

Desarrollo de una aplicación móvil para el monitoreo de pacientes con hipertensión arterial mediante la tecnología ESP32

Development of a mobile application for monitoring patients with arterial hypertension using ESP32 technology

Andrés Eduardo Caina Guamán*
Universidad Nacional de Chimborazo.
Riobamba-Ecuador.
ecaina.fis@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-6557-3768>

Julio Vinicio Sanaguano Santos
Concejo Nacional Electoral.
Riobamba-Ecuador.
julyovin@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-9213-5611>

Jorge Edwin Delgado Altamirano
Universidad Nacional de Chimborazo.
Riobamba-Ecuador.
jdelgado@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6782-806X>

*Correspondencia: ecaina.fis@unach.edu.ec

Cómo citar este artículo:

Caina, A., Sanaguano, J., & Delgado, J. (2022). Desarrollo de una aplicación móvil para el monitoreo de pacientes con hipertensión arterial mediante la tecnología ESP32. *Esprint Investigación*, 1(1), 05-15.
<https://doi.org/10.61347/ei.v1i1.38>

Recibido: 1 de octubre de 2021

Aceptado: 1 de noviembre de 2021

Publicado: 5 de enero de 2022

Copyright: Derechos de autor 2022 Andrés Eduardo Caina Guamán, Julio Vinicio Sanaguano Santos, Jorge Edwin Delgado Altamirano.



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Resumen: La hipertensión aumenta significativamente el riesgo de sufrir enfermedades cardíacas, cerebrovasculares y renales. En su mayoría, las personas no están al tanto de que la padecen y solo un pequeño grupo la tiene bajo control, por lo que se convierte en una de las principales causas de muerte prematura a escala mundial. La presente investigación evalúa la usabilidad de un aplicativo móvil para el monitoreo de este tipo de pacientes. Bajo un enfoque cuantitativo no experimental se ejecutó una revisión teórica, el diseño y análisis del aplicativo y se aplicaron métodos empíricos para establecer los atributos y métricas de evaluación, en este caso, de la usabilidad. Se detalló el proceso de análisis para obtener requisitos, así como el diseño del prototipado para la elaboración del aplicativo. Se concluyó que el aplicativo diseñado cumplió las expectativas de un gran porcentaje de usuarios.

Palabras clave: Aplicaciones móviles, hipertensión, módulo ESP32, monitoreo presión arterial, telemedicina.

Abstract: Hypertension significantly increases the risk of heart, cerebrovascular and kidney disease. Most people are unaware that they suffer from it and only a small group has it under control, making it one of the main causes of premature death on a planetary scale. This research evaluates the usability of a mobile application for monitoring this type of patients. Under a non-experimental quantitative approach, a theoretical review, the design and analysis of the application were carried out and empirical methods were applied to establish the attributes and evaluation metrics, in this case, usability. The analysis process to obtain requirements was detailed, as well as the prototyping design for the development of the application. It was concluded that the designed application met the expectations of a large percentage of users.

Keywords: Blood pressure monitoring, ESP32 module, hypertension, mobile applications, telemedicine.

1. Introducción

Debido a su alta frecuencia y tasa de mortalidad, la presión arterial se reconoce como un problema de salud a escala mundial. En la actualidad, resulta difícil detectar qué sujetos la padecen y qué sujetos no; a pesar de que se han instituido varios rangos de medidas para establecerlo, no existe una nomenclatura que distinga la presión arterial normal de la alta (Espinosa, 2018).

El Imperial College de Londres y la Organización Mundial de la Salud (OMS) en un estudio que abarca el periodo 1990-2019 y 184 países, determinan que el número de sujetos adultos entre 30 y 79 años con hipertensión aumentó en los últimos 30 años de 650 millones a 1.280 millones. En su mayoría viven en países de ingresos bajos y medianos. Además, alrededor del 46 % de los adultos hipertensos

desconocen esta condición y solo el 21 % la tienen bajo control, lo que convierte a la hipertensión en una de las principales causas de muerte prematura en el mundo. Para 2025, una de las metas mundiales es reducir en un 25 % la prevalencia de la hipertensión en comparación con los valores de referencia de 2010 (OMS, 2021a).

En esta condición, la presión arterial alta aumenta significativamente el riesgo de sufrir enfermedades cardíacas, cerebrovasculares y renales, por lo que se convierte en una de las principales causas de muerte a escala mundial. La hipertensión se puede detectar con facilidad mediante la medición de la tensión arterial en casa o en un centro de salud, y suele ser tratada con éxito con medicamentos de bajo costo (OMS, 2021b).

Coca et al. (2018) indican que la prevalencia de hipertensión en adultos mayores de 35 años fluctúa entre el 26 % y el 42 %. De este grupo, solo el 18,8 % logra controlar su presión arterial. A pesar de esto, entre aquellos que conocen su hipertensión, el 52,8 % recibe tratamiento farmacológico, pero solo el 35,5 % logra una presión arterial inferior a 140/90 mmHg.

Históricamente, Ecuador demuestra una prevalencia del 9.3 % de hipertensión arterial en la población de 18 a 59 años, más común en hombres que en mujeres. Por esta razón, se deben tomar medidas adecuadas para controlar la hipertensión arterial. En 2019, el Ministerio de Salud Pública (MSP) elaboró una Guía de Práctica Clínica que contiene evidencias y recomendaciones científicas para profesionales de la salud y pacientes en cuanto a prevención, detección temprana, diagnóstico y tratamiento de la HTA.

Considerando la emergencia sanitaria por la pandemia de COVID-19, los sectores médico y sanitario tuvieron que adaptarse a una nueva realidad en la que debían brindar un servicio ágil y oportuno y, al mismo tiempo, protegerse a sí mismos. Durante la pandemia, el uso de la tecnología en la salud (telesalud y telemedicina) se vuelve más común en diferentes ámbitos, lo que permitió brindar nuevos servicios, sustituyendo o complementando la atención de urgencia y ambulatoria (Chá, 2020).

De acuerdo con la American Telemedicine Association (ATA), Mediclic (2019) indica que la telemedicina implica la transferencia electrónica de información médica con el fin de mejorar la salud clínica de los pacientes, mediante el uso de herramientas tecnológicas como videoconferencias, correo electrónico, teléfonos inteligentes y comunicaciones inalámbricas.

El objetivo principal de la telemedicina se encamina a facilitar diagnósticos oportunos y tratamientos menos costosos, así como prevenir y controlar la expansión de enfermedades. Entre los secundarios se pueden mencionar: contribuir a la integración del sistema de salud y a la universalidad de sus servicios con calidad, eficiencia y equidad para el beneficio de las poblaciones excluidas y dispersas, así como agilizar la atención en salud y evitar desplazamientos innecesarios (Linares et al., 2018).

Según estos autores existen tres modos generales de aplicación de la telemedicina:

- Modo “*store-and-forward*”: permite la recolección y transmisión de datos médicos para su interpretación.
- Modo “*real-time*”: facilita el intercambio de información en tiempo real, lo que garantiza una interacción directa con el paciente y respuestas inmediatas para la toma de decisiones.
- Modo híbrido: los datos del paciente son enviados previamente al médico, pero si es necesario, el médico puede realizar una consulta en tiempo real con el paciente.

La mayoría de profesionales relacionados con la medición de la presión arterial la ejecutan mediante procesos tradicionales, la información es registrada en fichas impresas o en casos más modernos en

una base de datos; pero no se dispone de una aplicación informática de tele monitoreo que evalúe en tiempo real la hipertensión arterial de los pacientes, y, por lo tanto, carecen de una base de datos que permita establecer patrones de comportamiento y posibles alertas.

Los pacientes también enfrentan una serie de obstáculos que imposibilitan un correcto monitoreo de su salud, entre ellos, la imposibilidad de que un mismo profesional los atienda de manera regular, las dificultades de transporte para acceder a las consultas médicas, problemas de comunicación entre paciente y médico, riesgo a contraer Covid-19 en clínicas, elevado costo por consulta de servicios especializados privados, falta de tiempo, saturación en servicios públicos, entre otros factores.

En consecuencia, el presente análisis toma como objeto a aplicaciones móviles disponibles en las tiendas afines, en aras de identificar qué tipo de servicios ofrecen y proponer funciones a futuro. Este caso de estudio para la transmisión de datos simulados basados en datos históricos de un paciente hipertenso usa la tecnología ESP32, que, de acuerdo con Bertoleti (2019) es un Sistema en un Chip (*System on a Chip* - SoC) que ofrece múltiples componentes -entre ellos la conectividad (*Wifi* y *Bluetooth*)-, además de potencia computacional (CPU + memorias).

El ESP32 comúnmente se presenta en forma de módulo debido a características convenientes para la emulación de datos, pues permiten su programación a través de Arduino IDE. Por ejemplo, Vega-Luna et al. (2021) implementan un ESP-32WROOM (versión alternativa que incluye componentes de conectividad), que configurado con un altavoz inteligente “Alexa” pudo encender los sensores a los que estaba conectados empleando el protocolo HTTP a partir de SOAP y el protocolo TCP, incluso la prueba fue exitosa cuando el altavoz se encontraba a 32 metros.

Por lo tanto, resulta relevante desarrollar aplicaciones móviles de telemedicina que permitan la comunicación médico-paciente en tiempo real, visualizar los datos de la presión arterial en forma gráfica, almacenar los datos históricos del paciente, generar una alerta en caso de emergencia para el familiar y el médico, con el fin de brindar una atención personalizada y tomar decisiones oportunas. Además de ser escalable y competitivo, este aplicativo permitirá monitorear constantemente a los pacientes con hipertensión que representan un desafío para sus círculos de salud.

La presente investigación se enfoca en el diseño de una aplicación móvil para monitorear pacientes con hipertensión arterial mediante el uso de la tecnología ESP32. Para lograr dicho objetivo, se establecen dos objetivos específicos: diseñar y analizar la aplicación móvil utilizando la tecnología ESP32 y evaluar su usabilidad mediante los criterios establecidos por la norma ISO 9241-11. De esta forma, se espera contribuir al desarrollo de herramientas tecnológicas eficaces y accesibles para el monitoreo de pacientes con hipertensión arterial.

2. Metodología

A partir de la asunción de un enfoque cuantitativo la investigación evaluó los criterios de usabilidad de la aplicación móvil; se aplicó la norma ISO 9241-11 y utilizaron los métodos empíricos para establecer atributos y métricas de evaluación. Se empleó un diseño no experimental debido a que los usuarios finales, médicos e ingenieros en sistemas, se encargaron de ejecutar la evaluación de la aplicación móvil.

La investigación documental permitió conocer conceptos asociados al tema principal y se enfocó en el seguimiento de los pacientes con hipertensión y la medición de los cambios en sus variables de salud en tiempo real. Por lo tanto, se trata de una investigación aplicada que se llevó a cabo con la participación de profesionales de la salud y del área informática.

Para establecer indicadores relacionados con la usabilidad y funcionalidades del aplicativo se aplicó una entrevista a la población objetivo: profesionales del Hospital Universitario Andino de Riobamba y de la Universidad Nacional de Chimborazo, quienes por medio del aplicativo evidenciaron el monitoreo de la presión arterial en tiempo real. Se seleccionó una unidad de análisis de 10 sujetos (médicos e informáticos).

Para evaluar la calidad del aplicativo se aplicó una encuesta a la población objetivo. Estos grupos usaron la aplicación móvil para conocer las opiniones o características del aplicativo y evaluar su usabilidad. Por su parte, para analizar los datos que arrojaron las encuestas se utilizó la herramienta IBM SPSS 25. Además, se aplicó la norma ISO 9241-11 para medir la usabilidad del aplicativo por medio del cuestionario de SUMI, en el cual se establecieron los atributos y métricas de evaluación.

3. Resultados

El monitoreo de pacientes con hipertensión fue ejecutado mediante una revisión de herramientas dedicadas a su control, como equipos electrónicos usados una o varias veces al día. En los últimos años se le ha dado mayor importancia al empleo de aplicaciones de tele monitoreo por el fácil acceso a la tecnología móvil y la necesidad de reducir costos.

Se evidenciaron varias aplicaciones relacionadas con el monitoreo de hipertensión: *Blood Pressure*, *Blood Pressure Companion*, *Blood Pressure Log* y *Blood Pressure Tracker*, que en su mayoría miden la presión arterial a través de un registro, permitiendo ver tendencias, exportación de datos a varios formatos, gráficos y recordatorios; particularmente la última permite compartir los datos con un médico. Otras aplicaciones móviles más avanzadas son: *Qardio* y *BloodPressureDB* que monitorean en tiempo real, utilizan dispositivos externos y ofrecen la posibilidad de compartir sus datos con otros familiares o profesionales de la salud.

Un amplio mercado puede constataarse en el sector de desarrollo de aplicaciones de salud; además, una tendencia a implementar tecnologías con transmisión de datos en tiempo real, que posibilitan la comunicación entre paciente y médico, incluso con la integración de tecnologías que se vinculen al aplicativo y transmitan datos del paciente.

Se llevó a cabo un análisis y diseño del desarrollo del aplicativo y se determinó que el modelo Espiral de Boehm (1987) sería lo más adecuado, pues no solo se utiliza en el desarrollo de software, sino que ostenta la capacidad de manejar etapas repetitivas, y permite navegar entre ellas para ejecutar cambios en la planificación y volver a efectuar el proceso de integración y pruebas. Dicha implementación dio como resultado un nuevo prototipo al finalizar cada fase del ciclo.

Según Hernández & Mendoza (2010): el modelo Espiral de Boehm “tiene potencial para el desarrollo de versiones rápidas de manera incremental” (p. 229) debido a que se basa en la creación de prototipos pequeños y permite al cliente hacer cambios, implicando repetir el proceso si resulta necesario. En la Tabla 1 se puede observar las fases del modelo espiral de Boehm.

Tabla 1

Fases del modelo Espiral de Boehm

Fases	Descripción
Planificación	Determinar objetivos, alternativas y restricciones.
Análisis de riesgo	Evaluar alternativas Identificar y resolver riesgos.
Ingeniería	Desarrollo, verificación del siguiente nivel del producto.
Evaluación del cliente	Plan para la siguiente fase.

Fuente: Hernández & Mendoza (2010)

El desarrollo del aplicativo a partir del uso de este modelo estuvo conformado por dos iteraciones, debido a la ejecución de varios cambios mientras duraba cada iteración, pues surgieron requerimientos funcionales y no funcionales después de las reuniones con doctores y profesionales de TICs, lo que redujo enormemente la cantidad de iteraciones empleadas.

Para la recolección de requisitos se empleó la entrevista de manera informal a profesionales del área de informática y de salud para definir indicadores relacionados con la usabilidad y directrices para el desarrollo del aplicativo en función del monitoreo de pacientes con hipertensión.

Posteriormente fueron identificados los riesgos que podrían ocurrir en el proyecto, ya sea durante el análisis, desarrollo o el uso del aplicativo; a continuación, se enuncian:

Riesgos durante el análisis

- No identificar bien los requisitos de los usuarios.
- No considerar limitaciones del sistema.
- No investigar adecuadamente el mercado.
- No establecer correctamente los objetivos.

Riesgos durante el desarrollo

- No contar con un equipo con conocimiento suficiente para el desarrollo del proyecto.
- Asignación de tareas sin previo análisis.
- No versionar el proyecto adecuadamente.
- No realizar las pruebas suficientes al sistema antes de lanzar cada versión o prototipo.

Riesgos durante el uso

- Problemas de rendimiento y estabilidad.
- Disponibilidad en varias plataformas.
- Inseguridad de la aplicación.

Una vez considerados estos riesgos, el proceso de selección de tecnologías resultó más sencillo, pues se partió de una base de datos. Para ello se consideró la existencia de pacientes que requerían un monitoreo constante, como los de alto riesgo vascular; situación similar al estudio realizado por Navarro-Ulloa et al. (2020) en el cual 1858 pacientes recibieron monitoreo de 24h mostraron hipertensión nocturna y patrones cardiacos anormales. Para soportar este tipo de casos u otros menos graves, y considerando que pueden existir varios usuarios a la vez, se seleccionó la base de datos no relacional MongoDB, reconocida por su desempeño escalable y por una mejor gestión para grandes cantidades de datos (Brítez et al., 2020). Además, fueron elegidos el *Framework* Angular v.8 junto con Node JS, compatibles con Sockets.IO, herramienta idónea para transmitir los datos en tiempo real a médicos, pacientes y familiares mediante una plataforma móvil.

Una vez ejecutado el análisis se procedió con la fase de diseño, donde se instalaron las herramientas en un ambiente local, se creó e implementó la base de datos y se desarrolló tanto el *backend* utilizando Node.JS como el aplicativo móvil mediante el *Framework* Ionic 4, esta aplicación al ser basada en web se complementó con su *frontend* en Angular v.8, para de esta forma mejorar su accesibilidad.

Esto dio como resultado el Prototipo I representado en la Figura 1; posteriormente se evaluó el cumplimiento de los requisitos y se determinó qué se cumplió y qué no.

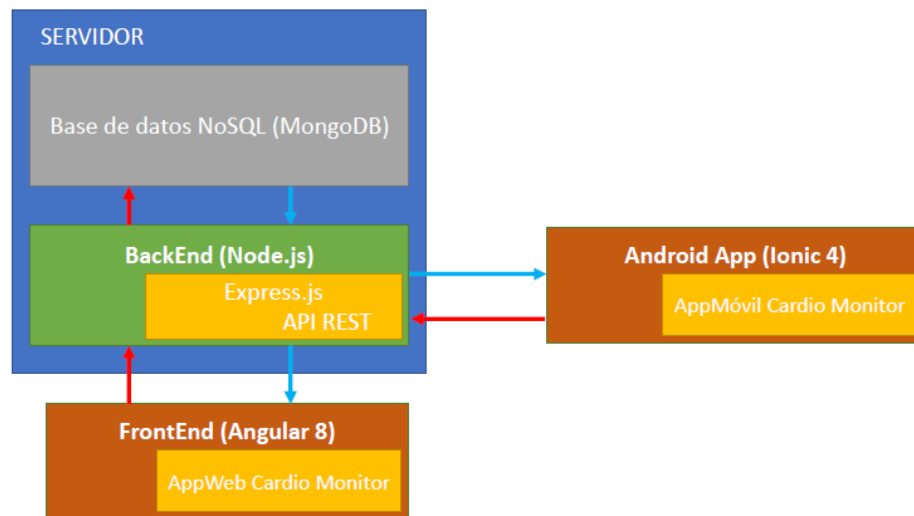


Figura 1. Diseño – Prototipo I

En la segunda iteración se integró el módulo ESP32 a la planificación, se subsanaron los errores en los requisitos de la iteración anterior y se analizaron los posibles riesgos que podrían ocurrir con la integración del módulo. Posteriormente, se efectuó el despliegue de la aplicación en Mongo DB Atlas para alojar la base de datos, Heroku para alojar el *backend* en Node.JS y Microsoft Azure para alojar el apartado web. Esto se puede ver reflejado en el prototipo II representado en la Figura 2.

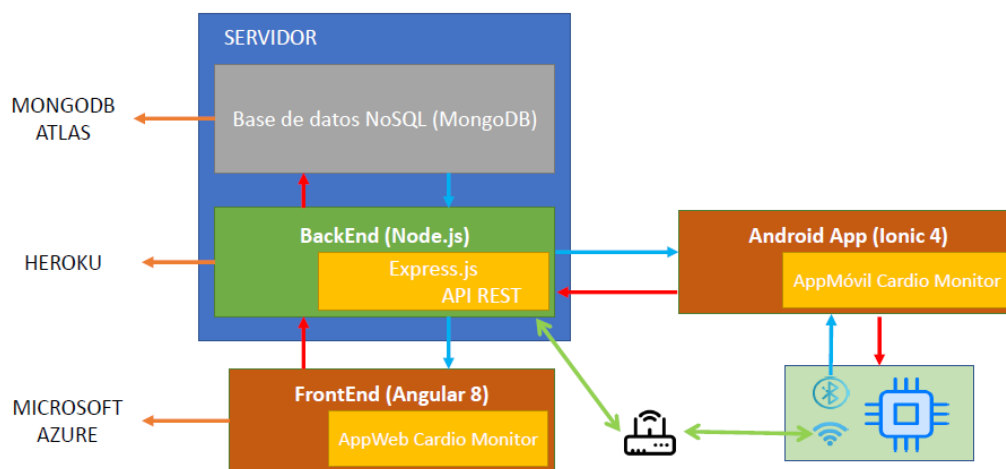


Figura 2. Diseño – Prototipo II

A continuación, para la simulación de datos se realizó el ajuste de la curva sinusoidal en aras de establecer la predicción y previsión de resultados a partir de datos históricos obtenidos de un paciente hipertenso del Hospital Universitario Andino, el ajuste de curva generó dos ecuaciones para emular los datos de presión sistólica y diastólica:

General model Presión Sistólica Sin5:

$$f(x) = a1 * \sin(b1 * x + c1) + a2 * \sin(b2 * x + c2) + a3 * \sin(b3 * x + c3) + a4 * \sin(b4 * x + c4) + a5 * \sin(b5 * x + c5) \quad (1)$$

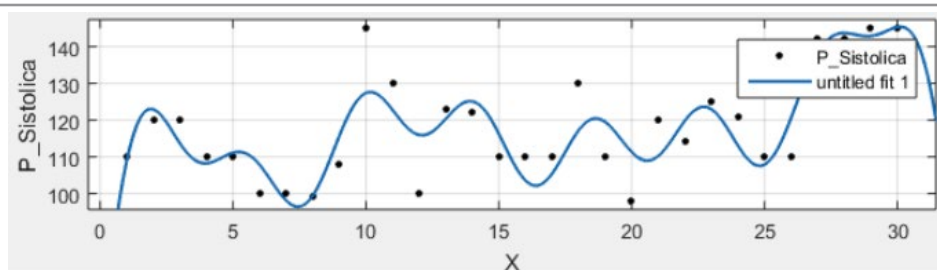


Figura 3. Función sinusoidal de la presión sistólica.

General model Presión Diastólica Sin5:

$$f(x) = a1 * \sin(b1 * x + c1) + a2 * \sin(b2 * x + c2) + a3 * \sin(b3 * x + c3) + a4 * \sin(b4 * x + c4) + a5 * \sin(b5 * x + c5) \quad (2)$$

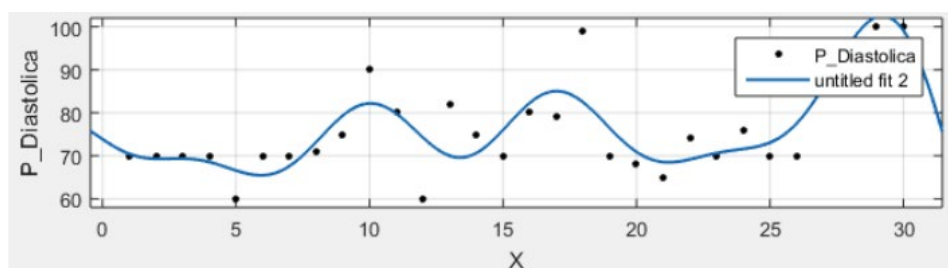


Figura 4. Función sinusoidal de la presión diastólica.

El propósito de simular los datos de presión sistólica y diastólica de un paciente con hipertensión arterial es demostrar cómo el aplicativo funcionaría en el caso de que uno de estos pacientes lo utilice y se pueda identificar la capacidad para establecer predicciones y previsiones de resultados que permitan un posterior análisis, incluyendo la opinión de profesionales de la salud.

Una vez desplegados los aplicativos y realizadas las pruebas con la simulación de datos reales, el estudio se aplicó a una población de 15 personas entre pacientes y médicos en el Hospital Universitario Andino de Riobamba, lo que permitió, a su vez, evaluar la usabilidad del aplicativo mediante el cual profesionales de TICs y médicos observaron el monitoreo de la presión arterial en tiempo real. Posteriormente fueron encuestados con 15 preguntas medidas con una escala de Likert (Tabla 2) y se distribuyeron como se aprecia en la Tabla 3.

Tabla 2

Escala de Likert

Escala	Abreviatura
Totalmente en desacuerdo	TD
Desacuerdo	D
No lo sé	NL
De acuerdo	A
Totalmente de acuerdo	TA

Para evaluar la usabilidad de la aplicación móvil se usó la norma ISO 9241-11 según ISO (2018), define a la usabilidad como la medida en el que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico.

Partiendo de este concepto, pueden rescatarse los tres atributos que ayudan a medir la usabilidad:

- Efectividad (Tareas ejecutadas)
- Eficiencia (Tiempo empleado)
- Satisfacción (Ausencia de incomodidad)

Tabla 3

Distribución de preguntas

Efectividad	Pregunta 1	La aplicación ha funcionado, no se ha detenido inesperadamente en algún momento.
	Pregunta 2	La aplicación permite que el usuario aprenda con facilidad las funciones.
	Pregunta 3	La aplicación ofrece seguridades al momento de utilizarla (<i>Login</i> , ...).
	Pregunta 4	La aplicación ofrece información de ayuda para ejecutar algunas funciones.
	Pregunta 5	Las tareas en la aplicación fueron completadas con éxito.
Eficiencia	Pregunta 6	La aplicación responde a la entrada y salida de datos.
	Pregunta 7	El software permite al usuario ejecutar funciones en pocas pulsaciones de teclas.
	Pregunta 8	Durante la ejecución de una función se puede inferir con facilidad las operaciones de la aplicación.
	Pregunta 9	Las tareas en la aplicación se pueden realizar de manera intuitiva y directa.
	Pregunta 10	La interacción de la aplicación es lo suficientemente rápida.
Satisfacción	Pregunta 11	Los requerimientos del usuario se han incorporado en la aplicación.
	Pregunta 12	Las tareas y funciones de la aplicación se han realizado de manera satisfactoria.
	Pregunta 13	Durante la ejecución de funciones la aplicación muestra mensajes de ayuda, advertencia, etc.
	Pregunta 14	La interfaz de la aplicación es atractiva, fácil de utilizar.
	Pregunta 15	Recomendaría la aplicación a otros usuarios.

Después de tabular los datos de las primeras cinco preguntas, el promedio de efectividad de la aplicación móvil refleja que un 80 % de la población (equivalente a 8 personas) está totalmente de acuerdo (TA) con que la aplicación es efectiva y funciona correctamente de inicio a fin, es fácil para el aprendizaje del usuario, segura y ofrece información de ayuda; el resumen de los resultados se aprecia en la Tabla 4.

Tabla 4

Resumen de efectividad de la aplicación móvil

		Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Efectividad
TD	No.	0	0	0	0	0	0
	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
D	No.	0	0	0	0	0	0
	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
NS	No.	0	0	0	0	0	0
	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
A	No.	1	2	3	3	1	2
	%	10%	20%	30%	30%	10%	20%
TA	No.	9	8	7	7	9	8
	%	90%	80%	70%	70%	90%	80%

Una vez tabulados los datos de la pregunta 6 a la 10, el promedio de eficiencia de la aplicación móvil refleja que un 76 % de la población (equivalente a 7,6 personas) está totalmente de acuerdo (TA) con que la aplicación trabaja con fluidez, ejecuta funciones con pocas pulsaciones, pueden inferir con facilidad las operaciones de la aplicación y determinan que la interacción es rápida. Sin embargo, un aspecto a mejorar que está relacionado con la eficiencia es el de posibilitar que las tareas del aplicativo se puedan realizar de manera intuitiva y directa (pregunta 9). El resumen de los resultados se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Resumen de eficiencia de la aplicación móvil

		Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10	Eficiencia
TD	No.	0	0	0	0	0	0
	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
D	No.	0	0	0	0	0	0
	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
NS	No.	1	0	0	0	0	0,2
	%	10%	0%	0%	0%	0%	2%
A	No.	1	2	3	4	1	2,2
	%	10%	20%	30%	40%	10%	22%
TA	No.	8	8	7	6	9	7,6
	%	80%	80%	70%	60%	90%	76%

Los resultados de la pregunta 11 a la 15 resumidos en la Tabla 6 reflejan el promedio de satisfacción de la aplicación móvil de un 78 % de la población (equivalente a 7,8 personas), quienes están totalmente de acuerdo (TA) con que la aplicación cumple con los requisitos del usuario, que de manera satisfactoria realiza sus tareas y funciones, además de que en ejecución muestra mensajes de ayuda, lo que convierte al aplicativo en fácil de utilizar y de recomendar a otros usuarios.

Tabla 6

Resumen de satisfacción de la aplicación móvil

		Pregunta 11	Pregunta 12	Pregunta 13	Pregunta 14	Pregunta 15	Satisfacción
TD	No.	0	0	0	0	0	0
	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
D	No.	0	0	0	0	0	0
	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
NS	No.	1	0	0	0	0	0,2
	%	10%	0%	0%	0%	0%	2%
A	No.	2	2	3	2	1	2
	%	20%	20%	30%	20%	10%	20%
TA	No.	7	8	7	8	9	7,8
	%	70%	80%	70%	80%	90%	78%

Para evaluar la confiabilidad de la aplicación móvil se tomó en cuenta el análisis de confiabilidad por medio del Alfa de Cronbach y se obtuvieron los resultados detallados en la Tabla 7, a través de la herramienta IBM SPSS Statistics 25, cuyo resultado de fiabilidad de la usabilidad del aplicativo representó valores aceptables para la investigación.

Tabla 7

Fiabilidad de la usabilidad de la aplicación móvil

Alfa de Cronbach	N de elementos
,806	15

4. Conclusiones

El análisis y diseño previo de las aplicaciones resultaron útiles debido a que se identificó modelos de trabajo que permitieron el desarrollo del aplicativo en 2 iteraciones, en gran parte gracias a la constante guía de docentes y profesionales de TICs. Además, permitió la correcta selección de las herramientas de trabajo basada en un análisis de riesgo que nació del proceso de análisis y diseño.

Al evaluar la usabilidad del aplicativo, se obtuvo que un gran porcentaje de usuarios está totalmente de acuerdo con que se cumplen los aspectos necesarios para medirla, tales como efectividad, eficiencia y satisfacción. Además, el análisis de confiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach determinó una buena calidad del aplicativo, con resultados superiores a 0,8 en términos de confiabilidad de la usabilidad.

Referencias

- Bertoletti, P. (2019). *Proyectos con ESP32 y LoRa*. Editora NCB. <https://n9.cl/2y4rz4>
- Boehm, B. (1987). Improving Software Productivity. *Computer*, 20(09), 43–57. <https://doi.org/10.1109/MC.1987.1663694>
- Brítez, D. O., Fariña, F. A., & Demestri, R. A. (2020). Evaluación de rendimiento de bases de datos NoSQL. *FPUNE Scientific*, 14, 23-29. <https://n9.cl/ix5pm>
- Chá, M. M. (2020). Telemedicina: su rol en las organizaciones de salud. *Revista Médica Del Uruguay*, 36(4), 185-203. <https://doi.org/10.29193/RMU.36.4.9>
- Coca, A., López-Jaramillo, P., Thomopoulos, C., & Zanchetti, A. (2018). Best antihypertensive strategies to improve blood pressure control in Latin America: Position of the Latin American Society of Hypertension. *Journal of Hypertension*, 36(2), 208-220. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000001593>
- Espinosa, A. D. (2018). Hipertensión arterial: cifras para definirla al comenzar 2018. *Revista Finlay*, 8(1), 66-74. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24342018000100008&nrm=iso
- Hernández, B. L., & Mendoza, M. A. (2020). Diseño de aplicación en Realidad Aumentada para simular el experimento “Y” de una abeja melífera. *Tecnología, innovación y práctica educativa*, 221-236. <https://sites.google.com/view/ciataorg/ciata-org-convocatorias-2023/libros-publicados-books?authuser=0>
- ISO. (2018). ISO 9241-11:2018(en), *Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>
- Linares, L. P., Linares, L. B., & Herrera, A. (2018). Telemedicina, impacto y perspectivas para la sociedad actual. *Revista Universidad Médica Pinareña*, 14(3), 289-303. <https://revgaleno.sld.cu/index.php/ump/article/view/299/html>

- Mediclic. (2019). *¿Es la Telesalud lo mismo que la Telemedicina?* <https://www.mediclic.cl/2019/06/18/es-la-telesalud-lo-mismo-que-la-telemedicina/>
- Ministerio de Salud Pública. (2019). *Hipertensión arterial. Guía de Práctica Clínica (GPC)*. Dirección Nacional de Normatización, MSP. https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/gpc_hta192019.pdf
- Navarro-Ulloa, O. D., Picón-Jaimes, Y. A., Conde-Cardona, G., Fernández-Yépez, L. J., Zabala-Carballo, C. I., López-García, J., Gómez-Hernández, A. M., Orozco-Chinome, J. E., & Moscote-Salazar, L. R. (2020). Utilidad del monitoreo ambulatorio de la presión arterial de 24 horas en una población con alto riesgo cardiovascular. *Cirugía y Cirujanos*, 88(5), 617-623. <https://doi.org/10.24875/CIRU.20001576>
- Organización Mundial de la Salud. (25 de agosto de 2021a). *Hipertensión*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
- Organización Mundial de la Salud. (25 de agosto de 2021b). *Más de 700 millones de personas con hipertensión sin tratar*. <https://www.who.int/es/news/item/25-08-2021-more-than-700-million-people-with-untreated-hypertension>
- Vega-Luna, J. I., Lagos-Acosta, M. A., Salgado-Guzmán, G., Cosme-Aceves, J. F., & Tapia-Vargas, V. N. (2021). Control de sensores de presencia de equipo de cómputo usando Alexa e IoT. *Revista Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec. Lerdo*, 1(7), 13-18. <http://revistacid.itslerdo.edu.mx/coninci2021/CID011.pdf>

Transparencia

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés que influyan en la objetividad de este estudio.

Fuente de financiamiento

No se recibieron fondos financieros de ninguna organización que pudiera tener interés en los resultados presentados.

Contribución de autoría

Andrés Eduardo Caina Guamán: Conceptualización, software, validación, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, recursos.

Julio Vinicio Sanaguano Santos: Conceptualización, metodología, software, validación, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, recursos.

Jorge Edwin Delgado Altamirano: Conceptualización, metodología, software, validación, análisis formal, investigación, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, administración del proyecto, recursos, supervisión.

Los autores contribuyeron activamente en el análisis de los resultados, revisión y aprobación del manuscrito final.