

# Implementación de la tecnología educativa reinventada: aprendizaje automático y computación en la nube en acción

## Implementation of reinvented educational attendance: Machine Learning and Cloud Computing in Action

Nicolas Esleyder Cayturo-Silva<sup>1</sup>, Benjamin Maraza-Quispe<sup>2</sup>, Jackeline Melady Peña-Alejandro<sup>3</sup>, Eveling Castro-Gutierrez<sup>4</sup>, Karina Rosas-Paredes<sup>5</sup>

<sup>1, 3, 4, 5</sup> Universidad Católica de Santa María de Arequipa, Perú

<sup>2</sup> Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú

### Resumen

*El objetivo principal de la investigación es optimizar y agilizar el proceso de registro y seguimiento de la asistencia a las sesiones de aprendizaje mediante la aplicación de tecnologías avanzadas como el Machine Learning y la Cloud Computing. La metodología empleada se basa en el enfoque de gestión de proyectos XP (Extreme Programming). A lo largo de sus fases, se describe detalladamente todo el proceso de implementación de la aplicación, desde la concepción hasta el lanzamiento. Firebase se utiliza como administrador de bases de datos para garantizar la eficiencia y la seguridad de la información de los estudiantes y los registros de asistencia. Además, el kit de aprendizaje automático de Firebase se aprovecha para validar el registro de asistencia a través de códigos QR. La aplicación se probó con estudiantes de quinto año de secundaria de una institución educativa. La interfaz de usuario ha sido diseñada para ser atractiva, intuitiva y fácil de usar tanto para profesores como para estudiantes. Los resultados de la investigación demuestran que el uso de esta aplicación reduce significativamente el tiempo dedicado al registro de asistencia en comparación con los métodos tradicionales. Ha habido un alto nivel de satisfacción y aceptación de la aplicación "SYS" entre profesores y estudiantes. En conclusión, esta investigación ha implementado con éxito una aplicación móvil que revoluciona el registro y monitoreo de asistencia en las instituciones educativas, aprovechando el poder del Machine Learning y la Computación en la Nube para mejorar la eficiencia y la experiencia del usuario.*

*Palabras clave:* Registros de asistencia; Aplicación Móvil; Aprendizaje automático; Computación en la nube; Educación; Optimización de procesos.

### Abstract

*The main objective of the research is to optimize and streamline the attendance recording and monitoring process for learning sessions by applying advanced technologies such as Machine Learning and Cloud Computing. The methodology employed is based on the XP (Extreme Programming) project management approach. Throughout its phases, the entire implementation process of the application, from conception to launch, is described in detail. Firebase is used as the database manager to ensure the efficiency and security of student information and attendance records. Additionally, the Firebase Machine Learning kit is leveraged to validate attendance registration through QR codes. The application was tested with fifth-year high school students from an educational institution. The user interface has been designed to be attractive, intuitive, and easy to use for both teachers and students. The research results demonstrate that the use of this application significantly reduces the time spent on attendance recording compared to traditional methods. There has been a high level of satisfaction and acceptance of the "ASYS" application among teachers and students. In conclusion, this research has successfully implemented a mobile application that revolutionizes attendance recording and monitoring in educational institutions, harnessing the power of Machine Learning and Cloud Computing to enhance efficiency and the user experience.*

*Keywords:* Attendance Records; Mobile Application; Machine Learning; Cloud Computing; Education; Process Optimization.

### Introducción

El proceso de registro y control de asistencia en las instituciones educativas es una tarea esencial, pero a menudo compleja y que requiere mucho tiempo. Los métodos tradicionales de registro, que a menudo implican hojas de asistencia en papel o sistemas electrónicos rudimentarios, pueden ser propensos a errores, ineficientes y requieren una cantidad significativa de trabajo administrativo manual por parte de los docentes y el personal de la institución. Además, es posible que estos métodos no sean lo suficientemente efectivos para garantizar un seguimiento preciso de la asistencia de los estudiantes (Abdul et al., 2021). Durante el primer trimestre de 2021, del total de la población

---

<sup>1</sup> **Correspondencia:** Nicolas Esleyder Cayturo-Silva, nicolas.cayturo@ucsm.edu.pe.

usuaria de internet, el 88,5% accedió a través de teléfonos móviles o smartphones, el 16,7% a través de un ordenador portátil y el resto a través de otros dispositivos conectados a internet (INEI, 2021). Comparando esto con las cifras registradas en un trimestre similar en 2020, hubo un aumento de 0,6 puntos porcentuales en el acceso a Internet a través de teléfonos móviles. Para 2022 se espera un aumento de esta cifra. Por otro lado, lo que hace que los teléfonos móviles sean útiles son las aplicaciones. Son varias las ventajas del uso de aplicaciones móviles desde una perspectiva educativa que se pueden considerar hoy en día. Por ejemplo, el registro manual de la asistencia por parte de los profesores puede convertirse en un proceso lento y vulnerable (Milon et al., 2017), además de consumir el tiempo de los profesores a la hora de calcular los promedios. El uso de un sistema de asistencia móvil elimina las desventajas del sistema manual.

La principal motivación para el desarrollo de esta investigación es maximizar la eficiencia de la toma de asistencia por parte de los docentes, ya que puede ser un proceso tedioso cuando se trata de un gran número de estudiantes (Maraza, 2022). También tiene como objetivo adquirir experiencia en el desarrollo de aplicaciones móviles como parte de nuestro crecimiento profesional, utilizando métodos y nuevas tecnologías como la base de datos, la persistencia, la autenticación y el almacenamiento con Firebase y el kit de aprendizaje automático BrainShop (BrainShop, 2020) y Firebase (Firebase, 2022). El objetivo es crear una aplicación mejor organizada, robusta y consistente, capaz de cumplir con todos los requisitos básicos para su lanzamiento, cumpliendo así con todas las etapas de la metodología XP.

Investigaciones similares, como la realizada por (Adewale et al, 2021), presentan una solución automatizada en la que se desarrolló una aplicación móvil basada en JAVA. Se conectaba de forma inalámbrica a una base de datos central implementada mediante MySQL, con la tarea de registrar la información de asistencia, entre otras cosas. El sistema se implementó en una universidad para registrar los datos de los estudiantes, el tiempo de ausencia, el tiempo de presencia y las asistencias acumuladas por mes, lo que resultó en el uso eficiente y eficaz del sistema. Asimismo, en la investigación realizada por (Roca Espinosa y Villafuerte Benavides 2017), se implementó una aplicación para dispositivos Android e iOS para registrar la asistencia de los estudiantes como alternativa al registro manual. La propuesta consiste en una aplicación dedicada a profesores y estudiantes que muestra información como los cursos impartidos por los profesores y los cursos en los que están matriculados los estudiantes. Cuando se registra la asistencia, los datos se sincronizan con la plataforma Moodle, reflejando esta información en la plataforma virtual. Se utilizaron herramientas como MariaDB como gestor de bases de datos, Web Services para sincronizar la aplicación con el Moodle y bases de datos institucionales. La implementación de esta aplicación se justificó a través de una encuesta que mostró que el 100% de los docentes apoyaría el uso de una aplicación para la toma de asistencia. Del mismo modo, en otro estudio realizado por (Lu y Cutumisu, 2022), se realizó un estudio para recopilar información de 367 estudiantes con el objetivo de medir su asistencia a clase, actividades de aprendizaje en línea y desempeño en evaluaciones formativas en línea. Este estudio aplicó métodos de análisis de aprendizaje para medir la asistencia a clase, las actividades de aprendizaje en línea y el rendimiento en las evaluaciones formativas en línea. Los resultados de la investigación contribuyen a comprender el impacto de la asistencia a clase en el rendimiento académico del curso y la interacción de los factores de participación en el aprendizaje en línea en el contexto de los cursos mejorados por la tecnología. En la investigación propuesta por (Padilla Cando y Sánchez Pilay, 2020), se presenta una solución al problema de control de asistencia, consistente en el desarrollo de un prototipo de aplicación híbrida Android utilizando tecnologías de código abierto como el framework Ionic y la librería face-api.js para JavaScript. La propuesta se centra en un seguimiento eficiente y ágil de la asistencia del alumnado dentro del aula, utilizando el reconocimiento facial como elemento clave para conseguir un control más rápido y seguro. El 92,8% de los docentes expresaron su satisfacción con el uso de la aplicación, ya que se sienten más seguros al utilizar el reconocimiento facial para verificar la asistencia de los estudiantes.

En cuanto al uso de la metodología Extreme Programming (XP), (Martínez-López y Obregón-Colina, 2020) desarrolló una aplicación móvil para la gestión de registros de asistencia y evaluación de estudiantes universitarios. Para la gestión de bases de datos se utilizó SQLite, junto con Android Studio y la metodología Extreme Programming, lo que garantizó la aceptación y el cumplimiento de la propuesta y los requerimientos del cliente. Los resultados incluyeron una alta disponibilidad e integridad de la información sobre los registros de asistencia y las evaluaciones. Adicionalmente, el uso de la metodología XP permitió una retroalimentación continua con el cliente y, por lo tanto, una mejora continua de la aplicación.

El análisis de datos presentado en (Alibasi et al, 2022) se utiliza para analizar diversas habilidades a través de la recopilación de datos no estructurados para identificar tendencias en los puestos de trabajo en la industria del petróleo y el gas. Aunque el contexto del estudio de caso es diferente al presentado en este documento, se puede observar que el análisis de datos proporciona una mejor comprensión de las habilidades y el desempeño de un grupo de individuos, identificándolos en una escala del 1 al 10 en cuanto a la recurrencia laboral, que es lo que se busca lograr con el análisis de asistencia y rendimiento académico. En este contexto, (Qotrun Nada et al, 2019) demostró que el uso de la metodología XP garantiza el desarrollo de aplicaciones de pequeña y mediana escala ya que, en comparación con los procesos y herramientas, se enfoca en el desarrollo agresivo de aplicaciones móviles y

permite una respuesta inmediata a los cambios que surgen durante el proceso de desarrollo. Por lo tanto, su uso en el desarrollo de una aplicación móvil para el aprendizaje de los estudiantes en múltiples escuelas es eficiente y eficaz.

Para que las predicciones y el análisis de datos sean precisos, es necesario utilizar sensores o herramientas que recopilen datos en tiempo real, como se ejemplifica en el estudio de (Shah et al, 2021), donde se utilizaron herramientas de Google (Firebase) para recopilar y organizar de forma inmediata los datos para la detección de enfermedades cardiovasculares. Demostró una gran eficacia en el reconocimiento y manejo de una gran cantidad de datos. En la investigación realizada por (Martínez et al, 2020), que se centra en el uso de frameworks en el desarrollo de aplicaciones móviles, se realizó una amplia investigación sobre las necesidades y características que debe proporcionar una aplicación móvil. Para descubrir estas características se utilizó un estudio de mapeo sistemático, la consulta con expertos, la implementación en proyectos con metodologías ágiles y la realización de pruebas en un entorno universitario. Los resultados mostraron una mejora en el desarrollo y una guía útil para cubrir todas las necesidades o aspectos de la aplicación móvil, mejorando los tiempos de desarrollo, y sirviendo también como material didáctico.

Finalmente, en la investigación propuesta por (Forum et al, 2022), se desarrolló una aplicación para monitorear el estado de salud de pacientes con problemas cardíacos, teniendo en cuenta que los datos deben actualizarse en tiempo real. Los investigadores concluyeron que Firebase era la plataforma más adecuada para administrar los datos en la nube. Destacaron que esta herramienta brinda diversos servicios, como Analytics, que proporcionan datos y gráficos de las interacciones de los usuarios. En conclusión, la investigación muestra la precisión de la aplicación a la hora de proporcionar consejos y predicciones en áreas sensibles como la atención sanitaria.

En cuanto al uso de bases de datos NoSQL (bases de datos no relacionales), (Alvares et al, 2020) se presenta un método basado en visión artificial para automatizar la lectura de contadores de agua y electricidad a través de una aplicación móvil. Almacena fotos y datos de lectura en una base de datos NoSQL. Con Firebase Storage, permite a un concesionario almacenar y procesar estas lecturas para futuros análisis predictivos de la gestión de recursos hídricos o eléctricos. Este método fue patentado, produciendo resultados viables en el mercado de lectura de medidores en Brasil. Por otro lado, (Weng et al, 2021) propone un modelo de datos personales y descentralizados en la nube para administrar los datos de salud en las escuelas utilizando bases de datos NoSQL en tiempo real proporcionadas por la plataforma Firebase. A través de este servicio, un sistema de información de salud escolar puede tener control total sobre datos confidenciales como el número de escuela del estudiante, el nombre, el tiempo de la prueba de temperatura, los datos de temperatura y el número de la máquina de prueba. Este modelo fue probado y aplicado, logrando su objetivo y proporcionando a los estudiantes un control más activo sobre sus datos personales de información de salud.

### Metodología

Se utiliza la metodología Extreme Programming (XP), que consta de las siguientes fases (Reyes y Marín, 2021): Planificación, Diseño, Codificación, Pruebas y Despliegue, como se muestra en la Figura 1. La metodología XP es crucial en esta investigación porque garantiza que el desarrollo de la aplicación móvil para el registro de asistencia sea un proceso centrado en el cliente, adaptable, comunicativo, de alta calidad y eficiente. Estas características son esenciales para el éxito de un proyecto de esta naturaleza, que tiene un impacto directo en la gestión académica y en la experiencia de los usuarios y docentes en las instituciones educativas. Firebase se utiliza como Sistema de Administración de Base de Datos porque es una tecnología rápida y eficiente para manejar una gran cantidad de datos no estructurados (Khawa y Shah, 2018), Android como plataforma de desarrollo y la metodología XP para administrar el desarrollo de la propuesta.

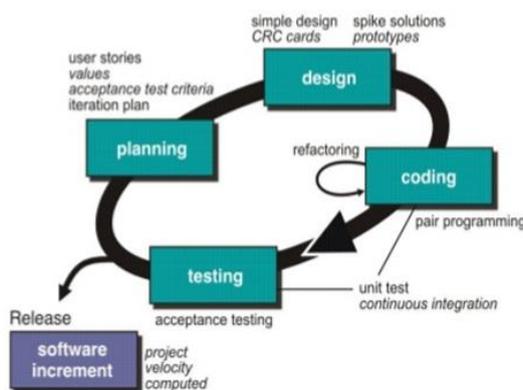


Figura 1. Fases de la metodología XP. (Pressman, 2010) Citado por (Reyes y Marín, 2021).

## Fase I: Planificación

De acuerdo con (Katrilla y Dewa, 2022), es importante seleccionar las funciones priorizadas que se desarrollarán primero para que la aplicación pueda implementarse gradualmente y satisfacer las necesidades primarias de los usuarios. En el funcionamiento de la aplicación desarrollada en (Katrilla y Dewa, 2022), se toman dos tipos de datos (Datos primarios y datos secundarios). En esta investigación, los datos primarios y secundarios están relacionados con la asistencia de los estudiantes (Ver Tabla 1).

Tabla 1

*Datos de asistencia de los estudiantes, adaptados de (Katrilla y Dewa, 2022)*

Datos primarios	Datos secundarios
Código y nombre de identificación del estudiante	Perfil de la universidad
Datos de matrícula de estudiantes	Datos de ubicación
Datos del calendario (Día, Mes, Año)	Datos de rendimiento académico de los estudiantes
Datos de tiempo global	Formato de informe de resumen de asistencia
	Tiempo de desarrollo de la aplicación
Tarifa de Internet	Nivel de dificultad de desarrollo
	Nivel de dificultad del diseño de aplicaciones
	Tasa de desarrollo de características

En este contexto, lo primero que se definió en esta fase fueron las historias de usuario, que en otras metodologías de desarrollo se conocen como requerimientos, y posteriormente, se priorizaron. A continuación, la Tabla 2 muestra una de las historias de usuario identificadas (Reyna Robles et al, 2021).

Tabla 2

*Historial del usuario*

Historial del usuario 01	
Número: 1	Nombre: Acceso a la aplicación
Usuario: Profesor, Estudiante	Iteración asignada: 1
Prioridad de negocio: Alta (Alta / Media / Baja)	Puntos estimados: 2
Riesgo de Desarrollo: Medio (Alto / Medio / Bajo)	Puntos reales: 2
Descripción: Los usuarios de la aplicación dispondrán de un usuario y contraseña únicos con los que podrán iniciar sesión.	
Observaciones: Solo los usuarios que estén registrados en la aplicación tendrán acceso a sus funcionalidades.	

En este contexto, lo primero que se definió en esta fase fueron las historias de usuario, que en otras metodologías de desarrollo se conocen como requerimientos, y posteriormente, se priorizaron. A continuación, la Tabla 2 muestra una de las historias de usuario identificadas (Reyna Robles et al, 2021).

## Fase 2: Diseño

En esta fase, se desarrollaron todas las maquetas de la aplicación para que los usuarios finales pudieran interactuar con ellas. Mientras que en otras metodologías se suelen desarrollar entregables como diagramas de secuencia, en este caso se optó por el modelo cliente-servidor (Reyna Robles et al, 2021). A continuación, la Figura 2

muestra las principales interfaces de la aplicación móvil.

Estudiantes

- Pantalla para el inicio de sesión del usuario.
- Pantalla para ver la lista de cursos de los estudiantes y sus correspondientes horarios de asistencia.
- Pantalla para marcar la asistencia de los estudiantes a la entrada y salida.

Profesorado

- Pantalla para el inicio de sesión del usuario.
- Pantalla para ver la lista de cursos que imparten.
- Pantalla para descargar la lista de asistencia a un curso específico.

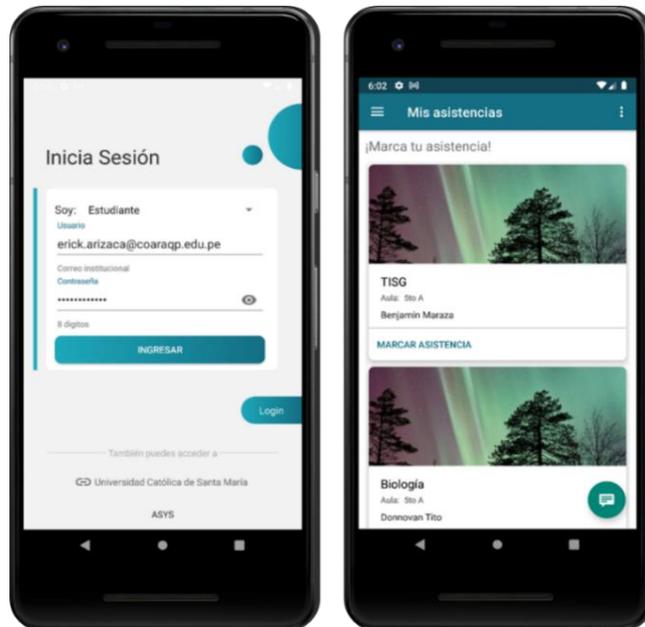


Figura 2. Interfases del aplicativo móvil.

### Fase 3: Codificación

#### Implementación del patrón de diseño Model-View-ViewModel

En esta fase se comenzaron a codificar las funcionalidades de la aplicación, para lo cual se utilizó el patrón de diseño Model-View-ViewModel (MVVM), ya que permite la implementación de aplicaciones Android mucho más robustas y se alinea con la metodología de desarrollo utilizada (Muhammad et al, 2022); para el desarrollo en Android Studio. Véase la figura 3.

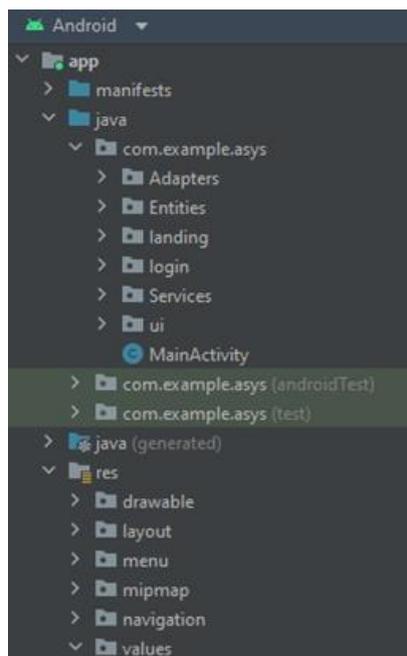


Figura 3. Patrón MVVM de la aplicación.

Cuando la capa de modelo traduce todos los datos y los entrega a ViewModel, la capa de ViewModel se conecta a la base de datos o a las API externas, y la capa de vista presenta los datos, que se pueden invocar a través de comandos.

### Uso de Firebase como administrador de bases de datos

Firebase se utilizó como administrador de bases de datos debido a sus ventajas, como el almacenamiento en la nube y la rápida escalabilidad que ofrece, así como su complemento de análisis de datos para generar informes sobre la demanda de aplicaciones de los usuarios. Véase la figura 4.

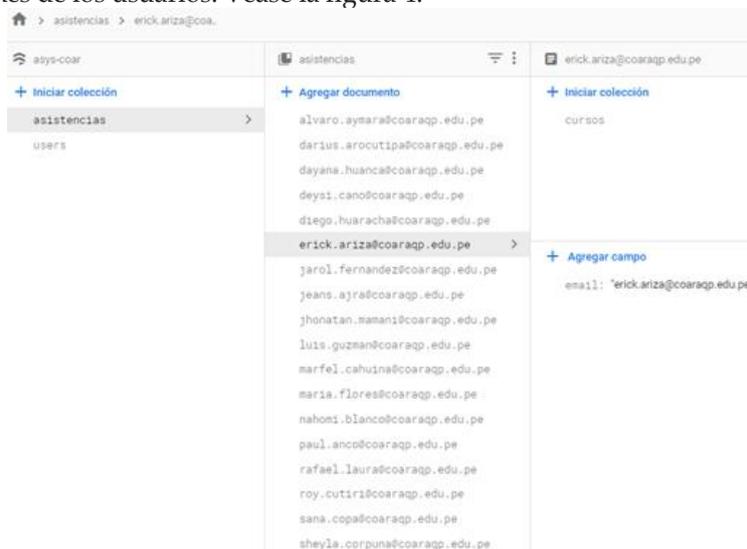


Figura 4. Firebase como administrador de bases de datos.

En la Figura 4, puede observar la base de datos implementada en Firebase, donde puede ver el código de los cursos y sus campos correspondientes, como el aula, el día, la hora de entrada, la hora de salida, el nombre del curso y el profesor. En Cloud Firestore, la unidad de almacenamiento es el documento. Un documento es un registro de bajos recursos que contiene campos con valores asignados (Firebase, 2022), por ejemplo, el campo "correo electrónico". Por otro lado, están las colecciones. Los documentos se almacenan en colecciones, que no son más que contenedores de documentos (Firebase, 2022). Por ejemplo, en la ilustración 5, hay una colección llamada "asistencias", dentro de la cual hay un conjunto de documentos que también pueden almacenar colecciones, como la

colección "cursos", que almacena los cursos en los que está inscrito cada estudiante.

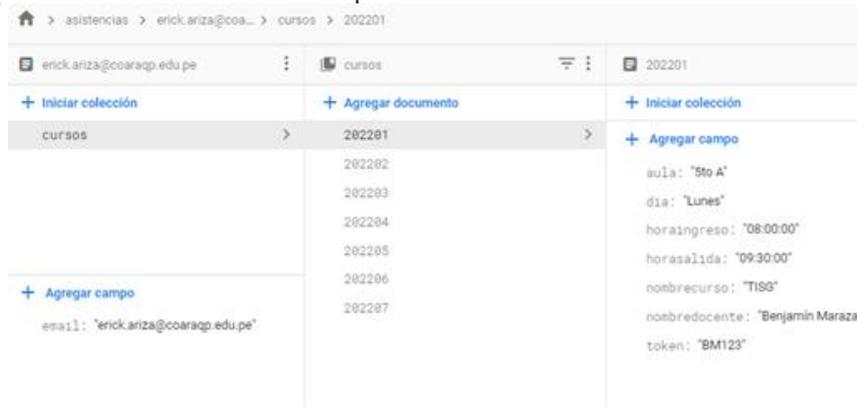


Figura 5. Colección "Cursos" Cloud Firestore.

En la figura 5 se muestra la colección "courses", que almacena los cursos en los que está inscrito el alumno. Cada asignatura se identifica de forma única mediante el código de la asignatura.

A continuación, se detalla el modelo de datos para los estudiantes y sus cursos correspondientes en un diccionario de datos.

### Fase 3: Codificación

Se recolectaron los atributos que manejan las principales funcionalidades de la aplicación móvil de los estudiantes y sus correspondientes cursos, los cuales se muestran en la Tabla 3 y 4, respectivamente.

Tabla 3

*Diccionario de datos – Estudiante*

Atributo	Descripción	Dominio codificado	Tipo de dato
Código de estudiante	Código del estudiante	código	Cuerda
Correo electrónico	Correo electrónico institucional del estudiante	Correo electrónico	Cuerda
Grado	Grado en el que se encuentra el estudiante	grado	Cuerda
Nombre	Nombre completo del estudiante	nombre	Cuerda

Tabla 4

*Diccionario de datos – Cursos*

Atributo	Descripción	Dominio codificado	Tipo de dato
Aula	Aula donde el alumno asiste a clases	aula	Cuerda
Día	Día en que el alumno tiene clases	día	Cuerda
Hora de entrada	Hora de ingreso a clases	Hora de entrada	Cuerda
Hora de salida	Hora de salida de clases	Hora de salida	Cuerda
Nombre del curso	Nombre del curso	Nombre del curso	Cuerda
Nombre del profesor	Nombre del profesor que imparte el curso	Nombre del profesor	Cuerda
Seña	Token generado para validar el registro de asistencia	seña	Cuerda

## Implementación de Machine Learning

### Escáner de códigos QR

Para implementar la funcionalidad de registro de asistencia a través de códigos QR, utilizamos el kit Firebase Machine Learning (Firebase, 2022) para validar los registros de asistencia de los estudiantes. La figura 6 ilustra la arquitectura utilizada para la validación de códigos QR en la aplicación.

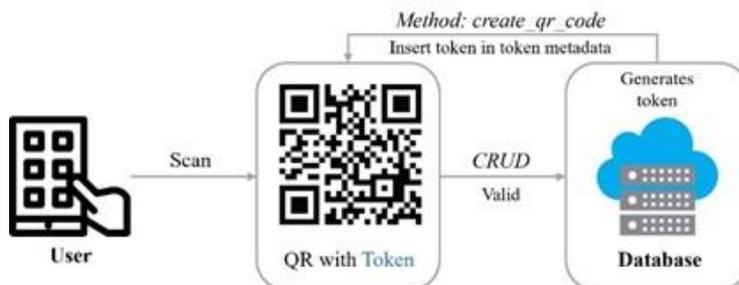


Figura 6. Arquitectura para la validación de QR.

En la arquitectura, la aplicación se conecta directamente a la base de datos para recuperar el token del curso. Esta ficha es insertada en la descripción del código QR por los profesores, ya que solo ellos lo saben.

### Respuestas automáticas

Con el fin de generar respuestas automáticas a las consultas de los usuarios, como obtener instrucciones sobre cómo usar la aplicación o cómo calificar la asistencia (Ranoliya et al, 2017), utilizamos el kit BrainShop.ai Machine Learning, que es capaz de responder a las consultas de los usuarios a partir de una base de conocimientos (un conjunto de respuestas previamente ingresadas en el modelo) y generar respuestas automáticas para los usuarios (Chung y Park, 2018). En la figura 7 se muestra la base de conocimientos en BrainShop.ai se utiliza para generar respuestas automáticas.

ASYS: Cells

Training Cells Nerves Codes Discovery Logs Settings

id	Input	Output	Context
273725	Donde queda el colegio	Teodoro Valcarcel 300, Arequipa 04007	.
273724	Como marco mi asistencia	Hola usermame! Para marcar tu asistencia, debes seguir los siguientes pasos: 1. Ubícate en el curso que te pertenece marcar tu asistencia. 2. Si te encuentras en el horario para marcar tu asistencia, haz click sobre "MARCAR ASISTENCIA". 3. Recuerda que para registrar tu asistencia debes estar matriculado en los cursos correspondientes al semestre que te corresponde. Recuerda que siempre puedes ponerte en contacto con nosotros \u00d3\u00daDE42.	.
273723	Hi	Hola, ¿En que podemos ayudarte?	.
272193	Como marco mi asistencia	Puedes marcar tu asistencia en la pantalla de "Mis asistencias"	.
272192	Hola	Es un gusto saber de tí	.
272191	Hola	¿En que podemos ayudarte?	hola

Figura 7. BrainShop.ai Base de conocimientos.

En la figura 8 se muestra la fase de entrenamiento de la base de conocimiento del modelo de Machine Learning.

Este modelo toma como entrada una cadena de caracteres que servirá como base para las consultas de los usuarios. Además, con fines de entrenamiento, se proporciona una salida que contiene el texto que el modelo generará en respuesta a las consultas de los usuarios.



Figura 8. Entrenamiento de la base de conocimiento del modelo de Machine Learning.

En la figura 9 se muestra la implementación del ChatBot en la aplicación.



Figura 9. Resultado de la implementación del ChatBot en la aplicación.

### Resultados de la fase de codificación

A continuación, se muestran las pantallas principales de la aplicación resultante en base a las historias de usuario de la fase de planificación (Fase 01 de la metodología XP). Cabe destacar que estos resultados llegan después de la fase de pruebas (Fase 04 de la metodología XP).

### Historia de usuario 01: Acceso a la aplicación

En la figura 10 se muestran las interfaces para acceder a la aplicación, incluidas las pantallas de bienvenida y una pantalla para iniciar sesión en función de los roles (Estudiante - Profesor).

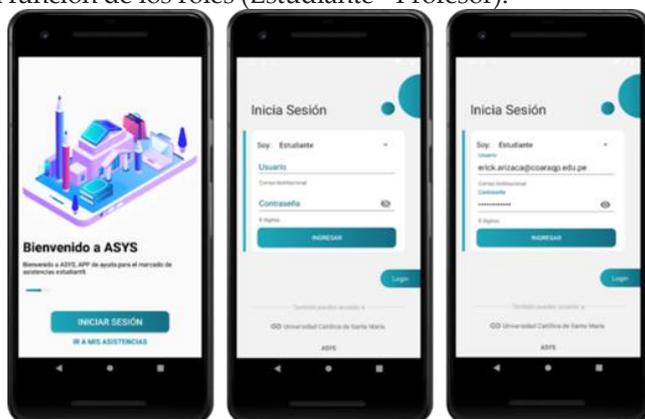


Figura 10. Interfaces de acceso a aplicaciones.

### Historia de usuario 02 y 03: Registro de asistencia y validación de asistencia con código QR

La figura 11 muestra la lista de cursos en los que está inscrito el alumno. Cuando el estudiante hace clic en el

botón "REGISTRARSE", se inicia una nueva actividad, lo que permite que la cámara escanee el código QR (que tiene un token registrado). Si el código QR se verifica con el token de la base de datos, la asistencia del alumno se registra correctamente.

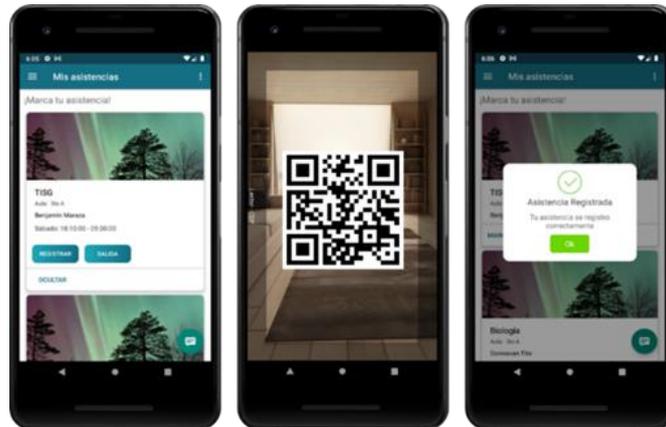


Figura 11. Interfaces de registro y validación de asistencia.

#### Historia de usuario 04: Control de asistencia

En la Figura 12 se muestran las interfaces de cómo se lleva a cabo el control de asistencia por parte de los docentes, siguiendo estos pasos:

- Inicie sesión en la aplicación con el rol de "Profesor" (solo se reconocen los accesos con este rol).
- Navegue hasta el curso correspondiente y haga clic en "DESCARGAR REGISTRO DE ASISTENCIA", que genera y descarga una hoja de cálculo CSV para los profesores. En la ilustración 13 se muestra un ejemplo de control de asistencia realizado por un maestro

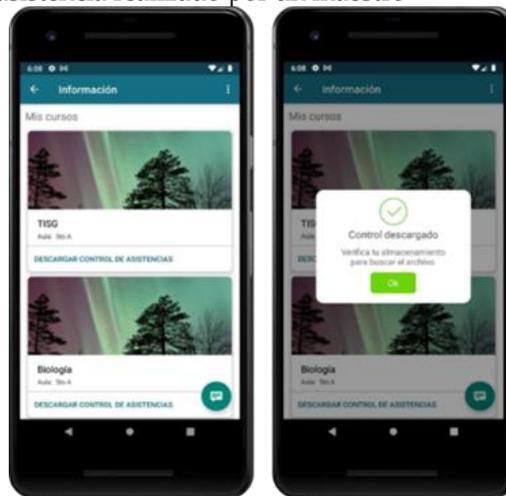


Figura 12. Pantalla para descargar el informe de asistencia de los estudiantes.

La figura 13 muestra el archivo de control de asistencia. El registro incluye la fecha, la hora de entrada y la hora de salida registradas por el estudiante. El registro corresponde al curso "Tecnologías Móviles - Grupo Práctico 1", programado para el "Martes 15:00 - 17:00".

Figura 13. Archivo de Control de Asistencia "Tecnologías Móviles - Grupo de Práctica 1.

### Resultados de la fase de codificación

Cuando se utiliza la metodología XP, se recomienda utilizar pruebas unitarias y pruebas de aceptación (Gutiérrez et al, 2022). En el primero, verificaremos el código desarrollado por el equipo de programación, y en el segundo, comprobaremos si el producto final cumple con las expectativas marcadas en la fase de planificación. En el caso de nuestro proyecto, cada módulo será probado para asegurar que se ingresan los valores adecuados, guía al cliente a las actividades correctas y mantiene la integridad y seguridad de los datos proporcionados por estudiantes y profesores. Finalmente, se verificará la satisfacción del cliente a través de encuestas y presentaciones programadas del producto final para determinar si se han cumplido todos los requisitos y expectativas del usuario final. En la Tabla 5 se muestran las pruebas funcionales implementadas.

Tabla 5

#### Pruebas funcionales

Identificador	Requisitos funcionales	Errores o fallos detectados	Mejorado (SÍ/NO)
CU01	Registro del estudiante en la aplicación	No se han detectado errores de acceso	No
CU02	Calificación de asistencia de los estudiantes	Interfaz incompleta	SÍ
CU03	Ahorro de asistencia	Inconsistencia en el formato de fecha de Firebase	SÍ
CU04	Inicio de sesión del profesor en la aplicación	Interfaz incompleta	SÍ
CU05	Descarga de la lista de asistencia	Descargas incompletas	SÍ
CU06	Visualización de asistencia	Visión desordenada	SÍ
CU07	Marcado de asistencia	No se pudo registrar la asistencia	SÍ
CU08	Inicie sesión con correo electrónico y contraseña	Falta de reconocimiento del correo electrónico	SÍ

Para el lanzamiento de la aplicación se realizó una encuesta, a la que se puede acceder a través del siguiente enlace: Encuesta de Satisfacción. La encuesta incluye varias preguntas para validar y evaluar la satisfacción de los usuarios con el uso de la aplicación. A continuación, en la Tabla 6 se muestran los criterios que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la encuesta.

Tabla 6

#### Criterios de evaluación

Atributo	Descripción	Dominio codificado
1	Satisfacción y facilidad de	Evaluación Evalúa la facilidad y la satisfacción del

	asistencia	usuario con el proceso de calificación de asistencia a través de la comunicación con los estudiantes.
2	Organización de la aplicación ASYS	Elementos Recopila comentarios sobre la organización de los elementos de la aplicación, divididos en varias vistas de la aplicación.
3	Colores de la aplicación	Presenta una lista de colores, incluido el color actual de la aplicación, y pide a los usuarios que voten por el color más cómodo.
4	Estilo de navegación de la aplicación	Involucra a los usuarios para evaluar su nivel de comodidad con el estilo de navegación de la aplicación.
5	Facilidad de uso de la aplicación	Recopila comentarios de los usuarios sobre sus experiencias iniciales con la aplicación.
6	Facilidad de aprendizaje de la aplicación	Recopila información de los usuarios sobre el tiempo que tarda en adaptarse a la aplicación.
7	Aplicación intuitiva	Pide a los usuarios que califiquen la facilidad de uso de la aplicación para realizar varias facciones dentro de ella.
8	Recomendación de la aplicación a terceros	Involucra a los usuarios en la discusión de la probabilidad de recomendar la aplicación a otros.
9	Nivel de satisfacción con la aplicación	Uso: Proporciona un formulario con diferentes áreas de la aplicación para que los usuarios midan los niveles de satisfacción de cada vista y proporcionen una calificación general.

#### Fase 05: Lanzamiento

Para el lanzamiento de la aplicación, se siguieron los siguientes pasos:

- Genera el APK de la aplicación.
- Distribuir el instalador de la aplicación dentro del grupo institucional a profesores y alumnos.
- Evaluar los resultados obtenidos a través de la encuesta.

Se eligió este método de lanzamiento debido a su flexibilidad y facilidad, ya que la aplicación aún se encuentra en su etapa de validación.

#### Resultados

Se recopiló información de 100 estudiantes y docentes de secundaria durante el primer semestre académico de 2022 durante un período de un mes. Los resultados generales de las encuestas realizadas se muestran a continuación en la Figura 14.

#### Nivel de satisfacción con el uso de la aplicación

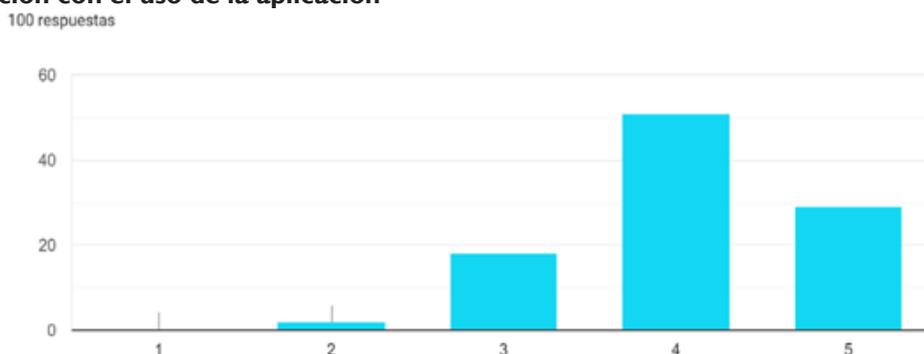


Figura 14. Nivel de satisfacción de los usuarios con la aplicación móvil.

De acuerdo con la Figura 14, del total de individuos encuestados, 18 (18%) consideran que su interacción con la aplicación es buena, 51 (51%) la consideran muy buena, 28 (28%) la consideran excelente y 2 (2%) la consideran regular. Estos últimos casos pueden deberse a la falta de conectividad a Internet o al uso inadecuado de la aplicación por parte de los usuarios.

#### Nivel de aceptación de la solicitud

Además, dado que uno de los objetivos a largo plazo de esta investigación es escalar el uso de la aplicación a todos los años y campus de la institución educativa, se planteó la pregunta de si los usuarios recomendarían el uso de la aplicación a otros. Las respuestas a esta pregunta se muestran a continuación. Los resultados se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7

*Criterios de evaluación*

<b>Criterios</b>	<b>Resultados</b>	<b>Nivel de cumplimiento (%)</b>
Funcionalidad 100%	El sistema cumple con las funcionalidades necesarias para el correcto registro y control de la asistencia de los estudiantes.	100%
Operabilidad	El sistema se integra perfectamente con el gestor de bases de datos para las funcionalidades posteriores implementadas en la aplicación	100%
Satisfacción	Los resultados obtenidos en el apartado IV indican el nivel de satisfacción que tanto profesores como alumnos tienen con el uso de la aplicación.	98% (¿Cuál es su nivel de satisfacción?) .
Aceptación	La aplicación "SYS" cumple con el registro y control de asistencia de los estudiantes.	92,9% (¿Recomendaría el uso de la aplicación para el registro y control de asistencia a otras personas?)

En la Tabla 7 se observa que, con base en los criterios de aceptación, se alcanza un 100% en los criterios de funcionalidad y operatividad, lo que indica que estos criterios se han cumplido plenamente. Por otro lado, en los criterios de satisfacción y aceptación, se obtuvo un 98% y un 92,9%, respectivamente, que, según [10], representan un porcentaje significativo en comparación con la diferencia resultante (2% y 7,1%, respectivamente)

**Discusión y conclusiones**

Al comparar los resultados en cuanto a la funcionalidad de propuestas similares, podemos destacar similitudes y diferencias, que se mencionan a continuación:

Automatización de la asistencia: Al igual que otros estudios [7] [8] [10], la presente investigación tiene como objetivo automatizar el proceso de registro de asistencia en las instituciones educativas. Esto se logra a través del desarrollo de una aplicación móvil que simplifica y agiliza la tarea de los docentes, mejorando la eficiencia del proceso.

Uso de tecnología avanzada: La investigación actual, al igual que algunos estudios anteriores [7] [8] [10], utiliza tecnologías avanzadas como el aprendizaje automático y la computación en la nube para mejorar el registro de asistencia. Esto refleja una tendencia hacia la integración de la tecnología de vanguardia en la gestión educativa.

Interacción con profesores y estudiantes: Algunos estudios previos [8][10] enfatizan la importancia de la interacción entre maestros y estudiantes en el proceso de registro de asistencia. En la presente investigación, tanto los profesores como los estudiantes son considerados a la hora de diseñar la interfaz de usuario y evaluar la aceptación de la aplicación.

Enfoque del reconocimiento facial: A diferencia de otros estudios [10], la investigación actual no se basa en el reconocimiento facial como un elemento clave para el control de asistencia. En su lugar, se utiliza la tecnología de códigos QR para validar la asistencia de los estudiantes.

Metodología de desarrollo: Si bien algunos estudios previos [7] [8] [11] mencionan el uso de metodologías específicas como XP (Extreme Programming) en el desarrollo de aplicaciones, la investigación actual no se centra en detalles metodológicos, poniendo un mayor énfasis en la implementación tecnológica.

Contexto de aplicación: Cada estudio anterior aborda el problema del registro de asistencia en contextos educativos específicos, como universidades [7] [8], instituciones virtuales [8] o incluso en la industria del petróleo y el gas [12]. Por el contrario, la investigación actual se centra en el contexto más amplio de las instituciones educativas.

En resumen, la investigación actual se alinea con la tendencia de utilizar tecnología avanzada para automatizar el registro de asistencia en entornos educativos. Si bien comparte similitudes con estudios anteriores, también presenta características distintivas, como el uso de códigos QR y un enfoque más amplio en el contexto educativo en su conjunto. Estas diferencias y similitudes proporcionan una base sólida para evaluar el impacto y la eficacia de la solución propuesta en comparación con investigaciones anteriores.

Se ha demostrado que la metodología XP, aplicada en las tres primeras fases de desarrollo, es altamente efectiva para asegurar la calidad de la aplicación móvil. Su enfoque centrado en el cliente ha dado como resultado un producto final que cumple de manera eficiente con los requisitos y expectativas de los usuarios en comparación con las metodologías tradicionales.

El uso de herramientas y técnicas asociadas a la metodología XP ha facilitado la identificación de requisitos funcionales y no funcionales. Esto ha sido fundamental para desarrollar una aplicación que cumpla con las pautas y requisitos especificados por el cliente.

La aplicación exitosa de la metodología XP ha permitido una comunicación y retroalimentación constante con el cliente y los usuarios. Esta flexibilidad ha llevado a respuestas rápidas a los cambios sugeridos por el cliente, mejorando significativamente la adaptabilidad de la aplicación a las necesidades cambiantes.

La ejecución de la aplicación móvil ha demostrado resultados positivos en la implementación de servicios de Firebase, como Cloud Firestore y Firebase Authentication, en los módulos de registro de acceso y asistencia. Esto ha contribuido a la robustez y fiabilidad del sistema.

El uso de la aplicación ha simplificado el proceso de registro de asistencia tanto para estudiantes como para profesores. La generación automática de registros de asistencia ha ahorrado tiempo y recursos, mejorando la eficiencia de la gestión académica.

La aplicación ha incorporado técnicas de Machine Learning para proporcionar respuestas automáticas a las consultas de los usuarios. Esto ha demostrado ser particularmente útil cuando los usuarios tienen preguntas sobre el uso de la aplicación, mejorando la experiencia del usuario y la eficiencia del soporte.

El uso del kit de aprendizaje automático de Firebase para validar la asistencia a través de tokens almacenados en la base de datos ha demostrado ser una medida eficaz para garantizar la precisión en el registro de asistencia.

### **Trabajo futuro**

Como trabajo futuro, se propone el uso de otras técnicas de ML como el reconocimiento de imágenes y la geolocalización para el registro de asistencia de los estudiantes.

Mejorar el control: Mejore el control permitiendo a los profesores seleccionar qué tipos de datos quieren recuperar de la base de datos, como fechas o alumnos. Adicionalmente, mejorar la visualización de los datos de control, ya que actualmente solo se descarga en formato de fecha y hora cuando el estudiante registró su asistencia (Entrada/Salida).

Además, se considera escalar la base de datos a un esquema de base de datos relacional, que puede funcionar en conjunto con la base de datos actual de la institución.

Mejorar la seguridad de las aplicaciones: Dado que los datos son un activo importante para una organización, se propone mejorar la seguridad de las aplicaciones a un nivel mucho más alto.

Implemente la aplicación para sistemas operativos iOS. Mejorar el diseño UI/UX de la aplicación.

### **Referencias**

A. Abdul, R. Mohamad, F. Abdul y N. Izzati, «Sistema de asistencia de estudiantes mediante una aplicación móvil basada en Android», 2021 IEEE 11th IEEE Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE), pp. 224-227, 2021.

Adewale O., Olatunde S. y Segun A. (2021), «Desarrollo de aplicaciones móviles y de escritorio para un sistema de gestión de asistencia basado en huellas dactilares», Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, vol. 24, n° 1, pp. 570-580.

Alibasi A., Upadhyay H., Simsekler M. C. E., Kurfess T., Woon W. L. y Omar M. A. (2022), «Evaluation of the trends in jobs and skill-sets using data analytics: a case study», SCOPUS, vol. 9, n° 32.

Alvares A. J., Alves Souza A. C. y Feitosa de Castro M. (2020), «Implementación de una aplicación móvil de lectura de contadores (App) para agua y electricidad basada en visión computacional», Revista Brasileña de Computación Aplicada, vol. XII, n° 3, pp. 107-121.

BrainShop, «BrainShop Documentation: Quick Start,» 2020. [En línea]. Available: <https://brainshop.ai/node/260732>. [Último acceso: 10 Junio 2022].

Chung K. y Park R. (2018), «Servicio de atención médica basado en chatbot con una base de conocimientos para la computación en la nube», Cluster Computing, vol. 22, p. 1925–1937.

Firebase, «Firebase Documentation: Kit de AA para Firebase,» 2022. [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/ml-kit?hl=es-419>. [Último acceso: 21 Junio 2022].

Firebase, «Firebase Documentation: Modelo de datos de Cloud Firestore,» 2022. [En línea]. Available:

<https://firebase.google.com/docs/firestore/data-model?hl=es-419>. [Último acceso: 16 Junio 2022].

Forum D., Chowdhury D., Rupinder K., Marloes P., Chand R., Singh G., Singh S. y Buyya R. (2022), «Un sistema para monitorear el estado de salud de los pacientes cardíacos mediante aprendizaje automático y computación en la nube, Internet de las cosas», *HealthCloud*, vol. 17.

Gutiérrez J., Escalona M., M. M. y T. J. (2022), «Pruebas del Sistema en Programación Extrema,» Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Sevilla, Sevilla.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, «El 66.8% de la población de 6 y más años de edad accedió a internet de Enero a Marzo del presente año (2021),» INEI, Lima, 2021.

Katrilla T. A. P. y Dewa P. (2022), «Optimización de las características de innovación en la aplicación de asistencia basada en dispositivos móviles», *Sistemas de Gestión en Ingeniería de Producción*, vol. 30, n° 1, pp. 18-26.

Khawas C. y Shah P. (2018), «Aplicación de Firebase en el desarrollo de aplicaciones Android - Un estudio», *International Journal of Computer Applications*, vol. 179, n° 46, pp. 49-53.

Lu C. y Cutumis M. (2022), «El compromiso y el rendimiento en línea en las evaluaciones formativas median la relación entre la asistencia y el rendimiento en el curso», *Revista Internacional de Tecnología Educativa en la Educación Superior*, vol. 19, n° 2, p. 23, 2022.

Maraza B., Interviewee, Entrevista 01: Docente del Colegio de Alto Rendimiento de Arequipa. [Entrevista]. 25 Marzo 2022.

Martínez D., Ferre X., Guerrero G. y Juristo N. (2020), «An Agile-Based Integrated Framework for Mobile Application Development Considering Ilities», vol. 8, n° 1, pp. 72461 - 72470.

Martínez-López J. y Obregón-Colina D. R. (2020), «Aplicación móvil para la gestión de registros de asistencia y evaluaciones de los estudiantes universitarios,» *Dialnet*, vol. 18, n° 3, pp. 97-111.

Milon I., Kamrul H., Masum B. y Manik U., «Desarrollo del sistema de asistencia estudiantil basado en teléfonos inteligentes», de 2017 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference, Dhaka, Bangladesh, 2017.

Muhammad K., Yudi P. y Moterico A. (2022), «Medición de la usabilidad en el diseño de la interfaz de usuario mediante la calificación de gravedad de la evaluación heurística (estudio de caso: aplicación móvil de TA basada en MVVM)», 2022 IEEE 12th Annual Computing and Communication Workshop and Conference, CCWC 2022, pp. 974-979.

Padilla Cando A. L. y Sánchez Pilay J. Y. J. (2020), *Desarrollo de una aplicación Móvil prototipo para el registro y control de asistencia estudiantil en la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales basada en Tecnología de Reconocimiento Facial*, Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

Pressman R. (2010), *Ingeniería de software*, Américo: Mc-Graw Hill.

Qotrun Nada N., Khotimatus Saadah U., Khoirul Anam A., Widianingrum, Wibowo S. y Novita M. (2019), «Design on 'FunPhy: Fun Physics' Educational Game Apps using Agile EXtreme Programming», *Journal of Physics*, vol. I, n° 1, pp. 216-226.

Ranoliya B., Raghuwanshi N. y Singh S. (2017), «Chatbot for university related FAQs», *Conferencia Internacional sobre Avances en Computación, Comunicaciones e Informática (ICACCI) de 2017*, pp. 1525-1530.

Reyes P. y Marín R. (2021), «Aplicación web empleando la metodología XP para la gestión académica del instituto de informática de la Universidad Nacional del Altiplano Puno - 2019,» Repositorio UNAP, Puno.

Reyna Robles J. L., Cieza Mostacero E., Alcántara Moreno O. R. y Pacheco Torres J. F. (2021), «Aplicación móvil multiplataforma para mejorar la gestión de ventas en la veterinaria Janavet de Trujillo,» 19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, vol. I, n° 1, pp. 21-23.

Roca Espinosa C. A. y Villafuerte Benavides A. J. (2017), *Aplicación móvil para registro de asistencias de la Universidad Central del Ecuador*, Quito: Universidad Central del Ecuador.

Shah A., Ahirrao S., Pandya S., Kotecha K. y Rathod S. (2021), «Smart Cardiac Framework for an Early Detection of Cardiac Stop Condition and Risk», *Frontiers in Public Health*, vol. 9, n° 762303, pp. 2296-2565.

Weng X., Wu H., Pan Y. y Chen H. (2021), «Modelo de datos personales descentralizados en la nube y su aplicación en el sistema de información de salud del campus,» 2021 Intl Conf on Trustable, Autonomic and Secure

Computing, Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, Intl Conf on Cloud and Big Data Computing, Intl Conf on Cyber Science and Technology Congress, vol. I, n° 1, pp. 879-883.