

PIXEL BIT

Nº 66 ENERO 2023
CUATRIMESTRAL

e-ISSN:2171-7966
ISSN:1133-8482

Revista de Medios y Educación





FECYT 166/2022
Acta de acreditación. 4º Cuatrimestre 2016
Válida hasta 22 de julio de 2023



PIXEL-BIT

REVISTA DE MEDIOS Y EDUCACIÓN

Nº 66 - ENERO - 2023

<https://revistapixelbit.com>



EDITORIAL
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

EQUIPO EDITORIAL (EDITORIAL BOARD)

EDITOR JEFE (EDITOR IN CHIEF)

Dr. Julio Cabero Almenara, Departamento de Didáctica y Organización Educativa, Facultad de CC de la Educación, Director del Grupo de Investigación Didáctica. Universidad de Sevilla (España)

EDITOR ADJUNTO (ASSISTANT EDITOR)

Dr. Juan Jesús Gutiérrez Castillo, Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Facultad de CC de la Educación, Universidad de Sevilla (España)

Dr. Óscar M. Gallego Pérez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

EDITORES ASOCIADOS

Dra. Urtza Garay Ruiz, Universidad del País Vasco. (España)

Dra. Ivanovna Milqueya Cruz Pichardo, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. (República Dominicana)

CONSEJO METODOLÓGICO

Dr. José González Such, Universidad de Valencia (España)

Dr. Antonio Matas Terrón, Universidad de Málaga (España)

Dra. Cynthia Martínez-Garrido, Universidad Autónoma de Madrid (España)

Dr. Clemente Rodríguez Sabote, Universidad de Granada (España)

Dr. Luis Carro San cristóbal, Universidad de Valladolid (España)

Dra. Nina Hidalgo Farran, Universidad Autónoma de Madrid (España)

Dr. Francisco David Guillén Gámez, Universidad de Córdoba (España)

CONSEJO DE REDACCIÓN

Dra. María Puig Gutiérrez, Universidad de Sevilla. (España)

Dra. Sandra Martínez Pérez, Universidad de Barcelona (España)

Dr. Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)

Dr. Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)

Dra. Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)

Dr. Vito José de Jesús Carioca. Instituto Politécnico de Beja Ciencias da Educação (Portugal)

Dra. Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)

Dr. Angel Puentes Puente, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)

Dr. Fabrizio Manuel Sirignano, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)

Dra. Sonia Aguilar Gavira. Universidad de Cádiz (España)

Dra. Eloisa Reche Urbano. Universidad de Córdoba (España)

CONSEJO TÉCNICO

Dra. Raquel Barragán Sánchez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

D. Antonio Palacios Rodríguez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

D. Manuel Serrano Hidalgo, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

Diseño de portada: Dña. Lucía Terrones García, Universidad de Sevilla (España)

Revisor/corrector de textos en inglés: Dra. Rubicelia Valencia Ortiz, MacMillan Education (México)

Revisores metodológicos: evaluadores asignados a cada artículo

CONSEJO CIENTÍFICO

Jordi Adell Segura, Universidad Jaume I Castellón (España)

Ignacio Aguaded Gómez, Universidad de Huelva (España)

María Victoria Aguiar Perera, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)

Olga María Alegre de la Rosa, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Manuel Área Moreira, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Patricia Ávila Muñoz, Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (México)

Antonio Bartolomé Pina, Universidad de Barcelona (España)

Angel Manuel Bautista Valencia, Universidad Central de Panamá (Panamá)
Jos Beishuizen, Vrije Universiteit Amsterdam (Holanda)
Florentino Blázquez Entonado, Universidad de Extremadura (España)
Silvana Calaprince, Università degli studi di Bari (Italia)
Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)
Raimundo Carrasco Soto, Universidad de Durango (México)
Rafael Castañeda Barrena, Universidad de Sevilla (España)
Zulma Cataldi, Universidad de Buenos Aires (Argentina)
Manuel Cebrián de la Serna, Universidad de Málaga (España)
Luciano Cecconi, Università degli Studi di Modena (Italia)
Jean-François Cerisier, Université de Poitiers, Francia
Jordi Lluís Coiduras Rodríguez, Universidad de Lleida (España)
Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)
Enricomaria Corbi, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
Marialaura Cunzio, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
Brigitte Denis, Université de Liège (Bélgica)
Floriana Falcinelli, Università degli Studi di Perugia (Italia)
Maria Cecilia Fonseca Sardi, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)
Maribel Santos Miranda Pinto, Universidade do Minho (Portugal)
Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)
María-Jesús Gallego-Arrufat, Universidad de Granada (España)
Lorenzo García Aretio, UNED (España)
Ana García-Valcarcel Muñoz-Repiso, Universidad de Salamanca (España)
Antonio Bautista García-Vera, Universidad Complutense de Madrid (España)
José Manuel Gómez y Méndez, Universidad de Sevilla (España)
Mercedes González Sanmamed, Universidad de La Coruña (España)
Manuel González-Sicilia Llamas, Universidad Católica San Antonio-Murcia (España)
Francisco David Guillén Gámez (España)
António José Meneses Osório, Universidade do Minho (Portugal)
Carol Halal Orfali, Universidad Tecnológica de Chile INACAP (Chile)
Mauricio Hernández Ramírez, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
Ana Landeta Etxeberria, Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA)
Linda Lavelle, Plymouth Institute of Education (Inglaterra)
Fernando Leal Ríos, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
Paul Lefrere, Cca (UK)
Carlos Marcelo García, Universidad de Sevilla (España)
Francois Marchessou, Universidad de Poitiers, París (Francia)
Francesca Marone, Università degli Studi di Napoli Federico II (Italia)
Francisco Martínez Sánchez, Universidad de Murcia (España)
Ivory de Lourdes Mogollón de Lugo, Universidad Central de Venezuela (Venezuela)
Angela Muschitiello, Università degli studi di Bari (Italia)
Margherita Musello, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)
Trinidad Núñez Domínguez, Universidad de Sevilla (España)
James O'Higgins, de la Universidad de Dublín (UK)
José Antonio Ortega Carrillo, Universidad de Granada (España)
Gabriela Padilla, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
Ramón Pérez Pérez, Universidad de Oviedo (España)
Angel Puentes Puente, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)
Julio Manuel Barroso Osuna, Universidad de Sevilla (España)
Rosalía Romero Tena, Universidad de Sevilla (España)
Hommy Rosario, Universidad de Carabobo (Venezuela)
Pier Giuseppe Rossi, Università di Macerata (Italia)
Jesús Salinas Ibáñez, Universidad Islas Baleares (España)
Yamile Sandoval Romero, Universidad de Santiago de Cali (Colombia)
Albert Sangrà Morer, Universidad Oberta de Catalunya (España)
Ángel Sanmartín Alonso, Universidad de Valencia (España)
Horacio Santángelo, Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)
Francisco Solá Cabrera, Universidad de Sevilla (España)
Jan Frick, Stavanger University (Noruega)
Karl Steffens, Universidad de Colonia (Alemania)
Seppo Tella, Helsinki University (Finlandia)
Hanne Wacher Kjaergaard, Aarhus University (Dinamarca)



FACTOR DE IMPACTO (IMPACT FACTOR)

SCOPUS Q1 Education: Posición 236 de 1406 (83% Percentil). CiteScore Tracker 2022: 4.6 - Journal Citation Indicator (JCI). Emerging Sources Citation Index (ESCI). Categoría: Education & Educational Research. Posición 257 de 739. Cuartil Q2 (Percentil: 65.29) - FECYT: Ciencias de la Educación. Cuartil 1. Posición 16. Puntuación: 35,68- DIALNET MÉTRICAS (Factor impacto 2021: 1.72. Q1 Educación. Posición 12 de 228) - REDIB Calificación Global: 29,102 (71/1.119) Percentil del Factor de Impacto Normalizado: 95,455- ERIH PLUS - Clasificación CIRC: B- Categoría ANEP: B - CARHUS (+2018): B - MIAR (ICDS 2020): 9,9 - Google Scholar (global): h5: 42; Mediana: 42 - Journal Scholar Metric Q2 Educación. Actualización 2016 Posición: 405ª de 1,115- Criterios ANECA: 20 de 21 - INDEX COPERNICUS Puntuación ICV 2019: 95.10

Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación está indexada entre otras bases en: SCOPUS, Fecyt, DOAJ, Iresie, ISOC (CSIC/CINDOC), DICE, MIAR, IN-RECS, RESH, Ulrich's Periodicals, Catálogo Latindex, Biné-EDUSOL, Dialnet, Redinet, OEI, DOCE, Scribd, Redalyc, Red Iberoamericana de Revistas de Comunicación y Cultura, Gage Cengage Learning, Centro de Documentación del Observatorio de la Infancia en Andalucía. Además de estar presente en portales especializados, Buscadores Científicos y Catálogos de Bibliotecas de reconocido prestigio, y pendiente de evaluación en otras bases de datos.

EDITA (PUBLISHED BY)

Grupo de Investigación Didáctica (HUM-390). Universidad de Sevilla (España). Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. C/ Pirotecnia s/n, 41013 Sevilla. Dirección de correo electrónico: revistapixelbit@us.es. URL: <https://revistapixelbit.com/>
ISSN: 1133-8482; e-ISSN: 2171-7966; Depósito Legal: SE-1725-02
Formato de la revista: 16,5 x 23,0 cm

Los recursos incluidos en Píxel Bit están sujetos a una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 Unported (Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual)(CC BY-NC-SA 4.0), en consecuencia, las acciones, productos y utilidades derivadas de su utilización no podrán generar ningún tipo de lucro y la obra generada sólo podrá distribuirse bajo esta misma licencia. En las obras derivadas deberá, asimismo, hacerse referencia expresa a la fuente y al autor del recurso utilizado.

©2023 Píxel-Bit. No está permitida la reproducción total o parcial por ningún medio de la versión impresa de Píxel-Bit.

- 1.- Análisis de redes sociales para la inclusión entre iguales en discusiones en línea con estudiantes de universidad // Social network analysis for peer inclusion in undergraduate online discussions** // Social network analysis for peer inclusion in undergraduate online discussions
Fran J. García-García, Inmaculada López-Francés, Cristian Molla-Esparza 7
- 2.- Revisión de la literatura sobre anotaciones de vídeo en la formación docente // Literature review on video annotations in teacher education** // Literature review on video annotations in teacher education
Violeta Cebrián Robles, Ana-Belén Pérez-Torregrosa, Manuel Cebrián de la Serna 31
- 3.- Diseño, validación y usabilidad de un aplicativo móvil para la enseñanza de electrocardiografía // Design, validation and usability of a mobile application for teaching electrocardiography** // Design, validation and usability of a mobile application for teaching electrocardiography
Judy Ximena Ramos Garzón 59
- 4.- Evaluación de una APP de realidad aumentada en niños/as con dislexia: estudio piloto // Evaluation of an augmented reality APP for children with dyslexia: a pilot study** // Evaluation of an augmented reality APP for children with dyslexia: a pilot study
Vanesa Ausín Villaverde, Sonia Rodríguez Cano, Vanesa Delgado Benito, Radu Bogdan Toma 87
- 5.- Variables asociadas al uso de pantallas al término de la primera infancia // Variables associated with the use of screens at the end of early childhood** // Variables associated with the use of screens at the end of early childhood
Carla Ortiz-de-Villate, Javier Gil-Flores, Javier Rodríguez-Santero 113
- 6.- ¿Crea contenidos digitales el profesorado universitario? Un diseño mixto de investigación // Do university teacher create digital content? Mixed research design** // Do university teacher create digital content? Mixed research design
María de Lourdes Ferrando-Rodríguez, Vicente Gabarda Méndez, Diana Marín- Suelves, Jesús Ramón-Llín Más 137
- 7.- Instantáneas culturales y Flipped Classroom: percepciones de futuros docentes // Cultural snapshots and Flipped Classroom: prospective teachers' perceptions** // Cultural snapshots and Flipped Classroom: prospective teachers' perceptions
Ernesto Colomo-Magaña, Andrea Cívico-Ariza, Enrique Sánchez-Rivas, Teresa Linde-Valenzuela 173
- 8.- Imbricación del Metaverso en la complejidad de la educación 4.0: Aproximación desde un análisis de la literatura // Imbrication of the Metaverse in the complexity of education 4.0: Approach from an analysis of the literature** // Imbrication of the Metaverse in the complexity of education 4.0: Approach from an analysis of the literature
Carlos Enrique George-Reyes, María Soledad Ramírez-Montoya, Edgar Omar López-Caudana 199
- 9.- Redes sociales y smartphones como recursos para la enseñanza: percepción del profesorado en España // Social media and smartphones as teaching resources: Spanish teacher's perceptions** // Social media and smartphones as teaching resources: Spanish teacher's perceptions
Francisco-Javier Lena-Acebo, Ana Pérez-Escoda, Rosa García-Ruiz, Manuel Fandos-Igado 239
- 10.- El robot M Bot para el aprendizaje de coordenadas cartesianas en Educación Secundaria // The M Bot robot for learning Cartesian coordinates in Secondary Education** // The M Bot robot for learning Cartesian coordinates in Secondary Education
José-Manuel Sáez-López, Rogelio Buceta-Otero 271

Diseño, validación y usabilidad de un aplicativo móvil para la enseñanza de electrocardiografía

Design, validation and usability of a mobile application for teaching electrocardiography

  **Mg. Judy Ximena Ramos Garzón**

Profesora asociada. Universidad Industrial de Santander. Colombia

Recibido: 2022/07/06; **Revisado:** 2022/09/01; **Aceptado:** 2022/11/10; **Preprint:** 2022/12/01; **Publicado:** 2023/01/07

RESUMEN

El electrocardiograma (ECG) es el principal medio diagnóstico para identificar las alteraciones en la conducción eléctrica del corazón. Por lo tanto, interpretar correctamente el ECG es una competencia esencial pero altamente compleja para los estudiantes de ciencias de la salud. Con el objetivo de facilitar el aprendizaje de electrocardiografía en nuestros estudiantes, se desarrolló un aplicativo móvil de acceso gratuito y contenido validado.

El proceso de creación se completó en cuatro fases: creación de contenidos, validación con expertos, desarrollo del software y prueba de usabilidad. El contenido fue validado por cinco expertos, alcanzando un coeficiente de validez de contenido de .91 en claridad, .95 en precisión y .97 en relevancia. La prueba de usabilidad se realizó aplicando la versión en español del Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) a 33 sujetos del programa de enfermería, quienes puntuaron: calidad del sistema 6.41/7, calidad de la información 6.07/7, calidad de la interfaz 6.55/7 y la satisfacción general 6.52/7.

El ECG para enfermería consta de cuatro módulos de aprendizaje y un simulador del ritmo cardiaco para la identificación de las principales arritmias. Se publicó en 2021 y ha llegado a más de cuarenta países.

ABSTRACT

The electrocardiogram (ECG) is the main diagnostic means to identify alterations in electrical conduction of the heart. Therefore, correctly interpreting the ECG is an essential but highly complex competency for health sciences students.

With the aim of facilitating the learning of electrocardiography in our students, a free access mobile application and validated content was developed. The creation process was completed in four phases: content development, validation with experts, software development and usability testing. The content was validated by five experts, reaching a content validity coefficient of .91 for clarity, .95 for accuracy, and .97 for relevance. The usability test was carried out by applying the Spanish version of the Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) to 33 subjects from the nursing program, who scored: system quality 6.41/7, information quality 6.07/7, interface quality 6.55 /7 and general satisfaction 6.52/7.

The ECG para enfermería consists of four learning modules and a heart rhythm simulator for the identification of the main arrhythmias. Was published in 2021 and has reached more than forty countries.

PALABRAS CLAVES - KEYWORDS

Tecnología educacional, Tecnología de la información, recursos educativos abiertos, ciencias médicas, , teléfono móvil.
Educational technology, Information technology, open educational resources, medical sciences, , mobile phones.

1. Introducción

La electrocardiografía agrupa los conocimientos requeridos para la toma e interpretación del electrocardiograma (ECG), medio diagnóstico más usado para identificar las alteraciones en la conducción eléctrica del corazón (Antiperovitch et al., 2018). En consecuencia, el aprendizaje y dominio de la electrocardiografía es una competencia de gran importancia para el ejercicio profesional (Habibzadeh et al., 2019; Chen et al., 2022).

Estudiantes y profesionales de enfermería y medicina tienen dificultades para adquirir y mantener los conocimientos y habilidades necesarias para la interpretación del ECG (Cook et al., 2020; Chen et al., 2022). Diversas estrategias de enseñanza se han investigado; métodos como dibujar los trazados del ECG (Arsanious & Brown, 2018), aprendizaje con pares (Kewcharoen et al., 2020), y especialmente, el aprendizaje basado en medios electrónicos (Conelius, 2022, Aycock & Brown, 2021, Kim & Park, 2019), han sido probados obteniendo mejores resultados que con los métodos de enseñanza tradicional. Esta evidencia sugiere que el problema de aprendizaje de electrocardiografía radica no solo en la complejidad de la temática, sino que la metodología parece ser un factor determinante, por lo que la innovación educativa en esta área más que una tendencia es una imperiosa necesidad.

Los recursos electrónicos se han convertido en el mayor aliado de la innovación educativa (Pérez-Torres & Hernández-Arteaga, 2018), sin embargo, su incorporación ha sido lenta debido a que la competencia digital de los docentes del área de la salud apenas llega a un nivel medio (Solís-Ovando & Jara-Jara, 2019). Cambiar el paradigma educativo es fundamental para reconocer en los medios digitales y en los dispositivos electrónicos, un potencial de desarrollo ilimitado con recursos que faciliten el aprendizaje de las nuevas generaciones de estudiantes.

En la actualidad, no sólo los estudiantes hacen amplio uso de los recursos electrónicos, también los profesionales de la salud refieren emplearlos con frecuencia, como método de actualización de conocimientos (Edirippulige et al., 2018), además de recurrir a ellos como un medio de consulta inmediata durante su jornada laboral. Los desarrollos basados en medios digitales tienen la ventaja de estar en permanente disponibilidad para el usuario, en especial, si se trata de una aplicación móvil porque permiten completa navegabilidad y funcionalidad desde un teléfono celular.

A continuación, se presenta el proceso de creación del aplicativo móvil ECG para enfermería, cuyo objetivo fue facilitar el aprendizaje de conceptos básicos y avanzados relacionados con la toma e interpretación del ECG. Se trata de un producto académico con contenido confiable validado por expertos y de uso libre para estudiantes y profesionales de la salud. También se describe la experiencia docente con esta herramienta digital empleada como recurso complementario en el aula de clase, los escenarios de simulación clínica y las prácticas formativas con estudiantes de enfermería de séptimo a décimo semestre.

1.1. Origen de la iniciativa

Las dificultades en el aprendizaje de la electrocardiografía observadas durante años de experiencia docente se centran en la comprensión de los conceptos teóricos, la memorización de los datos numéricos y en la necesidad de desarrollar memoria visual para reconocer las ondas y ritmos anómalos. Estas dificultades se hacen evidentes en la escasa

capacidad del estudiante para interpretar el ECG del paciente durante las prácticas formativas y en las limitaciones para desarrollar escenarios de simulación clínica, que se basan en el reconocimiento de las principales arritmias en un monitor de signos vitales.

Las dificultades de aprendizaje se acentuaron con la inclusión de las clases virtuales y las limitaciones para realizar las prácticas formativas en las instituciones de salud o los laboratorios de simulación de manera presencial, producto de las medidas de aislamiento para contener la pandemia por COVID-19. La evidencia demuestra que existen diferencias significativas entre los estudiantes que solo asisten a clases teóricas y los que además asisten a clases prácticas, demostrando que los segundos tienen mayor retención del conocimiento teórico-práctico y un aprendizaje más significativo (Amaro-López et al., 2019). En respuesta, surge la iniciativa de desarrollar un aplicativo móvil para dinamizar el aprendizaje teórico y facilitar el entrenamiento práctico en el reconocimiento visual de las arritmias con la adición de un simulador del ritmo cardíaco.

Teniendo en cuenta que el aprendizaje auto dirigido es menos efectivo que las clases teórico-prácticas y que es indispensable la motivación y el deseo de aprender (López-Colón et al., 2018), este aplicativo móvil fue concebido como una herramienta complementaria para la docencia y no como un método de autoaprendizaje.

1.2. Componente de inclusión social

Nuestra Universidad es de carácter público y es habitual que los estudiantes tengan limitaciones económicas. Se realizó una encuesta a 75 estudiantes encontrando que el 100% contaba con teléfono inteligente, todos con sistema operativo Android®. Sin embargo, el 64% refirió que su servicio de internet era de calidad media y el 14% no contaba con este servicio de forma permanente.

Para beneficio e inclusión de todos los estudiantes, se propuso desarrollar el aplicativo de manera que no requiriera conexión a internet para su uso, luego de ser descargado en el dispositivo móvil. También se decidió publicarlo en la plataforma de google play®, con acceso gratuito a todo el contenido y a todas las funcionalidades.

2. Metodología

La creación del aplicativo móvil se logró en cuatro fases: creación de contenidos, validación de contenido por juicio de expertos, desarrollo del software y prueba de usabilidad.

2.1. Creación de contenidos

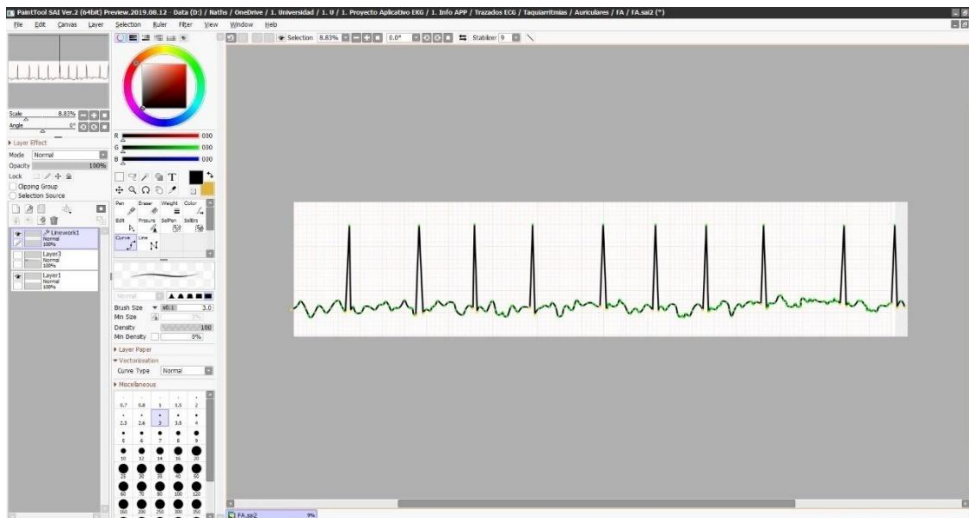
Los contenidos fueron definidos teniendo en cuenta las competencias cognitivas y operativas necesarias para el desempeño profesional. Se agruparon los temas en cuatro categorías: principios de electrocardiografía, toma del ECG, interpretación básica del ECG y arritmias comunes. Cada temática se desarrolló siguiendo los principios de la pedagogía para alcanzar la simplificación de los conceptos y lograr una presentación didáctica, resumida y llamativa para los jóvenes.

La categoría principios de electrocardiografía, simplifica conceptos de física, anatomía y fisiología necesarios para comprender la información de las otras categorías. Toma del ECG, se centra en los aspectos técnicos para la correcta obtención del electrocardiograma convencional y sus variantes como derivaciones derechas o adicionales. Interpretación básica del ECG, presenta tablas con datos numéricos e imágenes con ejemplos para leer cada componente del trazado electrocardiográfico e incluye, además, un método estructurado de seis pasos para la lectura básica pero completa del electrocardiograma. Finalmente, la categoría arritmias comunes, contiene una descripción precisa en texto e imagen de las características electrocardiográficas y los algoritmos vigentes de manejo de las bradiarritmias, taquiarritmias y ritmos de paro que actualmente se incluyen en los cursos de soporte vital avanzado.

Para la representación de los trazados electrocardiográficos en un principio se propuso usar fotografías de ECG reales, pero el proceso de digitalización obtuvo malos resultados con pérdida de la nitidez de la imagen y del papel milimetrado de fondo. Fue necesario, realizar los trazos punto a punto como se observa en la figura 1, haciendo uso de un programa de dibujo (paint tool sai®), y una tableta digitalizadora.

Figura 1

Proceso de elaboración manual de los trazados electrocardiográficos



Los criterios para la toma e interpretación del electrocardiograma, así como el tratamiento de las arritmias que se incluye en los contenidos desarrollados para el aplicativo, se basan en las recomendaciones y guías de manejo propuestas por el Comité de Electrocardiografía y Arritmias de la Asociación Americana del Corazón (American Heart Association - AHA), y otras asociaciones internacionales que centralizan y lideran la actualización en este campo del conocimiento a nivel mundial. Cada categoría incluye un listado de referencias bibliográficas y lecturas complementarias para el estudiante.

2.2. Validación de contenido por juicio de expertos

En esta fase un grupo de expertos evaluó la claridad, precisión y relevancia de la totalidad del contenido desarrollado (textos e imágenes). La claridad entendida como el uso adecuado de la sintáctica y la semántica, la precisión como el nivel de especificidad y simplicidad, y la relevancia como criterio para juzgar que tan pertinente e indispensable era el contenido evaluado en relación con la temática propuesta en cada categoría.

Se construyó un formato con el contenido a evaluar presentado cuadro a cuadro, tal como se vería desde un dispositivo móvil. Cada fragmento fue puntuado con una escala tipo Likert de 1 a 5 y un espacio para apreciaciones cualitativas del evaluador. El formato para validación y un instructivo para su uso, fue enviado vía e-mail a cada uno de los expertos.

Para determinar el grado de concordancia entre los evaluadores, se calculó el coeficiente de validez de contenido (CVC) propuesto por Hernández-Nieto (2002). El autor sugiere de tres a cinco evaluadores y una escala tipo Likert con cinco opciones de respuesta. Siguiendo este método, en primera instancia se calculó la media de puntuación (Mx) obtenida en cada fragmento (ítem), el valor máximo que el ítem podría alcanzar (Vmáx) y el error asignado a cada ítem (Pei), el cual permite controlar el sesgo que pudiera haber sido introducido por alguno de los evaluadores. Dividiendo Mx entre Vmáx, se obtiene el coeficiente de validez de contenido del ítem (CVCi) y restando al CVCi el Pei, es posible calcular el coeficiente de validez de contenido (CVC) global. El autor recomienda retirar o modificar los ítems con valores inferiores a .80.

Se calculó el CVCi para los 54 fragmentos evaluados y el CVC global para cada categoría de conocimiento en cuanto a claridad, precisión y relevancia (ver Tabla 1).

2.3. Desarrollo técnico del aplicativo

En esta fase fue necesario el trabajo conjunto y permanente de enfermería e ingeniería para mantener la precisión del contenido, la estética y la funcionalidad de la propuesta. La aplicación móvil se desarrolló en el lenguaje de programación angular usando el framework IONIC 5® y el paradigma orientado a objetos. El tamaño del aplicativo es de 73MB (Megabyte) y requiere para su instalación un dispositivo móvil con sistema operativo Android® en versión 5.1 o superior. Fueron creados cuatro módulos de aprendizaje, uno para cada categoría de conocimiento, estas se encuentran descritas en el numeral 2.1. Los usuarios pueden navegar con libertad por cada uno de los módulos y marcar en la sección de favoritos, el contenido que les resulte más significativo para retomarlo con mayor facilidad en el futuro.

Teniendo en cuenta que la eficacia del aprendizaje por medios digitales incrementa cuando se facilita la participación activa del estudiante (Garrison et al., 2021), se pensó en agregar mayores funcionalidades para incrementar la interactividad y aprovechar la condición de nativos digitales de los actuales estudiantes universitarios. De esta manera fue posible incluir un simulador de ritmos cardiacos que permite repasar las características electrocardiográficas de cada arritmia y observarla en movimiento para entrenar la memoria visual. El simulador también incorpora un test de autoevaluación que emplea un sistema de aleatorización de los trazados y permite seleccionar la respuesta correcta en un listado de múltiples opciones (Figura 2).

Figura 2

Simulador de ritmos cardiacos



2.4. Prueba de usabilidad

Es indispensable verificar la usabilidad de un desarrollo digital para ser implementado en el entorno sanitario, ya sea en pacientes o en el personal de salud. Sin embargo, muy pocas aplicaciones reportan su realización y los resultados obtenidos (Maramba et al., 2019).

El objetivo de realizar la prueba de usabilidad fue adaptar el aplicativo a las necesidades y expectativas de los estudiantes y superar los inconvenientes técnicos para alcanzar un mayor grado de eficiencia y aceptación. Para ello, se aplicó la versión en español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (Computer System Usability Questionnaire – CSUQ), a una muestra de estudiantes y egresados recientes del programa de enfermería.

El CSUQ versión tres traducido al español, demostró adecuada confiabilidad con un coeficiente de alfa de Cronbach de .96 (Hedlefs-Aguilar et al., 2015). El instrumento consta de 16 ítems y evalúa con una escala tipo Likert de 1 a 7 la calidad del sistema, la calidad de la información y la calidad de la interfaz. Además de aplicar el CSUQ, se permitió a los usuarios agregar de forma libre sus comentarios al final del formulario, complementando la evaluación de forma cualitativa. Esta última estrategia permitió obtener sugerencias valiosas, algunas de las cuales fueron implementadas de inmediato y otras han quedado a la espera para futuras actualizaciones, una vez se cuente con los recursos necesarios.

Cada participante recibió por correo electrónico un link para descargar y probar en su dispositivo móvil la versión preliminar del aplicativo o APK (Android Application Package). Recibieron también un formulario digital con las preguntas del CSUQ y un espacio sin límite de caracteres para describir la experiencia de uso de forma cualitativa.

3. Análisis y resultados

3.1. Validación de contenido

La validación de contenido se realizó mediante juicio de expertos. En el proceso participaron cuatro enfermeros y un médico cardiólogo, todos ellos con formación posgraduada, experiencia asistencial en áreas como urgencias o cuidado intensivo que osciló entre 8 y 17 años y experiencia en docencia universitaria de 5 a 13 años.

Tabla 1

Fragmentos que requirieron ajuste en el criterio de calidad

CATEGORÍA	FRAGMENTO	M_x	Pe_i	CVC_i
Principios de electrocardiografía	2	3.0	.00032	.60
Toma del ECG	19	3.8	.00032	.76
Interpretación del ECG	36	3.6	.00032	.72

Nota: M_x Media de puntuación, Pe_i Probabilidad de error, CVC_i coeficiente de validez de contenido del ítem.

El contenido a validar fue dividido en fragmentos. Un total de 54 fragmentos compuestos por texto e imágenes fueron evaluados: 8 en la categoría principios de electrocardiografía, 12 en toma del ECG, 20 en interpretación básica y 14 más, en arritmias comunes. Cada fragmento fue evaluado con los criterios de claridad, precisión y relevancia en una escala de 1 a 5, donde 5 significa que el experto está totalmente de acuerdo con el contenido evaluado.

En la Tabla 1 se presenta los fragmentos que requirieron ajuste por haber obtenido un CVC_i menor a .80 o un puntaje promedio inferior a 4/5. El ajuste realizado al contenido o las imágenes se hizo teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas por los expertos y su aval final, obtenido por correo electrónico.

Tres fragmentos requirieron ajuste porque no cumplían el criterio de claridad (Tabla 1). En cuanto a los criterios de precisión y relevancia, ningún fragmento requirió modificación. El fragmento dos de la categoría principios de electrocardiografía fue modificado en su contenido, redefiniendo el concepto de polaridad vectorial. El fragmento 19 de la categoría toma de ECG requirió ajuste en el color de la imagen, pues un tono de amarillo no era claramente visible. El fragmento 36 de la categoría interpretación del ECG fue modificado en su redacción para mejorar la comprensión del enunciado.

Tabla 2*Resultados de la validación de contenido por juicio de expertos*

CATEGORÍA	Fragmentos	CLARIDAD		PRECISIÓN		RELEVANCIA	
		M _x	CVC	M _x	CVC	M _x	CVC
Principios de electrocardiografía	1 a 8	4.3	.85	4.7	.93	4.7	.93
Toma del ECG	9 a 20	4.6	.92	4.9	.97	4.9	.97
Interpretación del ECG	21 a 40	4.5	.89	4.7	.94	4.8	.96
Arritmias comunes	41 a 54	4.8	.96	4.8	.97	5	1
TOTAL		4.5	.91	4.8	.95	4.8	.97

Nota: M_x Media de puntuación, CVC coeficiente de validez de contenido.

En la Tabla 2 se presenta el CVC global para cada categoría. La evaluación de los expertos fue favorable en una sola ronda, siendo la categoría arritmias comunes la mejor evaluada y el criterio de relevancia el de mayor unanimidad entre los evaluadores.

El formato de validación fue de elaboración propia e incluía también un espacio para observaciones del evaluador, lo que facilitó conocer de manera explícita el ajuste sugerido por el experto en cada fragmento cuando fue necesario. Independiente de la puntuación, en todos los fragmentos se realizaron los ajustes sugeridos por los expertos, los cuales se referían a puntuación o errores de digitación, reducción del número de siglas, redefinición de términos y precisión de algunos valores numéricos. En cuanto al contenido en imágenes, se realizó cambio de color de algunas figuras para mejorar la visibilidad del contenido y se ajustaron 3 de los 15 trazados electrocardiográficos incluidos.

Tabla 3*Resultados de la prueba de usabilidad*

ÍTEM*	\bar{X}	DE
1. En general, estoy satisfecho con lo fácil que es utilizar este aplicativo	6.45	0.74
2. Fue simple usar este aplicativo móvil	6.61	0.69
3. Soy capaz de completar rápidamente mis búsquedas en este aplicativo móvil	5.88	1.30
4. Me siento cómodo utilizando este aplicativo móvil	6.70	0.76
5. Fue fácil aprender a utilizar este aplicativo móvil	6.85	0.36
6. Creo que me volví experto rápidamente utilizando este aplicativo móvil	5.97	0.80

7. En caso de falla, el aplicativo móvil muestra mensajes de error que me dicen claramente cómo resolver los problemas	5.21	1.82
8. Cada vez que cometo un error utilizando el menú del aplicativo móvil, lo resuelvo fácil y rápidamente	6.06	1.25
9. La información (como ayuda en línea o mensajes en pantalla) que provee este aplicativo móvil es clara	6.48	0.82
10. Es fácil encontrar en el aplicativo móvil la información específica que necesito.	6.0	1.33
11. La información de navegación que proporciona el aplicativo móvil fue efectiva ayudándome a completar mis búsquedas	6.0	1.46
12. La organización de la información del aplicativo móvil en la pantalla fue clara.	6.64	0.59
13. La interfaz del aplicativo móvil fue placentera	6.30	0.87
14. Me gustó utilizar el aplicativo móvil	6.70	0.52
15. El aplicativo móvil tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera	6.64	0.59
16. En general, estuve satisfecho con el aplicativo móvil	6.52	0.70

Nota: \bar{x} Media aritmética, DE Desviación estándar. *Versión en español. Cuestionario de usabilidad de sistemas informáticos CSUQ (Hedlefs-Aguilar et al., 2015)

3.2. Prueba de usabilidad

Un grupo de estudiantes y egresados recientes del programa de enfermería (n=33), participó de forma voluntaria en la prueba de usabilidad del aplicativo móvil. La muestra estuvo conformada por 20 estudiantes de octavo semestre (60.6%), cuatro de noveno (12.1%), cinco de décimo (15.2%) y cuatro egresados (12.1%). 14 jóvenes tenían de 20 a 22 años de edad (42.4%), 18 de 23 a 25 años (54.6%), y solo uno era mayor a 25 años (3.0%). Los resultados en cada ítem del cuestionario de usabilidad se presentan en la tabla 3, con el puntaje promedio en escala de 1 a 7 y la desviación estándar.

La calidad del sistema (ítems 1 a 6), fue evaluada con un promedio de 6,41/7, demostrando practicidad y facilidad de uso del aplicativo en celulares de diversas características. La calidad de la información (ítems 7 a 12), obtuvo un puntaje promedio de 6,07/7, sin embargo, es necesario aclarar que el CSUQ, no evalúa la calidad del contenido teórico del aplicativo, sino que se refiere a la disposición de la información y a la efectividad de la interfaz para asistir y resolver las dificultades del usuario. Es así como los ítems 7 a 9 se refieren a la asistencia que brinda la aplicación en caso de error, mientras que los ítems 10 a 12 evalúan la distribución y organización de la información, dentro del aplicativo (tabla 2). La puntuación y la descripción cualitativa en estos ítems motivó al equipo desarrollador para incluir una sesión que describe las funcionalidades y que aparece únicamente cuando se abre la aplicación por primera vez, redistribuir el menú de acceso facilitando la navegabilidad, agregar una función que permite seleccionar temas destacados para acceder a ellos con mayor velocidad y optimizar el soporte técnico.

Por otra parte, la calidad de la interfaz (ítems 13 a 15) alcanzó un puntaje promedio de 6.55/7, evaluando satisfactoriamente la experiencia de uso de la aplicación. Para finalizar, se evaluó la satisfacción general (ítem 16), con un puntaje de 6.52/7 encontrando diversos comentarios como “Es un aplicativo extraordinario con información idónea, completa y clara”, “Las ilustraciones e imágenes son muy llamativas y enriquecedoras”, “El simulador de ritmos es una herramienta muy valiosa”.

3.3. Publicación del aplicativo

El aplicativo ECG para enfermería, fue publicado en enero de 2021. La noticia fue difundida a la comunidad universitaria de la región, a través de boletines y notas periodísticas escritas y televisadas por los medios oficiales de nuestra institución educativa.

Las redes sociales institucionales y personales facilitaron la difusión de la noticia, alcanzando el ámbito internacional. Diferentes páginas de organizaciones académicas e instituciones de salud, contribuyeron activamente con la publicación de esta información. El aplicativo ha tenido acogida en diferentes países como Colombia, México, España, Chile y Argentina, principalmente (Tabla 4).

ECG para enfermería, no solo está siendo utilizado por estudiantes de enfermería, también es usado por personal técnico y profesionales de enfermería, además de estudiantes y profesionales de medicina. Incluso, algunas instituciones de salud de Colombia nos han informado que utilizan el aplicativo en los procesos de entrenamiento del personal y en los programas de educación continuada, con resultados satisfactorios. A febrero de 2022 con un año en línea, el aplicativo había sido descargado 9185 veces con 3826 usuarios activos en 41 países (Tabla 4).

Tabla 4

Usuarios activos en cada país

País	Usuarios	País	Usuarios	País	Usuarios
Colombia	1957	Uruguay	14	Portugal	2
México	680	Panamá	10	Andorra	2
España	279	El Salvador	8	Paraguay	2
Chile	231	Brasil	7	Afganistán	1
Argentina	202	Guatemala	6	Aruba	1
Perú	124	Honduras	6	Barbados	1
Cuba	82	Nicaragua	6	Bélgica	1
Ecuador	50	Italia	5	Irán	1
Venezuela	35	Angola	3	Timor-Oriental	1

Bolivia	24	Alemania	3	India	1
Estados Unidos	22	Guinea	3	Belice	1
		Ecuatorial			
Rep. Dominicana	17	Inglaterra	3	Jamaica	1
Costa Rica	15	Canadá	2	Singapur	1
Puerto Rico	14	Suiza	2	TOTAL	3826

Fuente: Google Play®. Informe generado el 28 de febrero de 2022

3.4. Resultados desde la experiencia docente

Los estudiantes preparan con antelación la temática a abordar estudiando directamente del aplicativo el contenido señalado en la guía de la asignatura, con esta estrategia ha mejorado el nivel de comprensión, participación en clase y la habilidad para desarrollar los talleres de lectura de ECG. Durante el desarrollo de los escenarios de simulación clínica, se evidencia mayor seguridad e interés por reconocer y tratar las diferentes arritmias. En las instituciones de salud donde se realizan las prácticas formativas, se comenten menos errores en la realización del procedimiento de toma del ECG y los estudiantes se muestran más dispuestos a interpretar los trazados, aplicando el método propuesto en el aplicativo y logrando reconocer alteraciones comunes con mayor confianza y precisión. Finalmente, en las pruebas escritas ha mejorado el rendimiento académico, comparado con semestres anteriores.

Algunos profesionales de enfermería y medicina, refieren que el aplicativo les resulta útil como fuente de consulta inmediata y que consideran confiable la información allí contenida. Refieren también, que les ha ayudado a prepararse para aprobar los cursos de entrenamiento en soporte vital avanzado.

4. Discusión

Transformar las prácticas educativas incorporando recursos digitales para dinamizar el aprendizaje de los estudiantes de ciencias de la salud es una necesidad real. Sin embargo, este objetivo demanda del profesorado competencias para el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). El estudio de Paz-Saavedra et al., (2022), demostró que los docentes con mayor nivel de competencias digitales, son quienes en una frecuencia de siempre o casi siempre, incorporan las TIC desde la planeación hasta la evaluación del contenido de sus asignaturas; mientras que docentes con bajo desarrollo de estas competencias, casi nunca o nunca hacen uso de recursos digitales para la enseñanza.

Desarrollar cualquier tipo de software o plataforma digital con fines educativos, requiere de habilidades para plasmar de manera simple, gráfica y estética los contenidos teóricos, para lo cual, resulta indispensable el manejo de diferentes tecnologías y recursos electrónicos que facilitan esta difícil labor. Aunque en los proyectos de investigación y extensión puede disponerse un rubro para contratación de un diseñador gráfico o un

ilustrador, la realidad es que generalmente no se cuenta con estos recursos, o aun teniéndolos, el producto elaborado por terceros puede no satisfacer las expectativas y objetivos del docente. Por tanto, conocer el funcionamiento de las redes sociales, las plataformas y aplicaciones digitales, los dispositivos móviles y cómo los estudiantes se relacionan con ellos, puede aportar a la docencia un sin número de oportunidades para integrar las nuevas tecnologías con la formación profesional.

La enseñanza de electrocardiografía reporta mejores resultados de aprendizaje y retención del conocimiento con el empleo de simuladores clínicos y aplicativos móviles (Habibzadeh et al., 2019), especialmente, cuando se combinan con los métodos tradicionales (Breen et al., 2019). En concordancia, el meta-análisis de Kim & Park (2019), demostró que los estudiantes mejoran significativamente las habilidades, el conocimiento y la actitud de aprendizaje con el uso de herramientas o recursos que involucra teléfonos inteligentes.

El uso masivo del ECG para enfermería, demuestra la acogida que tienen los formatos digitales entre los actuales estudiantes universitarios. Los jóvenes son cada vez más apáticos a las formas tradicionales de enseñanza donde predomina la cátedra unidireccional, en contraste, la inclusión en el aula de dispositivos móviles con fines académicos, reporta resultados satisfactorios (Rodríguez-Hoyos et al., 2021; Kim & Park, 2019). Por otra parte, la globalización de la información y la permanente conectividad, facilita el uso de los recursos educativos en formato electrónico y satisface la necesidad actual de inmediatez de la información.

Expuestos los beneficios de los recursos electrónicos para la enseñanza, es también necesario enfatizar en la necesidad de que estos sean elaborados incorporando los principios de la pedagogía y atendiendo a procesos de evaluación por expertos que avalen su contenido, y pruebas de usabilidad que den cuenta de la experiencia del usuario y el grado de funcionalidad de los nuevos desarrollos tecnológicos. La usabilidad se refiere a la accesibilidad y facilidad de navegación que tiene el producto y el nivel de satisfacción alcanzado (Turpo-Gebera et al., 2021), por lo que aplicar un test de usabilidad, arroja resultados valiosos que permiten realizar ajuste al producto antes de su publicación, potenciando el nivel de acogida en la población objetivo. Es preciso comprender la usabilidad tal como la conciben Kim & Min (2020), esto es, como la satisfacción del usuario y la eficiencia del recurso electrónico para permitirle alcanzar propósitos específicos.

5. Conclusiones

Los docentes de las ciencias de la salud que mejoran sus habilidades digitales y están dispuestos a incorporar nuevas tecnologías, pueden renovar y dinamizar los procesos de aprendizaje en sus estudiantes.

La validación de contenido con expertos y las pruebas de usabilidad, son procesos académicos que mejoran la calidad y eficiencia de los recursos digitales para la enseñanza.

El dispositivo móvil más que un servicio de telefonía, se comporta en la actualidad como un medio de interacción digital con el potencial de transformarse en una herramienta de aprendizaje y una fuente de información confiable y accesible.

El aplicativo ECG para enfermería, superó las expectativas y los objetivos propuestos, demostrado acogida y demanda entre estudiantes y personal de salud. Es un recurso valioso para el aprendizaje, la realización de las prácticas formativas, el desarrollo de los escenarios de simulación, el estudio independiente y la preparación para los cursos de soporte vital avanzado.

6. Financiación

Convocatoria INNOVA-TIC 2020. Código de proyecto: INNOVA 2020-03. Entidad financiadora. Universidad pública. Universidad industrial de Santander.

6.1. Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander (Colombia), por la financiación otorgada a través de la convocatoria INNOVA-TIC 2020.

Al equipo de trabajo de RED DAN TECHNOLOGY por el compromiso y la dedicación en el desarrollo del aplicativo.

A todos los estudiantes de enfermería que inspiraron, contribuyeron y participaron en la realización de este proyecto.

Design, validation and usability of a mobile application for teaching electrocardiography

1. Introduction

Electrocardiography combines the knowledge required for taking and interpreting the electrocardiogram (ECG), the diagnostic means most used to identify heart electrical conduction alterations (Antiperovitch et al., 2018). Consequently, learning and mastering electrocardiography are highly important for professional practice (Habibzadeh et al., 2019; Chen et al., 2022).

Nursing and medical students and professionals have difficulties acquiring and maintaining the knowledge and skills necessary for ECG interpretation (Cook et al., 2020; Chen et al., 2022). Therefore, researchers investigated various teaching strategies, methods such as drawing ECG tracings (Arsanious & Brown, 2018), peer learning (Kewcharoen et al., 2020), and especially electronic-based learning (Conelius, 2022, Aycock & Brown, 2021, Kim & Park, 2019), have been tested obtaining better results than with traditional teaching methods. This evidence suggests that the electrocardiography learning problem lies not only in the complexity of the subject but also in that the methodology seems to be a determining factor, so educational innovation in this area is an urgent need rather than a trend.

Electronic resources have become the greatest ally of educational innovation (Pérez-Torres & Hernández-Arteaga, 2018); however, their incorporation has been slow because teachers' digital competence in the health area barely reaches a medium level (Solís-Ovando & Jara-Jara, 2019). Therefore, changing the educational paradigm is essential to recognize in digital media and electronic devices an unlimited development potential with resources that facilitate the learning of new generations of students.

Currently, not only do students make extensive use of electronic resources but also health professionals use them frequently as a method of updating knowledge (Edirippulige et al., 2018), in addition to resorting to them as a means of immediate consultation during your working day. Developments based on digital media have the advantage of being permanently available to the user, especially if it is a mobile application, because they allow full navigation and functionality from a cell phone.

Next, the process of creating the mobile application "ECG for nursing" is presented, whose objective was to facilitate learning basic and advanced concepts related to the taking and interpretation of the ECG. It is an academic product with reliable content validated by experts and free to use for students and health professionals. The teaching experience with this digital tool, used as a complementary resource in the classroom, is described in clinical simulation scenarios, and training practices with nursing students from the seventh to the tenth semester

1.1 Origin of the initiative

The difficulties in learning electrocardiography observed during years of teaching experience are focused on understanding theoretical concepts, memorizing numerical data, and developing visual memory to recognize abnormal waves and rhythms. These difficulties are evident in the student's limited ability to interpret the patient's ECG during training

practices and in the limitations to developing clinical simulation scenarios based on recognizing the significant arrhythmias in a vital signs monitor.

The use of virtual classes and the impossibility of conducting training exercises in existing medical facilities or simulation labs due to isolation protocols to contain the COVID-19 pandemic heightened learning difficulties in the students. Nevertheless, the evidence found that students who attend both theoretical and practical sessions exhibit significantly different learning outcomes, with the latter having better retention of theoretical and practical knowledge (Amaro-López et al., 2019). As a result, the initiative to create a mobile application arises to streamline theoretical understanding and facilitate practical training in the visual recognition of arrhythmias by adding a heart rhythm simulator.

The authors designed this mobile app as a complementary tool for teaching rather than a self-learning strategy since self-directed learning is less effective than theoretical-practical sessions and because motivation and a desire to learn are crucial (López-Colón et al., 2018).

1.2. Social inclusion component

Since our university is a public institution, it is normal for students to face financial limitations. Therefore, a survey of 75 students revealed that all of them owned smartphones running the Android® operating system. However, 64% of respondents said the quality of their internet access was ordinary, and 14% did not have it constantly.

Consequently, the authors proposed the creation of the application in such a way that, once downloaded to a mobile device, it may be used without an Internet connection to benefit and include all students. The authors also decided to distribute it on the Google Play® platform, where all the features and content would be free.

2. Metodology

The creation of the mobile application was achieved in four phases: content creation, content validation by expert judgment, software development, and usability testing.

2.1. Content creation

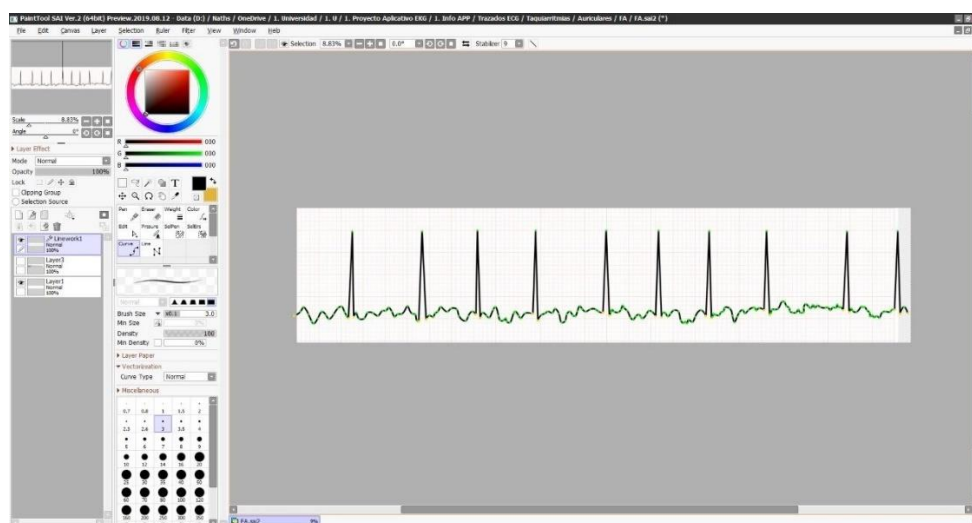
The definition of the contents considered the cognitive and practical abilities required for professional performance. The developer team grouped the topics into four categories: principles of electrocardiography, ECG recording, basic ECG interpretation, and common arrhythmias. Each theme was developed using the principles of pedagogy to simplify the concepts and achieve a didactic, succinct and appealing presentation to young people.

The category of electrocardiography principles simplifies the physics, anatomy, and physiology concepts required to comprehend the data in the other categories. The technical components of successfully acquiring the standard electrocardiogram and its variations, such as right or extra leads, are the focus of ECG interpretation. Basic ECG interpretation offers a six-step systematic technique for the essential but thorough reading of the electrocardiogram in addition to tables with numerical data and graphics with examples to read each component of the electrocardiographic tracing. Last but not least, the category of common arrhythmias provides a complete text and image description of the electrocardiographic traits and current management strategies for bradyarrhythmias, tachyarrhythmias, and arrest rhythms covered in advanced life support courses.

The authors initially suggested using real patients' ECG images to illustrate the electrocardiographic tracings, but the digitalization procedure produced unsatisfactory results with a loss of image sharpness and background graph paper. As depicted in figure 1, making the point-to-point lines requires a digitizing tablet and a drawing program (paint tool sai®).

Figure 1

Manual elaboration process of electrocardiographic tracings



The American Association of Cardiovascular Heart's (American Heart Association - AHA) Committee on Electrocardiography and Arrhythmias and other international associations that centralize and lead the update in this field of knowledge was used to develop the criteria for taking and interpreting the electrocardiogram as well as the treatment of arrhythmias included in the contents created for the application. In addition, each category contains a list of bibliographical references and supplemental reading materials for the student.

2.2. Validation of content by expert judgment

During this phase, a group of experts evaluated the clarity, precision and relevance of all the content developed (texts and images). Clarity is understood as the proper use of syntactic and semantics, precision as the level of specificity and simplicity, and relevance as a criterion to judge how pertinent and essential the evaluated content was concerning the theme proposed in each category.

The authors developed a format to evaluate and deliver the content frame by frame, just as it would appear on a mobile device. The experts assessed each piece using a Likert-type scale from 1 to 5 and a space for the evaluator's qualitative comments. Each expert received an e-mail with the validation format and usage instructions.

The developers calculated the content validity coefficient (CVC) proposed by Hernández-Nieto (2002) to determine the level of agreement between the evaluators. The author advises using a Likert-type scale with five response alternatives and three to five raters. Following this method, in the first instance, the average score (Mx) obtained in each fragment (item), the maximum value that the item could reach (Vmax) and the error assigned to each item (Pei) and besides, they calculated, which allows controlling the bias that any of the evaluators could have introduced. Then, the content validity coefficient of the item (CVCi) is calculated by dividing Mx by Vmax, and the overall content validity coefficient (CVC) is derived by deducting Pei from the CVCi. According to the author, items with values lower than .80 should be withdrawn or modified.

The CVCi was calculated for the 54 fragments evaluated, and the global CVC for each category of knowledge in terms of clarity, precision and relevance (see table 1).

2.3. Technical development of the application

Nursing and engineering have to work together permanently to preserve the accuracy of the proposal's content, appearance, and functionality during this phase. The Angular programming language, the IONIC 5® framework, and the object-oriented paradigm were used to create the mobile application. The application weighs 73MB (Megabyte) and has to be installed on a mobile device running Android® operating system 5.1 or higher. Four learning modules comprise the mobile application, one for each knowledge category listed in section 2.1. Users can browse all of the modules and bookmark the most relevant information so they can conveniently reaccess it in the future.

Taking into account that the effectiveness of learning through digital media increases when the student's active participation is facilitated (Garrison et al., 2021), it was thought of adding more functionalities to increase interactivity and take advantage of the condition of digital natives of current students. In this way, it was possible to include a cardiac rhythm simulator that allows reviewing the electrocardiographic characteristics of each arrhythmia and observing it in motion to train visual memory. In addition, the simulator also incorporates a self-assessment test that uses a randomization system for the traces and allows selecting the correct answer from a list of multiple options (Figure 2).

Figure 2

Heart Rhythm Simulator



2.4. Usability Test

Testing a digital development's usability with patients or medical staff is crucial before it is used in a healthcare setting. However, only a few applicants mention their application and the outcomes attained (Maramba et al., 2019).

The purpose of the usability test was to solve technical obstacles to increase the application's technical acceptability and efficiency while adjusting it to the demands and expectations of the students. To do this, a sample of nursing program students and recent grads answered the Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) in Spanish.

The Spanish translation of the CSUQ version three demonstrated adequate reliability with a Cronbach's alpha coefficient of .96 (Hedlefs-Aguilar et al., 2015). Furthermore, the 16-item instrument rates the quality of the system, content, and interface quality on a Likert-type scale from 1 to 7. Finally, in addition to applying the CSUQ, users could freely submit their remarks and comments at the end of the form, qualitatively complementing the evaluation. This final tactic enabled the collection of insightful recommendations, some of which were put into action immediately and others awaiting future updates once the required resources are available.

Each participant received a link by e-mail to download and test the preliminary version of the application or APK (Android Application Package) on their mobile device. Additionally, they received a digital form that included the CSUQ questions and an infinite number of characters for qualitative user experience descriptions.

3. Analysis and Results

3.1. Content validation

Expert judgment performed content validation. The approach involved four nurses and a cardiologist with postgraduate training, healthcare experience ranging from 8 to 17 years

in fields like emergencies or intensive care, and expertise in university teaching ranging from 5 to 13 years.

The authors divided the content to be validated into fragments. A total of 54 text and image fragments were reviewed, including 8 in electrocardiography principles, 12 in ECG recording, 20 in basic interpretation, and 14 more in the category of common arrhythmias. On a scale of 1 to 5, where 5 indicates that the expert agrees with the examined content, each fragment was rated based on clarity, precision, and relevancy criteria.

Table 1 lists the fragments that needed to be adjusted because they had a CVCi lower than .80 or an average score lower than 4/5. The adjustment made to the text or graphics were made considering the experts' suggestions and their final approval, which was received by e-mail.

Because three fragments did not satisfy the clarity criterion, they needed to be adjusted (Table 1). No fragment must be modified to meet the precision and relevance requirements. Fragment two in section two of the electrocardiography fundamentals category was modified, redefining the concept of vector polarity. ECG recording category fragment 19 needed image colour correction since a yellow hue was not discernible. Fragment 36 of the ECG interpretation category has changed its wording to make it easier to grasp.

Table 1

Fragments that required adjustment in the quality criteria

CATEGORY	FRAGMENT	M _x	Pe _i	CVC _i
Principles of electrocardiography	2	3.0	.00032	.60
ECG taking	19	3.8	.00032	.76
ECG interpretation	36	3.6	.00032	.72

Note: M_x Punctuation mean, Pe_i error probability, CVC_i Item content validity coefficient.

Table 2 presents the overall CVC for each category. Again, the experts' evaluation was favourable in a single round, with the common arrhythmias category being the best evaluated and the relevance criterion the one with the most remarkable unanimity among the evaluators.

Table 2*Result of content validation by expert judgment*

CATEGORY	Fragments	CLARITY		PRECISION		RELEVANCE	
		M _x	CVC	M _x	CVC	M _x	CVC
Principles of electrocardiography	1 a 8	4.3	.85	4.7	.93	4.7	.93
ECG taking	9 a 20	4.6	.92	4.9	.97	4.9	.97
ECG interpretation	21 a 40	4.5	.89	4.7	.94	4.8	.96
common arrhythmias	41 a 54	4.8	.96	4.8	.97	5	1
TOTAL		4.5	.91	4.8	.95	4.8	.97

Note: M_x Punctuation mean, CVC Content validity coefficient.

By planning the validation format and including a space for the evaluator's observations, the author made it simpler to understand explicitly the adjustments proposed by the expert in each fragment, as needed. For example, regardless of punctuation, all the pieces had the expert-recommended corrections performed, including any typographical or punctuation mistakes, fewer acronyms, redefining terminology, and tightening up some numerical values. In addition, the authors modified specific figures' colours to increase the visibility of the material in the photographs, and 3 of the 15 electrocardiographic tracings presented had to be updated.

3.2. Usability test

A group of students and recent nursing program graduates (n=33) voluntarily took part in the mobile application's usability test. Twenty students from the eighth semester (60.6%) made up the sample, along with four graduates (12.1%), five students from the tenth (15.2%), and four students from the ninth (12.1%). In addition, 14 young people were between 20 and 22 years old (42.4%), 18 were between 23 and 25 years old (54.6%), and only one was older than 25 years (3.0%). Table 3 displays the findings for each question on the usability questionnaire, together with the standard deviation and average score on a scale of 1 to 7.

Table 3*Result of the usability test.*

ÍTEM*	\bar{X}	SD
1 Overall, I am pleased with how easy this app is to use	6.45	0.74
2. It was simple to use this mobile application	6.61	0.69
3. I can complete my searches in this mobile application quickly	5.88	1.30
4. I feel comfortable using this mobile application	6.70	0.76
5. It was easy to learn to use this mobile application	6.85	0.36
6. I think I quickly became an expert using this mobile application	5.97	0.80
7. In case of failure, the mobile app shows error messages that tell me how to solve the problems	5.21	1.82
8. Every time I make a mistake using the mobile app's menu, I solve it easily and quickly.	6.06	1.25
9. The information (such as online help or on-screen messages) provided by this mobile application is clear	6.48	0.82
10. It is easy to find the specific information I need in the mobile application	6.0	1.33
11. The navigation information provided by the mobile application was effective in helping me complete my searches	6.0	1.46
12. The organization of the mobile application information on the screen was clear.	6.64	0.59
13. The interface of the mobile application was pleasant	6.30	0.87
14. I liked using the mobile app	6.70	0.52
15. The mobile app had all the tools I expected it to have	6.64	0.59
16. In general, I was satisfied with the mobile application	6.52	0.70

Note: \bar{X} Arithmetic mean, SD Standard deviation. *Spanish version. CSUQ Computer Systems Usability Questionnaire (Hedlefs-Aguilar et al., 2015)

The system's quality (items 1 through 6) was evaluated with an average rating of 6.41/7, highlighting the usefulness and usability of the program on cell phones with different features. The quality of the information (items 7 to 12) obtained an average score of 6.07/7; however, it is necessary to clarify that the CSUQ does not evaluate the quality of the theoretical content of the application but refers to the disposition of information and the effectiveness of the interface to assist and resolve user issues.

Items 7 to 9 refer to the application's error-handling capabilities in this way, while items 10 to 12 assess how information is distributed and organized within the application (table 2). The development team was motivated to add a session that describes the functionalities and that only appears when the application is opened for the first time, redistribute the access menu to make navigation easier, add a function that allows selecting themes highlights to access them more quickly, and improve technical support as a result of the score and qualitative description in these items.

On the other hand, the interface quality (items 13 to 15) reached an average score of 6.55/7, satisfactorily evaluating the application's experience. Finally, general satisfaction was evaluated (item 16), with a score of 6.52/7, finding various comments such as "It is an extraordinary application with suitable, complete and clear information," "The illustrations and images are very striking and enriching," "The rhythm simulator is a very valuable tool."

3.3. Publication of the application

In January 2021, the mobile application was released. The news was delivered to the local university community through newsletters and journalistic notes produced and broadcast by the official media of our educational institution.

Table 4

Active users in each country

Country	Users	Country	Users	Country	Users
Colombia	1957	Uruguay	14	Portugal	2
México	680	Panama	10	Andorra	2
Spain	279	El Salvador	8	Paraguayan	2
Chile	231	Brazil	7	Afghanistan	1
Argentina	202	Guatemala	6	Aruba	1
Peru	124	Honduras	6	Barbados	1
Cuba	82	Nicaragua	6	Belgium	1
Ecuador	50	Italy	5	Iran	1
Venezuela	35	Angola	3	EastTimor	1
Bolivian	24	Germany	3	India	1
United States	22	Equatorial Guinea	3	Belize	1
Dominican rep	17	England	3	Jamaica	1
Costa Rica	15	Canada	2	Singapore	1
Puerto Rico	14	Swiss	2	TOTAL	3826

Source: Google Play®. Report generated on February 28, 2022

Institutional and personal social networks facilitated news dissemination, reaching the international arena. In addition, different pages of academic organizations and health institutions actively contributed to the publication of this information. As a result, the application has been accepted mainly in various countries such as Colombia, Mexico, Spain, Chile and Argentina (Table 4).

Not only do nursing students use ECG for nursing, but technical staff, nursing professionals, and medical students and professionals also use it. Some Colombian health institutions have even informed us that they use the application in staff training processes and continuing education programs with satisfactory results. As of February 2022, after one year online, the application had been downloaded 9,185 times with 3,826 active users in 41 countries (Table 4).

3.4. Results from the teaching experience

Students prepare the topic to be addressed in advance by studying the content indicated in the subject guide directly from the application. With this strategy, the level of comprehension, class participation and the ability to develop ECG reading workshops have improved. During the development of the clinical simulation scenarios, greater security and interest in recognizing and treating the different arrhythmias is evident. In the health institutions where the training practices are carried out, fewer errors are made when carrying out the ECG-taking procedure, and the students are more willing to interpret the tracings, applying the method proposed in the application and managing to recognize common alterations with greater confidence and precision. Finally, academic performance has improved in the written tests compared to previous semesters.

Some nursing and medical professionals report that the application is useful as a source of immediate consultation and consider the information contained therein reliable. They also refer that it has helped them prepare to pass training courses in advanced life support.

4. Discussion

There is a genuine need to change educational procedures by utilizing digital resources to enhance the learning of students studying the health sciences. Nevertheless, first, teachers must know about information and communication technology (ICT) to achieve this goal. The study by Paz-Saavedra et al., (2022) revealed that teachers with the highest level of digital skills are the ones who always or almost always incorporate ICT from planning to evaluating the content of their subjects, while teachers with low development make use of digital resources for teaching only occasionally or never.

Furthermore, developing any software or digital platform for educational purposes requires skills to capture theoretical content in a simple, graphic, and aesthetic manner, for which the management of different technologies and electronic resources that facilitate this difficult task is essential. Although in research and extension projects, an item can be provided for hiring a graphic designer or an illustrator, the reality is that these resources are generally not available, or even having them, the product produced by third parties may not meet the expectations and objectives of the teacher. Therefore, knowing the functioning of social networks, digital platforms and applications, and mobile devices and how students relate to them can provide teaching with countless opportunities to integrate new technologies with professional training.

The teaching of electrocardiography reports better learning results and knowledge retention with the use of clinical simulators and mobile applications (Habibzadeh et al., 2019), especially when combined with traditional methods (Breen et al., 2019). In agreement, the meta-analysis by Kim & Park (2019) showed that students significantly improve learning skills, knowledge, and attitudes using smartphone tools or resources.

The massive use of the ECG application for nursing demonstrates the digital formats' reception among current university students. Young people are increasingly apathetic to traditional forms of teaching where the one-way lecture predominates; in contrast, the inclusion of mobile devices in the classroom for academic purposes reports satisfactory results (Rodríguez-Hoyos et al., 2021; Kim & Park, 2019). On the other hand, the globalization of information and permanent connectivity facilitates the use of educational resources in electronic format and satisfies the current need for the immediacy of information.

Having exposed the benefits of electronic resources for teaching, it is also necessary to emphasize the need for these to be elaborated, incorporating the principles of pedagogy and attending to evaluation processes by experts that guarantee their content and usability tests that account for the user experience and the degree of functionality of the new technological developments. Usability refers to the accessibility and ease of navigation of the product and the level of satisfaction achieved (Turpo-Gebera et al., 2021), so applying a usability test yields valuable results that allow adjustment to the product. Before its publication, enhancing the level of reception in the target population. It is necessary to understand usability, as conceived by Kim & Min (2020), as user satisfaction and the efficiency of the electronic resource to allow it to achieve specific purposes.

5. Conclusion

Health science teachers who improve their digital skills and are willing to incorporate new technologies can renew and dynamize their students' learning processes. Content validation with experts and usability testing are academic processes that improve the quality and efficiency of digital resources for teaching.

The mobile device, more than a telephone service, currently behaves as a means of digital interaction with the potential to become a learning tool and a reliable and accessible source of information.

The "ECG for Nursing" application exceeded the expectations and the proposed objectives and demonstrated acceptance and demand among students and health personnel. It is a valuable resource for learning, practical training, simulation scenario development, independent study, and preparation for advanced life support courses.

6. Financing

INNOVA-TIC 2020 call. Project code: INNOVA 2020-03. Financing entity. Public university. The Industrial University of Santander.

6.1. Acknowledge

To the Industrial University of Santander (Colombia) for the funding granted through the INNOVA-TIC 2020 call.

To the work team of RED DAN TECHNOLOGY for their commitment and dedication to developing the application.

To all the nursing students who inspired, contributed and participated in the realization of this project.

References

- Amaro-López, L., Hernández-González, P., Hernández-Blas, A., & Hernández-Arsola, L. (2019). La simulación clínica en la adquisición de conocimientos en estudiantes de la Licenciatura de Enfermería. *Enfermería universitaria*, 16(4), 402-413. <https://doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2019.4.543>
- Antiperovitch, P., Zareba, W., Steinberg, J. S., Bacharova, L., Tereshchenko, L. G., Farre, J., Nikus, K., Ikeda, T., & Baranchuk, A. (2018). Proposed In-Training Electrocardiogram Interpretation Competencies for Undergraduate and Postgraduate Trainees. *Journal of hospital medicine*, 13(3), 185–193. <https://doi.org/10.12788/jhm.2876>
- Arsanious, M. N., & Brown, G. (2018). A novel approach to teaching electrocardiogram interpretation: learning by drawing. *Medical education*, 52(5), 559–560. <https://doi.org/10.1111/medu.13535>
- Aycock, M. M., & Brown, S. D. (2021). Utilizing Supplemental Online Modules for Physician Assistant Student Electrocardiogram Interpretation Training. *The journal of physician assistant education: the official journal of the Physician Assistant Education Association*, 32(4), 242–247. <https://doi.org/10.1097/JPA.0000000000000391>
- Breen, C., Kelly, G., & Kernohan, W. (2019). ECG interpretation skill acquisition: A review of learning, teaching and assessment. *Journal of electrocardiology*, S0022-0736(18)30641-1. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2019.03.010>
- Chen, Y., Kunst, E., Nasrawi, D., Massey, D., Johnston, A., Keller, K., & Fengzhi Lin, F. (2022). Nurses' competency in electrocardiogram interpretation in acute care settings: A systematic review. *Journal of advanced nursing*, 78(5), 1245-1266. <https://doi.org/10.1111/jan.15147>
- Conelius J. (2022). Interactive e-Learning Electrocardiogram Module: Increasing Confidence and Interpretation Ability Among Family Nurse Practitioner Students. *Nursing education perspectives*, 43(1), 53-54. <https://doi.org/10.1097/01.NEP.0000000000000752>
- Cook, D., Oh, S., & Pusic, M. (2020). Accuracy of Physicians' Electrocardiogram Interpretations: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA internal medicine*, 180(11), 1461-1471. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.3989>
- Edirippulige, S., Smith, A. C., Wickramasinghe, S., & Armfield, N. R. (2018). Examining the Influence of E-Health Education on Professional Practice. *Journal of medical systems*, 42(11), 11-16. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-1084-5>
- Garrison, E., Colin, S., Lemberger, O., & Lugod, M. (2021). Interactive Learning for Nurses Through Gamification. *The Journal of nursing administration*, 51(2), 95–100. <https://doi.org/10.1097/NNA.0000000000000976>

- Habibzadeh, H., Rahmani, A., Rahimi, B., Rezai, S. A., Aghakhani, N., & Hosseinzadegan, F. (2019). Comparative study of virtual and traditional teaching methods on the interpretation of cardiac dysrhythmia in nursing students. *Journal of education and health promotion*, 8, 202. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_34_19
- Hedlefs-Aguilar, M., Garza-González, A., Sánchez -Miranda, M., & Garza-Villegas, A. (2015). Adaptación al español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*, 4(8), 84-99. <https://bit.ly/3NYTzKz>
- Hernández-Nieto, R. A. (2002). *Contributions to statistical analysis*. Editorial Universidad de los Andes.
- Kewcharoen, J., Charoenpoonsiri, N., Thangjui, S., Panthong, S., & Hongkan, W. (2020). A comparison between peer-assisted learning and self-study for electrocardiography interpretation in Thai medical students. *Journal of advances in medical education & professionalism*, 8(1), 18–24. <https://doi.org/10.30476/jamp.2019.81458.1006>
- Kim, J., & Park, H. (2019). Effects of Smartphone-Based Mobile Learning in Nursing Education: A Systematic Review and Meta-analysis. *Asian nursing research*, 13(1), 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.anr.2019.01.005>
- Kim, K., & Min, M. (2020). Comparative Analysis of ICT Accessibility and Usability of Korean Students Based on PISA 2015 and 2018 Data. *International Journal of Internet, broadcasting and communication*, 12(1), 73-80. <https://doi.org/10.7236/IJIBC.2020.12.1.73>
- López-Colón, A., Olivares-Olivares, S., & Turrubiarres-Corolla, M. (2018). Aprendizaje autodirigido utilizando la estrategia didáctica Aprendizaje Basado en Proyectos. *Tarbiya, Revista De Investigación E Innovación Educativa*, (46), 23–40. <https://doi.org/10.15366/tarbiya2018.46.02>
- Maramba, I., Chatterjee, A., & Newman, C. (2019). Methods of usability testing in the development of eHealth applications: A scoping review. *International journal of medical informatics*, 126, 95–104. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.03.018>
- Paz-Saavedra, L., Gisbert-Cervera, M., & Usart-Rodríguez, M. (2022). Competencia digital docente, actitud y uso de tecnologías digitales por parte de profesores universitarios. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 63, 93-130. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.91652>
- Pérez-Torres, M., & Hernández-Arteaga, I. (2018). La tecnología: un aliado en el aula. *Miradas*, 1(1), 162 - 176. <https://doi.org/10.22517/25393812.18891>
- Rodríguez-Hoyos, C., Fueyo-Gutiérrez, A., & Hevia-Artime, I. (2021). Competencias digitales del profesorado para innovar en la docencia universitaria. Analizando el uso de los dispositivos móviles. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 61, 71-97. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.86305>
- Solís-Ovando, J., & Jara-Jara, V. (2019). Competencia digital de docentes de ciencias de la salud de una universidad chilena. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 56, 193-211. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i56.10>

Turpo-Gebera, O., Hurtado-Mazeyra, A., Delgado-Sarmiento, Y., & Pérez-Postigo, G. (2021). Satisfacción del profesorado con la formación en servicio online: aproximaciones desde la usabilidad pedagógica. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 62, 39-70. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.79472>

Cómo citar:

Ramos-Garzón, J. (2022). Diseño, validación y usabilidad de un aplicativo móvil para la enseñanza de electrocardiografía [Design, validation and usability of a mobile application for teaching electrocardiography]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 66, 59-85. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.95440>