Entre tanto, áreas de mejora se refiere a aquellos puntos débiles en los que el sujeto debe trabajar para mejorar. Una autoevaluación justa y correcta debe ponderar ambos lados de la balanza [62].

La autoevaluación es un paradigma revolucionario en la educación. En la educación tradicional, la evaluación del estudiante suele ser efectuada por una tercera persona (el profesor), quien determina el grado de aprendizaje de los estudiantes mediante pruebas de conocimiento, sean escritas, orales o prácticas. Esto convierte al estudiante en un observador pasivo de su propio proceso de aprendizaje. Aunque en la autoevaluación la tarea de generar las preguntas y ejercicios con las que el estudiante medirá su conocimiento sigue siendo desarrollada por un profesor, no es imprescindible su participación en el proceso de recibir la respuesta y dar un veredicto al respecto [63].

En el ámbito laboral, los procesos de entrenamiento y autoevaluación permiten a las instituciones y empresas mejorar el desempeño de sus trabajadores y empleados, y diseñar las estrategias necesarias para corregir las deficiencias o dificultades [62].

El proceso de entrenamiento y autoevaluación puede ser enfocado a campos o áreas más o menos extensos en dependencia de los objetivos perseguidos, la importancia del tema o incluso el tiempo disponible para ello. Específicamente en la primera de las lógicas de análisis del estudio de casos, la herramienta para el entrenamiento de operarios de calderas de vapor es necesario realizar un entrenamiento extenso y completo, así como una autoevaluación a conciencia, dada la importancia de la función que realizan y el alto costo de la maquinaria involucrada en la producción de azúcar. Por su parte, en la segunda lógica de análisis se realiza un entrenamiento más somero y menos abarcador, al ser, si no una temática de menor importancia, sí un proceso menos delicado que el primero y en un marco más concreto. Anteriormente se mencionaron varios sistemas informáticos que funcionan como apoyo a la educación, por ejemplo, la herramienta Moodle, con soporte no solo para entrenamiento y autoevaluación, sino también para formación teórica de los estudiantes.

4.1.4. Lógica de análisis

4.1.4.1 Entrenador de operarios de calderas de vapor

Al igual que en un aula de clases, algunos puestos de trabajo deben entrenar a sus aspirantes antes de poder trabajar en un ambiente real. En la preparación de operarios de calderas de vapor, es necesario realizar un entrenamiento intensivo y abarcador, así como una autoevaluación profunda, dada la importancia de la función que realizan y el alto costo de la maquinaria involucrada y las pérdidas de paralizar una industria como un Central azucarero en tiempos de molienda.

En el caso del entrenador para los operadores de calderas de vapor de AZCUBA (Grupo Azucarero AZCUBA) [64], se ha decidido estructurar la aplicación por niveles de

acuerdo con la dificultad de las preguntas. El primer nivel agruparía preguntas generales sobre la caldera, sus características y función. Un segundo nivel se adentraría en preguntas más técnicas y que exijan un mayor nivel de conocimiento por parte del operario, y un tercer nivel con preguntas específicas que intenten representar situaciones reales que el operario tendría que solventar con sus conocimientos. Cada nivel se va alcanzando luego de alcanzar una cierta puntuación general.

Cada nivel contará con tres tipos de preguntas, preguntas simples, preguntas temporizadas y preguntas múltiples, como se diseñó en la aplicación. Cuando se inicie un nuevo entrenamiento se conformará el cuestionario. Las preguntas simples tendrían un enunciado y cuatro posibles respuestas, de las cuales solo una sería correcta, el usuario tendrá que seleccionar una respuesta y sumará 3 puntos en caso de ser correcta y 0 si no lo es. Las preguntas temporizadas tendrían el mismo formato que las simples, con la diferencia de que el usuario tendrá un tiempo máximo para responder cada una. En este tipo de pregunta se acumulan 5 puntos con cada respuesta correcta y 0 con las incorrectas. Por último, las preguntas múltiples también contarán con un enunciado y cuatro posibles respuestas, pero a diferencia de los anteriores, en este tipo pueden existir una, varias o ninguna respuesta correcta y el usuario también podría escoger una, varias o ninguna respuesta. La puntuación estaría definida por la cantidad de respuestas acertadas por parte del usuario, es decir, por cada respuesta correcta que el usuario haya seleccionado o incorrecta que el usuario no haya marcado se sumarán 2 puntos, pudiendo alcanzarse un máximo de 8 puntos por pregunta. En este caso, las preguntas fueron introducidas a la aplicación de forma manual, al ser previo a la creación de la herramienta para realizar este proceso y se utilizó la experticia de los asesores de entrenamiento de calderas de AZCUBA.

Al iniciarse el entrenamiento se muestran las preguntas según su tipo, en las Figura 3, Figura 4 y Figura 5 se pueden ver pantallas de ejemplo de cada uno de estos tipos de preguntas. Al terminar el entrenamiento se actualizan las estadísticas de entrenamiento, en la Figura 6 se muestran las pantallas de estadísticas de entrenamiento con gráficos generados para la mejor comprensión de la información.

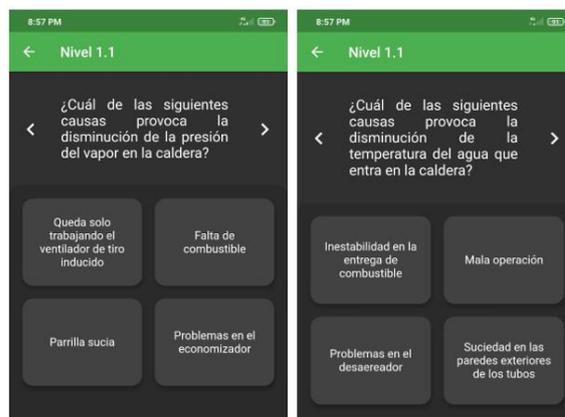


Figura 3. Preguntas simples en aplicación para operarios de calderas de vapor

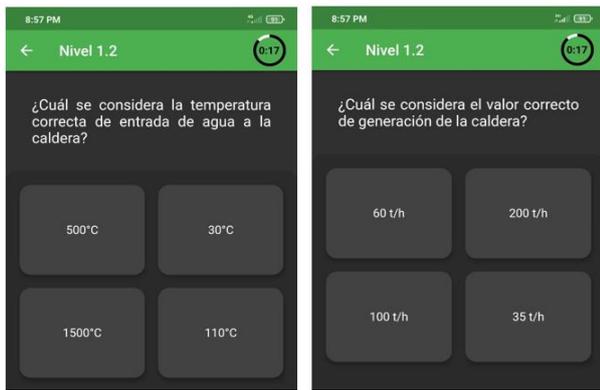


Figura 4. Preguntas temporizadas en aplicación para operarios de calderas de vapor



Figura 5. Preguntas múltiples en aplicación para operarios de calderas de vapor



Figura 6. Estadísticas y gráficos en aplicación para operarios de calderas

4.1.4.2 Entrenador para estudiantes universitarios de la asignatura Agentes Inteligentes

En otra unidad de análisis, el entrenamiento y autoevaluación de una asignatura de nivel universitario cuenta con otras características. En este caso el campo de acción es mucho más estrecho y divisible en diversos subtemas para su estudio que cuenten con su propia evaluación. En este caso se desarrolla una herramienta de escritorio para Windows (Figura 7 y Figura 8) que facilita el trabajo de creación de preguntas, así como su exportación en formato .qge solo reconocible por la aplicación entrenador para evitar así que la información pueda ser comprometida. Al igual que en la unidad de análisis previa, cada cuestionario generado cuenta con tres tipos de preguntas: simples, temporizadas y múltiples. Cuando se

inicie un nuevo entrenamiento se selecciona una cantidad de cada tipo de pregunta y las dificultades de las preguntas de acuerdo con la puntuación del usuario en la asignatura, y se conforma el cuestionario. Las preguntas simples tendrán un enunciado y cuatro posibles respuestas, de las cuales solo una es correcta, el usuario tendrá que seleccionar una respuesta y sumará $0,5 * \text{Dificultad}$ puntos en caso de ser correcta y $-0,2 * (5 - \text{Dificultad})$ si no lo es. Las preguntas temporizadas tendrán el mismo formato que las simples, con la diferencia de que el usuario tendrá un tiempo máximo para responder cada una. En este tipo de pregunta se acumulan $1 * \text{Dificultad}$ puntos con cada respuesta correcta y $-0,4 * (5 - \text{Dificultad})$ puntos con las incorrectas. Por último, las preguntas múltiples también contarán con un enunciado y cuatro posibles respuestas, pero a diferencia de los anteriores, en este tipo pueden existir una, varias o ninguna respuesta correcta y el usuario también podría escoger una, varias o ninguna respuesta. La puntuación estará definida por la cantidad de respuestas acertadas por parte del usuario, es decir, por cada respuesta correcta que el usuario haya seleccionado suma $0,5 * \text{Dificultad}$ puntos, y $-0,2 * (5 - \text{Dificultad})$ por cada respuesta incorrecta. Estas puntuaciones modifican la puntuación general del usuario en la asignatura, misma que podrá estar en un rango entre 0 y 100.

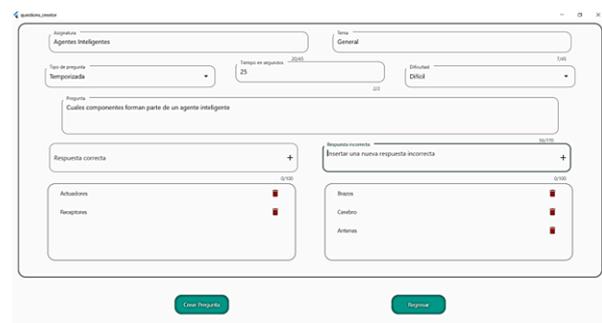


Figura 7. Creación de preguntas: Crear nueva pregunta

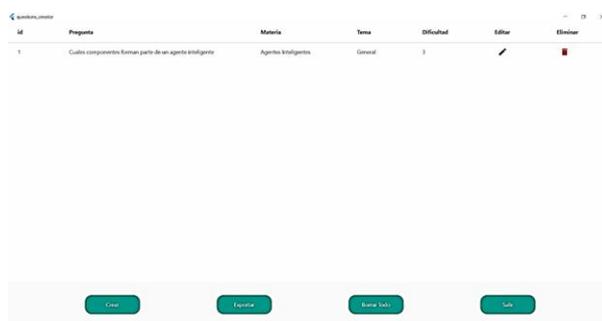


Figura 8. Creación de preguntas: Todas las preguntas

El formato y disposición visual de las preguntas dentro de la aplicación es muy parecido al de la unidad de análisis de operarios de calderas de vapor, se selecciona la asignatura que se quiere entrenar como se ve en la Figura 9 y se comienza el entrenamiento. Se generan las preguntas a ser respondidas y se muestran como se ve en las Figura 10. Las preguntas son respondidas y se actualizan las estadísticas, organizadas por temas y se muestran en la pantalla estadísticas, estas a su vez pueden ser exportadas en formato csv para su posterior análisis (Figura 11).



Figura 9. Selección de asignatura dentro del entrenador

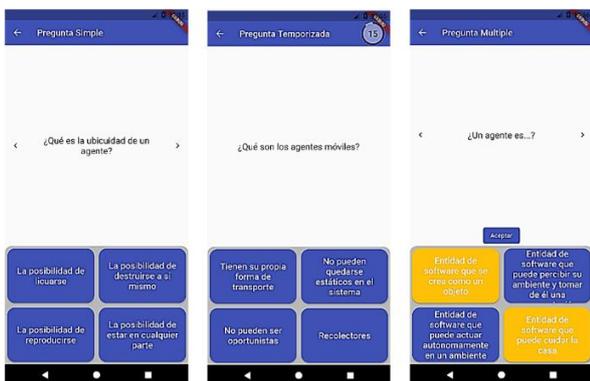


Figura 10. Pantallas de aplicación móvil para el entrenamiento de asignatura agentes inteligentes

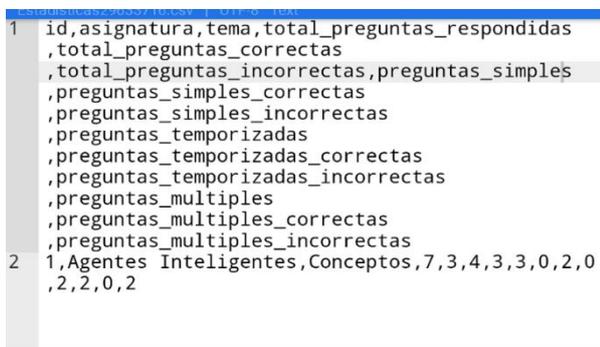


Figura 11. CSV generado con las estadísticas de entrenamientos realizados

4.1.4.3 Discusión

Después de implementar y ejecutar la aplicación en las dos unidades de análisis expuestas anteriormente, se evidencia que es posible responder afirmativamente a las preguntas de estudio planteadas. Se ha logrado desarrollar una aplicación para la autoevaluación que permite el entrenamiento en diversos ámbitos. La implementación de la aplicación en dos entornos diferentes demuestra que es generalizable en términos de apoyo al aprendizaje de conocimientos teóricos y que puede ser utilizada tanto por el docente para evaluar conocimientos como por el estudiante para la autoevaluación. Con estas herramientas, los usuarios pueden entrenarse en diversos ámbitos y mejorar su conocimiento de manera efectiva y cómoda.

Conclusiones

El impacto de la pandemia de Covid-19 en la educación ha sido significativo, generando la necesidad de una transformación en el modelo educativo tradicional hacia uno más flexible y adaptable a esta nueva realidad. En este contexto, los dispositivos móviles se han convertido en herramientas valiosas para la introducción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en el proceso educativo.

La aplicación se desarrolló utilizando Flutter como *framework* de desarrollo, ya que ha demostrado ser efectivo para crear aplicaciones móviles multiplataforma de manera rápida y precisa. Esta aplicación proporciona a los estudiantes una herramienta de autoevaluación que contribuye significativamente a su entrenamiento y desarrollo. Además, se ha creado una aplicación de escritorio para Windows que permite la creación de cuestionarios de preguntas importables por la aplicación móvil, aumentando así la versatilidad y la utilidad del sistema.

Durante el proceso de desarrollo, la aplicación evolucionó desde una versión inicial básica hasta una plataforma más completa y personalizada. La adición de características como un generador de preguntas y la capacidad de exportar estadísticas en formato CSV mejoró significativamente la experiencia del usuario. Además, el ajuste en la forma de puntuación ha aumentado la comodidad de los usuarios durante el proceso de autoevaluación, permitiéndoles centrarse mejor en su proceso de aprendizaje.

En este trabajo se ha subrayado la importancia y el potencial de la tecnología móvil en el ámbito educativo, destacando la necesidad imperante de su integración para hacer frente a los desafíos contemporáneos en la educación.

Referencias

[1] S. G. Izard, J. A. Juanes, F. J. García Peñalvo, J. M. G. Estella, M. J. S. Ledesma, and P. Ruisoto, "Virtual reality as an educational and training tool for medicine", *Journal of medical systems*, vol. 42, pp. 1-5, 2018, doi: <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0900-2>.

[2] D. Mourtzis, N. Papakostas, D. Mavrikios, S. Makris, and K. Alexopoulos, "The role of simulation in digital manufacturing: applications and outlook", *International journal of computer integrated manufacturing*, vol. 28, no. 1, pp. 3-24, 2015, doi: <https://doi.org/10.1080/0951192X.2013.800234>.

[3] S. Nazir and D. Manca, "How a plant simulator can improve industrial safety", *Process Safety Progress*, vol. 34, no. 3, pp. 237-243, 2015, doi: <https://doi.org/10.1002/prs.11714>.

[4] "Instituto Latinoamericano y del Caribe de Calidad en Educación Superior a Distancia." <http://www.caled-ead.org/> (accessed 22/03/2023).

[5] Y. Jiménez Guerra and M. d. I. Á. Ruiz González, "Reflexiones sobre los desafíos que enfrenta la educación

- superior en tiempos de COVID-19", *Economía y Desarrollo*, vol. 165, 2021.
- [6] M. T. Hebebcı, Y. Bertiz, and S. Alan, "Investigation of views of students and teachers on distance education practices during the Coronavirus (COVID-19) Pandemic", *International Journal of Technology in Education and Science*, vol. 4, no. 4, pp. 267-282, 2020, doi: <https://doi.org/10.46328/ijtes.v4i4.113>.
- [7] K. C. Herrera Lemus and V. I. Antúnez Saiz, "Estrategias organizacionales y sistema de trabajo en tiempos de la COVID-19: experiencias desde un centro de estudios cubano", *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, vol. 9, no. 1, 2021.
- [8] R. Quesada Castillo, "Evaluación del aprendizaje en la educación a distancia", *RED. Revista de educación a distancia*, 2006.
- [9] L. Dias and A. Victor, "Teaching and learning with mobile devices in the 21st century digital world: Benefits and challenges", *European Journal of Multidisciplinary Studies*, vol. 7, no. 1, pp. 26-34, 2022.
- [10] D. R. López and B. de Benito Crosetti, "Diseño de una propuesta didáctica para el uso de simuladores virtuales en la rama sanitaria de Formación Profesional", *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 2020, doi: <https://doi.org/10.6018/riite.383431>.
- [11] J. L. Cueva, "Las tecnologías de la información y la comunicación para la gestión del conocimiento en la educación primaria", Universidad de las Tunas Facultad de Ciencias de La Educación Médica, 2016.
- [12] A. Robaina Valdés and M. d. P. Alea Díaz, "Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: preparación profesional del profesor de Informática", *Mendive. Revista de Educación*, vol. 15, no. 3, pp. 375-386, 2017.
- [13] B. C. Vanegas de Ahogado, M. Pabón Gamboa, and R. C. Plata de Silva, "El uso de las tecnologías de la información y la comunicación para la educación en sexualidad", *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, vol. 29, no. 3, pp. 1-14, 2018.
- [14] M. West and S. Vosloo, *Directrices de la UNESCO para las políticas de aprendizaje móvil*. Unesco, 2013.
- [15] Y.-T. Sung, K.-E. Chang, and T.-C. Liu, "The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis", *Computers & Education*, vol. 94, pp. 252-275, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.008>.
- [16] O. Mango, "iPad use and student engagement in the classroom", *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, vol. 14, no. 1, pp. 53-57, 2015.
- [17] W. Clark and R. Luckin, "iPads in the Classroom", *What The Research Says*, 2013.
- [18] G. R. Lefrancois, *Theories of human learning*. Cambridge University Press, 2019.
- [19] D. Al-Fraihat, M. Joy, and J. Sinclair, "Evaluating E-learning systems success: An empirical study", *Computers in human behavior*, vol. 102, pp. 67-86, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.08.004>.
- [20] D. Al-Fraihat, M. Joy, and J. Sinclair, "Identifying success factors for e-learning in higher education", in *International conference on e-learning*, 2017: Academic Conferences International Limited, pp. 247-255.
- [21] J. G. Acevedo, G. V. Ochoa, and L. G. Obregon, "Development of a new educational package based on e-learning to study engineering thermodynamics process: combustion, energy and entropy analysis", *Heliyon*, vol. 6, no. 6, p. e04269, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04269>.
- [22] B. Toperesu and J.-P. Van Belle, "Mobile learning considerations in higher education: potential benefits and challenges for students and institutions", *International Association for Development of the Information Society*, 2018.
- [23] A. Abu-Al-Aish, "Toward mobile learning deployment in higher education", Brunel University, School of Information Systems, Computing and Mathematics, 2014.
- [24] Y.-S. Chen, T.-C. Kao, J.-P. Sheu, and C.-Y. Chiang, "A mobile scaffolding-aid-based bird-watching learning system", in *Proceedings. IEEE International workshop on wireless and mobile technologies in education*, 2002: IEEE, pp. 15-22, doi: <https://doi.org/10.1109/WMTE.2002.1039216>.
- [25] N. Hellers, "Aprendizaje portátil, la revolución que se viene. e-learning América Latina", *Recuperado el*, vol. 5, 2004.
- [26] Y. Fatih, E. J. Kumalija, and Y. Sun, "Mobile Learning Based Gamification in a History Learning Context", *International Association for Development of the Information Society*, 2018.
- [27] K. Dahlgren and K. J. Gibas, "Ketogenic diet, high intensity interval training (HIIT) and memory training in the treatment of mild cognitive impairment: A case study", *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, vol. 12, no. 5, pp. 819-822, 2018/09/01/ 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2018.04.031>.
- [28] F. Ortín Soler, J. R. Pérez Pérez, D. Cabiellas Hernández, M. Sánchez Santillán, and M. P. Paule Ruiz, "Mining Interaction Patterns of Children with and without Communication Disorders in the use of Tablets Apps", in *33rd Central European Conference on Information and Intelligent Systems (CECIIS)*, 2022.
- [29] L. Díez, A. Valencia, and J. Bermúdez, "Agent-based model for the analysis of technological acceptance of mobile learning", *IEEE Latin America Transactions*, vol. 15, no. 6, pp. 1121-1127, 2017, doi: <https://doi.org/10.1109/TLA.2017.7932700>.
- [30] L. Marcano, F. A. Haugen, R. Sannerud, and T. Komulainen, "Review of simulator training practices for industrial operators: How can individual simulator training

- be enabled?", *Safety science*, vol. 115, pp. 414-424, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.02.019>.
- [31] M. Seraj, "Learning and practicing logic circuits: development of a mobile-based learning prototype", in *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2021, pp. 1-7.
- [32] L. Soto Núñez, "Desarrollo de prácticas de laboratorio de la asignatura Electrónica Digital I y II basadas en plataformas móviles", Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Facultad de Ingeniería, 2019.
- [33] I. Han and W. S. Shin, "The use of a mobile learning management system and academic achievement of online students", *Computers & Education*, vol. 102, pp. 79-89, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.07.003>.
- [34] D. S. Walker, J. R. Lindner, T. P. Murphrey, and K. Dooley, "Learning management system usage: Perspectives from University Instructors", *Quarterly Review of Distance Education*, vol. 17, no. 2, pp. 41-50, 2016.
- [35] S. W. Hanafie Das *et al.*, "Developing a sociocultural approach in Learning Management System through Moodle in the era of the Covid-19", *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, vol. 13, no. 27, pp. 941-958, 2020.
- [36] X. Gong, Y. Bai, Y. Liu, and H. Mu, "Comparative Study on the functions and characteristics of online network teaching platform", in *2020 International Conference on Modern Education and Information Management (ICMEIM)*, 2020: IEEE, pp. 40-46.
- [37] W. A. Almunive, "The design and development of Guidelines for interactive course organizers", Virginia Tech, 2020.
- [38] S. Loewen *et al.*, "Mobile-assisted language learning: A Duolingo case study", *ReCALL*, vol. 31, no. 3, pp. 293-311, 2019, doi: <https://doi.org/10.1017/S0958344019000065>.
- [39] Z. Sporn, J. Chanter, and D. Meehan, "Babbel Language Learning Podcasts", *International Journal of Advanced Corporate Learning*, vol. 13, no. 3, 2020.
- [40] "Photomath." <https://photomath.com/es> (accessed 20/03, 2023).
- [41] S.-C. Tsai, "Chinese students' perceptions of using Google Translate as a translanguaging CALL tool in EFL writing", *Computer assisted language learning*, vol. 35, no. 5-6, pp. 1250-1272, 2022, doi: <https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1799412>.
- [42] A. Suarez, M. Specht, F. Prinsen, M. Kalz, and S. Ternier, "A review of the types of mobile activities in mobile inquiry-based learning", *Computers & Education*, vol. 118, pp. 38-55, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.11.004>.
- [43] S. C. Kong, "Using mobile devices for learning in school education", in *2012 IEEE Seventh International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education*, 2012: IEEE, pp. 172-176, doi: <https://doi.org/10.1109/WMUTE.2012.39>.
- [44] M. A. Moreira, "Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza", *Archivos de Ciencias de la Educación*, vol. 11, no. 12, 2017, doi: <https://doi.org/10.24215/23468866e029>.
- [45] R. B. Morris and L. P. Martín, *Modelo educativo integral para el crecimiento personal (MEICREP) en la universalización de la educación superior*. Editorial Academia, 2005.
- [46] M. P. C. Bravo, "La formulación de preguntas en el acto didáctico: un estudio comparativo", *Enseñanza & Teaching: Revista interuniversitaria de didáctica*, vol. 1, 1983.
- [47] P. Rico, E. Santos, and V. Martín-Viaña, "Proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador en la escuela primaria", *La Habana: Pueblo y Educación*, 2004.
- [48] Y. Zhang, "MVC Algorithm Design of Smart Mobile Marketing Micro-Classroom System based on Android SDK Technology", in *2022 International Conference on Sustainable Computing and Data Communication Systems (ICSCDS)*, 2022: IEEE, pp. 1460-1464, doi: <https://doi.org/10.1109/ICSCDS53736.2022.9760889>.
- [49] E. Windmill, *Flutter in action*. Simon and Schuster, 2020.
- [50] A. Del Sole and D. Sole, *Visual Studio Code Distilled*. Springer, 2019.
- [51] U. G. Salamah and S. ST, *Tutorial Visual Studio Code*. Media Sains Indonesia, 2021.
- [52] K. P. Gaffney, M. Prammer, L. Brasfield, D. R. Hipp, D. Kennedy, and J. M. Patel, "SQLite: past, present, and future", *Proceedings of the VLDB Endowment*, vol. 15, no. 12, pp. 3535-3547, 2022.
- [53] N. Obradovic, A. Kelec, and I. Dujlovic, "Performance analysis on Android SQLite database", in *2019 18th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)*, 2019: IEEE, pp. 1-4, doi: <https://doi.org/10.1109/INFOTEH.2019.8717652>.
- [54] J. T. Nelson, A. R. Murphy, J. S. Linsey, M. R. Bohm, and R. L. Nagel, "A Function-Based Scoring Method for Evaluating Student Mental Models of Systems", in *ASME 2018 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, 2018, vol. Volume 3: 20th International Conference on Advanced Vehicle Technologies; 15th International Conference on Design Education, V003T04A014, doi: 10.1115/detc2018-86253. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1115/DETC2018-86253>
- [55] A. Kashi, S. Shastri, A. R. Deshpande, J. Doreswamy, and G. Srinivasa, "A Score Recommendation System Towards Automating Assessment In Professional Courses", in *2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)*, 2-4 Dec. 2016 2016, pp. 140-143, doi: 10.1109/T4E.2016.036.

[56] G. Booch, *The unified modeling language user guide*. Pearson Education India, 2005.

[57] F. P. Miller, A. F. Vandome, and J. McBrewster, *Advanced encryption standard*. Alpha Press, 2009.

[58] R. K. Yin, *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. SAGE Publications, 2017.

[59] A. Ferrari and M. H. T. Beek, "Formal methods in railways: a systematic mapping study", *ACM Computing Surveys*, vol. 55, no. 4, pp. 1-37, 2022, doi: <https://doi.org/10.1145/3520480>.

[60] D. Schneckenberg, J. Benitez, C. Klos, V. K. Velamuri, and P. Spieth, "Value creation and appropriation of software vendors: A digital innovation model for cloud computing", *Information & Management*, vol. 58, no. 4, p. 103463, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103463>.

[61] V. Seitz, C. Harvey, L. Ikuma, and I. Nahmens, "A case study identifying key performance indicators in public sectors", in *IIE Annual Conference. Proceedings, 2014*: Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), p. 371.

[62] S. E. Taylor, E. Neter, and H. A. Wayment, "Self-evaluation processes", *Personality and Social Psychology Bulletin*, vol. 21, no. 12, pp. 1278-1287, 1995.

[63] P. J. Silvia and A. G. Phillips, "Self-awareness, self-evaluation, and creativity", *Personality and Social Psychology Bulletin*, vol. 30, no. 8, pp. 1009-1017, 2004, doi: <https://doi.org/10.1177/0146167204264073>.

[64] "AZCUBA Grupo Azucarero." <https://www.azcuba.cu/> (accessed 20/02/2023).

Ariel López González

Ingeniero Informático (2021), por la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", cujae. Trabaja en temas Simulación Basada en Agentes, Optimización, Clasificación, Seguridad Informática.

Mailyn Moreno Espino

Doctora en Ciencias (2014), por la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", cujae. Ha desarrollado investigaciones en Plataformas de Aprendizaje a Distancia, Agentes Inteligentes, Simulación, Optimización y Clasificación.

Yahima Hadfeg Fernández

Magíster en Ingeniería Informática (2018), por la Universidad Católica del Norte. Ha desarrollado investigaciones en Agentes Inteligentes, Sistemas Expertos, Procesamiento en Lenguaje Natural.

Información de Contacto de los Autores:

Ariel López González

Av. Santa Ana 1000, Culhuacan, 04440, Coyoacan,
Ciudad de México, México
lopez.gonzalez.ariel1@gmail.com
<https://www.esimecu.ipn.mx/>
<https://orcid.org/0000-0001-9191-6759>

Mailyn Moreno Espino

Av. Juan de Dios Bátiz, Alcaldía Gustavo A. Madero, 07738,
Ciudad de México, México
mmorenoe2022@cic.ipn.mx
<https://www.cic.ipn.mx/>
<https://orcid.org/0000-0002-7613-3382>

Yahima Hadfeg Fernández

Angamos 0610, C.P. 1270709, Antofagasta, Chile
yhadfeg@gmail.com
<https://www.ucn.cl/facultad-de-economia-y-administracion/>
<https://orcid.org/0009-0001-1992-1040>