



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INFORMÁTICA, CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

CARRERA DE SOFTWARE

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA
VISUALIZAR RESONANCIAS CEREBRALES EN 3D Y**

REALIDAD AUMENTADA.

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO DE SOFTWARE**

AUTORES: DANNY STEVEN SOLANO ARPI

ROBINSON JOSUÉ BARBECHO PINEDA

DIRECTOR: ING. JHEYSON STEVEN GAONA PINEDA

CUENCA - ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INFORMÁTICA, CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
CARRERA DE SOFTWARE**

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA VISUALIZAR
RESONANCIAS CEREBRALES EN 3D Y REALIDAD AUMENTADA.

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO DE SOFTWARE**

**AUTORES: DANNY STEVEN SOLANO ARPI
ROBINSON JOSUÉ BARBECHO PINEDA**

DIRECTOR: ING. JHEYSON STEVEN GAONA PINEDA

CUENCA – ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Danny Steven Solano Arpi portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0107831562**. Declaro ser el autor de la obra: “**Desarrollo de una aplicación móvil para visualizar resonancias cerebrales en 3d y realidad aumentada**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **18 de agosto de 2025**



F:

Danny Steven Solano Arpi

C.I. **0107831562**



Universidad
Católica
de Cuenca

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Robinson Josué Barbecho Pineda portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0105307961**. Declaro ser el autor de la obra: “**Desarrollo de una aplicación móvil para visualizar resonancias cerebrales en 3d y realidad aumentada**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **18 de agosto de 2025**

F: *Robinson Josué Barbecho Pineda*

Robinson Josué Barbecho Pineda

C.I. 0105307961

Cuenca, 18 de agosto de 2025

CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo titulado "**Desarrollo de una aplicación móvil para visualizar resonancias cerebrales en 3d y realidad aumentada**" fue desarrollado por Danny Steven Solano Arpi y Robinson Josué Barbecho Pineda bajo mi supervisión.

Atentamente:



Jheyson Steven
Gaona Pineda



F:.....

Ing. Jheyson Steven Gaona Pineda

**TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
CUENCA.**

Dedicatoria

Durante todo mi recorrido en la carrera, lleno de aprendizajes y valiosas experiencias, he comprendido que ningún logro se alcanza solo. Este trabajo de titulación lo dedico con profunda gratitud y afecto a todas las personas que, de una u otra manera, me brindaron su apoyo y acompañamiento en este camino.

A mis padres, Fausto y Dolores, por ser mi ejemplo constante de esfuerzo, responsabilidad y dedicación. Gracias por enseñarme la importancia de la integridad, el respeto y la solidaridad con los demás. Su confianza en mí y sus palabras de aliento han sido la base que me ha permitido avanzar y perseguir cada una de mis metas.

A mis abuelitos, Teresa, Froilan y Laura, cuyas historias y enseñanzas de vida me inspiran a nunca conformarme y a buscar siempre llegar más lejos. Su apoyo incondicional, su cariño y su fe en mí han sido un motor que me impulsó a superar los momentos más difíciles con fortaleza y optimismo.

A mis amigos, compañeros de camino, por estar presentes en cada etapa de este recorrido. Gracias por compartir las largas horas de estudio en clases, los trabajos en equipo y también los momentos de alegría y descanso. El compañerismo, la motivación mutua y la amistad sincera hicieron que este trayecto se convirtiera en una experiencia mucho más significativa.

A todos quienes creyeron en mí y me tendieron su mano cuando más lo necesité, les agradezco desde lo más profundo de mi corazón. Este trabajo no es únicamente un logro personal, sino también el reflejo de la confianza, el cariño y el esfuerzo compartido con todos aquellos con quienes he tenido la dicha de coincidir y crecer.

Danny Solano

Dedicatoria

Hoy, al ver plasmado en estas páginas el esfuerzo de tantos años, siento que este logro no me pertenece solo a mí, sino a todos aquellos que caminaron a mi lado, que me sostuvieron en los momentos difíciles y que me inspiraron a seguir adelante cuando parecía imposible.

Dedico este trabajo en primer lugar a mis padres Carlos y Marcia, quienes han sido mi guía y mi ejemplo de vida. Gracias por sus consejos, por su amor sin condiciones y por enseñarme con su esfuerzo diario que todo sacrificio tiene una recompensa. Este triunfo es tan suyo como mío, porque sin su apoyo constante, su confianza en mí y su fe en mis capacidades, nunca hubiera llegado hasta aquí.

A mi familia, que siempre ha estado presente con palabras de aliento, con gestos de cariño y con esa compañía que me recordó que nunca estaba solo en este camino. Cada muestra de apoyo, cada abrazo y cada mensaje de ánimo me dieron la fuerza para continuar y me hicieron comprender el verdadero valor de la unión familiar.

No puedo dejar de dedicar unas líneas a mis mejores amigos, David y Meredith, quienes no solo me brindaron su amistad sincera, sino que estuvieron a mi lado en los momentos de cansancio, dudas y desvelo. Su compañía, sus palabras y hasta las risas compartidas fueron un recordatorio de que incluso en medio del esfuerzo académico, siempre hay espacio para la amistad y la alegría. Gracias por ser parte de mi vida y por demostrarme que los amigos verdaderos son también una familia elegida.

Y con un cariño muy especial, dedico también este trabajo a mis cuatro compañeros inseparables: Princesa, Aurora, Bonita y Capuchino, fieles compañeros que, sin decir una palabra, estuvieron siempre a mi lado. Sus miradas, su alegría al verme llegar y su compañía silenciosa me dieron paz en los días de cansancio y motivación en los de soledad. Ellos me

recordaron, en cada instante, que el amor más puro y leal también puede venir en cuatro patas y con un corazón enorme.

Robinson Barbecho

Agradecimientos

Durante todo el tiempo que pasé en la carrera, tuve la fortuna de recibir el apoyo de muchas personas que hicieron de este camino una experiencia más llevadera. A todas ellas les expreso mi más sincera gratitud, porque este logro no habría sido posible sin su compañía.

A mi familia, por estar siempre a mi lado, brindándome cuidado, consejos y aliento en cada etapa. Gracias por su amor incondicional, por preocuparse por mi bienestar y por ofrecerme siempre un hogar lleno de apoyo y seguridad.

A Faharid y Vanessa, por su disposición constante para ayudarme. Su paciencia, acompañamiento y apoyo en distintas situaciones fueron fundamentales para seguir adelante y tener confianza en mí mismo.

A los docentes y al personal administrativo de la universidad, por transmitir sus conocimientos y compartir sus perspectivas del mundo, además de guiarnos con dedicación en cada una de sus áreas de especialidad. Sus enseñanzas fueron parte esencial de mi formación.

A mis amigos, por estar presentes en las largas horas de clases y trabajos, por la colaboración, el compañerismo y la motivación mutua que siempre nos acompañó. Gracias por hacer de este proceso un camino más ameno y significativo.

A mi fiel mascota canina, Mosco, por esperarme siempre al regresar a casa y acompañarme en cada momento. Su lealtad y compañía me brindaron alegría, tranquilidad y fuerzas en los días más difíciles.

Este trabajo de titulación es un reflejo de todo el apoyo que recibí. A cada uno de ustedes les dedico este logro, con gratitud y aprecio sinceros.

Danny Solano

Agradecimientos

A todas las personas que, de una u otra forma, estuvieron presentes en este recorrido. Cada palabra de aliento, cada gesto de apoyo y cada muestra de confianza me recordaron que no estaba solo y que los grandes logros se construyen junto a quienes creemos y soñamos en conjunto.

A mi familia, por ser la base de mi vida, por enseñarme con su ejemplo el valor de la perseverancia y por estar siempre dispuestos a brindarme amor y fortaleza en cada etapa. Ustedes han sido mi motivación más constante y la razón de que este esfuerzo se haya transformado en un logro compartido.

A mis docentes, quienes más allá de impartir conocimientos, sembraron en mí la pasión por aprender y la responsabilidad de aplicar lo aprendido con compromiso y ética. Sus enseñanzas han dejado huellas imborrables en mi formación, no solo académica, sino también personal.

A las amistades que acompañaron este proceso, regalándome compañía sincera, palabras de ánimo en los días difíciles y alegrías que hicieron más ligera la carga del camino. Su presencia me recordó que el esfuerzo también se vive mejor cuando se comparte.

Finalmente, a todos aquellos que, de manera silenciosa o directa, aportaron con su apoyo, paciencia y comprensión. Cada uno de ustedes ha sido parte esencial en la culminación de este proyecto que hoy marca una etapa cumplida y el inicio de nuevas metas.

Robinson Barbecho

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo la creación de una aplicación móvil capaz de visualizar de manera tridimensional resonancias magnéticas cerebrales mediante un entorno de realidad aumentada. El principal propósito principal es evaluar la viabilidad del desarrollo en el diagnóstico médico y en la planificación de intervenciones quirúrgicas cerebrales. El estudio abarca el diseño y la implementación de la aplicación, complementado por un análisis de su usabilidad y de su impacto entre distintas agrupaciones de usuarios médicos, incluidos estudiantes y especialistas. Adopta una metodología centrada en el usuario, lo que permite integrar varias tecnologías coherentes con los objetivos iniciales. Tras completar el desarrollo, se diseñó un estudio exploratorio en el que un grupo de usuarios de prueba interactuó con la aplicación y, mediante encuestas estructuradas, aportó datos sobre la utilidad percibida, la facilidad de uso y el impacto previsto en contextos médicos. Los resultados indicaron un elevado grado de aceptación, subrayando la nitidez en la representación de las estructuras cerebrales y el potencial de la herramienta como soporte en la toma de decisiones médicas.

En base en los datos analizados, la aplicación desarrollada tiene el potencial de optimizar los procedimientos diagnósticos de asistir de forma precisa la planificación quirúrgica y de enriquecer la formación teórica-práctica de los profesionales dedicados a la neurociencia.

Palabras clave: *Resonancia magnética cerebral, aplicación móvil, decisiones médicas, planificación quirúrgica, neurociencia.*

Abstract

The principal aim of this study was to develop a mobile application that allows for the three-dimensional visualization of brain magnetic resonance imaging (MRI) scans within an augmented reality environment, in order to assess its applicability in medical diagnosis and the planning of brain surgeries. The scope of the project included the design and development of the mobile application, as well as the evaluation of its usability and impact on different potential users in the medical field, including students and professionals. A user-centered methodology was adopted throughout the development process, integrating various technologies such as 3D modeling, image processing, and augmented reality to meet the application's objectives. Following development, an exploratory study was conducted involving trial users who interacted with the application and completed structured surveys. These surveys were aimed at measuring perceived usefulness, ease of use, and the potential impact of the tool in both clinical and academic settings. The results revealed high acceptance among users, who emphasized the clarity in visualizing brain structures and the application's potential as a decision-support tool in clinical environments. Based on these findings, it is concluded that the application can significantly contribute to improving diagnostic accuracy, facilitate surgical planning, and enhance the academic training of future medical professionals specializing in neuroscience and related areas.

Keywords: *Brain MRI scans, mobile application, medical decision-making, surgical planning, neuroscience*

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA VISUALIZAR RESONANCIAS
CEREBRALES EN 3D Y REALIDAD AUMENTADA.**

**DEVELOPMENT OF A MOBILE APP TO VIEW BRAIN RESONANCE IMAGING IN
3D AND AUGMENTED REALITY.**

Introducción

Actualmente, el creciente uso de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial (IA), está transformando significativamente el campo de la medicina y la educación (Prunskis, 2025), y la realidad aumentada (RA) también ha transformado significativamente la manera en que se desarrollan actividades en diversas industrias (Hawkridge, 2026), y el sector médico no es la excepción. En la actualidad se ha incluido nuevas tecnologías que fusionan el mundo real con el mundo virtual en diferentes campos de la medicina, específicamente en el campo de la radiología, buscando comprender aspectos críticos al momento de interpretar correctamente imágenes de resonancias médicas para planificar intervenciones y brindar diagnósticos al paciente de alta calidad (Paulson, 2025).

En estos últimos años, diversos estudios sugieren que la realidad aumentada (RA) en la medicina, acompañada de representaciones tridimensionales de objetos tradicionalmente mostrados en dos dimensiones ayudaron notablemente a comprender la percepción espacial e interpretación anatómica de las diferentes estructuras del cuerpo humano, como son las imágenes médicas de un cerebro. El

desarrollo de nuevas aplicaciones ofrece una ventaja considerable para mejorar los diagnósticos médicos y también la formación académica en áreas específicas como es la neurociencia.

Contar con una representación 3D interactiva del cerebro mejora la comprensión de la anatomía, relaciones espaciales y posibles alteraciones patológicas. Estos aplicativos permiten no solo visualizar estructuras complejas, sino también permite manipularlas en tiempo real incrementando la capacidad de análisis y mejorando la retención del conocimiento.

Asimismo, dar la posibilidad de acceder a este tipo de tecnologías desde dispositivos móviles logra ampliar significativamente la aplicabilidad, eliminar la dependencia de laboratorios especializados, contribuir al cierre de brechas tecnológicas y educativas, además haciendo posible que tanto profesionales como estudiantes se beneficien. En un artículo publicado por (Ivanov, 2021), desarrollaron un sistema de RA que proyecta hologramas de estructuras cerebrales, facilitando la planificación quirúrgica y reduciendo la invasividad del procedimiento.

Breamy (Najafi, 2024), una aplicación móvil de salud (mHealth) basada en AR diseñada para asistir en la toma de decisiones

quirúrgicas en casos de cáncer de mama, además los hallazgos sugieren que mejora la confianza de las pacientes y reduce la ansiedad y el arrepentimiento postoperatorio.

Por otro lado, una revisión sistemática (Bui, 2024) titulada "Virtual, Augmented, and Mixed Reality Applications for Surgical Rehearsal, Operative Execution, and Patient Education in Spine Surgery" examinó en profundidad el uso de tecnologías de realidad virtual (VR), aumentada (AR) y mixta (MR) en cirugía de columna, se realizó estudio siguiendo rigurosamente las directrices PRISMA, explorando las bases de datos PubMed y Scopus, los estudios incluidos en este escaneo se compusieron de entornos artificiales, casos clínicos individuales y se destacaron especialmente las aplicaciones de enseñanza mediante superposiciones holográficas y la implementación en procedimientos como la colocación de tornillos pediculares.

Asimismo, investigaciones como la de (Alim, 2024) revelan que los entornos de Realidad Aumentada (AR) en dispositivos móviles aumentan la retención del aprendizaje en estudiantes de medicina, al tiempo que mejoran la experiencia de aprendizaje sin comprometer los resultados académicos.

Con base a este contexto, se desarrolló una aplicación móvil que permite la visualización de imágenes médicas complejas centrando su propósito en el campo de la neurocirugía y en la enseñanza de la neurociencia con el objetivo de facilitar el diagnóstico a los profesionales de la salud. El enfoque principal radica en la reconstrucción tridimensional del escaneo cerebral de un paciente, el cual se superpone en tiempo real sobre la cabeza de este mediante algoritmos avanzados de reconocimiento facial (Balcerzak, 2024), que buscan ayudar al médico a facilitar la comprensión espacial del cerebro y mejorar la toma de decisiones.

Por lo tanto, es fundamental que las herramientas desarrolladas no solo ofrezcan una representación precisa de las estructuras cerebrales, sino que también sean accesibles, intuitivas y eficientes en su desempeño, por eso la integración de tecnologías de visualización 3D en dispositivos móviles permite ampliar el alcance de estas soluciones, brindando soporte tanto en ambientes clínicos como en actividades de formación médica.

Para estar en concordancia con la evidencia recopilada, la aplicación diseñada en esta investigación fue sometida a una valoración exploratoria que incluyó a miembros del ámbito médico y educativo, entre ellos,

ejerciendo y de últimos ciclos ,y profesionales de la salud quienes realizaron interacciones con la solución y al finalizar respondieron cuestionarios, que indicaron un elevado índice de aceptación, resaltando la utilidad percibida, la usabilidad y el impacto probable en el apoyo de los diagnósticos médicos y en la formación académica.

En función de los resultados obtenidos, esta investigación representa un aporte significativo en la integración de tecnologías inmersivas dentro del entorno médico y educativo. Además de demostrar la viabilidad de proyectos en realidad aumentada aplicada a la medicina, esta propuesta abre nuevas posibilidades para el desarrollo de más soluciones accesibles que apoyen tanto la atención médica especializada como la enseñanza avanzada en diferentes áreas.

Materiales y Métodos

Este artículo expone el diseño, la implementación y la evaluación de una aplicación móvil. Para el desarrollo del aplicativo se empleó la metodología de Desarrollo Centrado en el Usuario (DCU), lo que permitió cubrir las necesidades de los usuarios finales (Govindarajan, 2025), en este caso, estudiantes y profesionales del ámbito de la salud avanzado, sino que también sea verdaderamente utilizable.

El proceso adoptó las etapas clásicas del DCU: descubrimiento, definición, desarrollo y validación inicial (Tang, 2025). En la fase inicial de descubrimiento, se llevaron a cabo entrevistas exploratorias con estudiantes de medicina y profesionales de la salud de la ciudad, lo que permitió identificar dificultades que poseen los médicos en la percepción de las estructuras anatómicas cerebrales que se extraen de las imágenes de resonancias tradicionales. En base a estos resultados, en la etapa de definición, se elaboraron los requisitos no funcionales y funcionales, entre los requisitos funcionales destacados se señaló mejorar la comprensión espacial de las resonancias magnéticas cerebrales.

El desarrollo de la aplicación se basó en el motor de videojuegos Unity, un entorno reconocido en el ámbito de la creación de experiencias interactivas (Mantelli, 2023) tanto en realidad aumentada (AR) como en realidad virtual (VR), también posee una versatilidad que abarca una extensa gama de dispositivos móviles y de escritorio.

Unity ofrece un entorno de desarrollo integrado con un motor gráfico y herramientas avanzadas para el manejo de animaciones, físicas y visualización 3D (Kim, 2021). La elección de Unity respondió tanto a sus capacidades técnicas como a su

flexibilidad para adaptarse a los requerimientos funcionales del proyecto.

La realidad aumentada (AR) permite superponer elementos digitales sobre el entorno físico, a través de la cámara del dispositivo, esta tecnología ayuda al usuario a estar en contacto con el mundo real, pero enriquecido con información visual digital, lo que ayuda a mejorar la comprensión de contenidos complejos, como las estructuras cerebrales (Ntantamis, 2025).

Para la incorporación de la funcionalidad de realidad aumentada, se implementó el paquete AR Foundation, que actúa como un enlace entre el editor de Unity y las APIs de AR para Android (Poddar, 2025), además de desempeñar una función crucial al ser usado como un "cámara feeder" que transmite los fotogramas en tiempo real al algoritmo de visión computacional, desarrollado en OpenCV, una biblioteca desarrollada por Intel de código abierto que agrega la funcionalidad de visión por computadora, encargado de la detección y el seguimiento facial en tiempo real, garantizando el superposicionamiento preciso de los diferentes objetos virtuales (Srinivasan, 2024), en este caso el objeto generado del cerebro en 3D sobre la cabeza del paciente.

A partir de datos obtenidos de imágenes médicas en formatos DICOM y NifTI, se generó un objeto tridimensional del cerebro

mediante técnicas de Direct Volume Rendering (DVR) (Cetinsaya, 2022), el proceso comenzó con la carga y conversión de los archivos a una representación tridimensional en forma de una cuadrícula volumétrica de pequeños elementos cúbicos (vóxeles) que representan la anatomía cerebral en un volumen tridimensional, una vez listo el volumen fue colocado en Unity a través de un shader DVR (Choi, 2024), que permite renderizar un objeto 3D y permitir la exploración interactiva e inmersiva en entornos de realidad mixta (MR).

Dado que este proceso tiene un gran impacto en la capacidad de procesamiento del dispositivo, se implementaron estrategias de optimización para garantizar un rendimiento fluido sin sacrificar calidad visual de la representación, una de las principales soluciones fue la incorporación de funciones de transferencia (Transfer Functions, TF), que permiten configurar propiedades del volumen, como los atributos visuales como el color y la opacidad.

Estas funciones de transferencia son procesadas dentro del entorno de Unity, donde se convirtieron en texturas dimensionales que actúan como guías visuales para renderizar el volumen de manera eficiente (Xu, 2025). Este enfoque permite al motor ajustar dinámicamente los valores visuales en tiempo real, optimizando

la carga computacional, y la memoria mediante técnicas de interpolación, renderizado por GPU y acceso directo a los buffers de textura.

Adicionalmente, se configuró el Universal Render Pipeline (URP) dentro del entorno de desarrollo de Unity, con el objetivo de mejorar la eficiencia del renderizado en tiempo real (Dyulicheva, 2021). Esta configuración permitió mejorar el proceso de renderizado, facilitando la utilización de shaders optimizados, reducción del costo gráfico y una mejor adaptación a las capacidades específicas de cada dispositivo móvil, contribuyendo así a una experiencia visual más fluida y estable.

En la etapa final para evaluar la aplicación, se realizó un estudio exploratorio con un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo, para ello se diseñó una encuesta para la recolección de respuestas de los usuarios, la cual fue creada y gestionada mediante Google Forms (https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfOKO72vxKErDNv-OO1jGyvas_d11KmKYm1MkrzelG-egnyQg/viewform). Con el objetivo de captar diversos aspectos como la experiencia de uso, la usabilidad, el nivel de satisfacción, y puntos de mejora, se desarrollaron preguntas clave para obtener la información necesaria, además de incluir una

introducción de carácter informativo y ético, que describía el propósito del estudio y solicitaba el consentimiento informado de los participantes.

La investigación se fundamenta en una población de 15 individuos, entre ellos, estudiantes universitarios de últimos ciclos y por profesionales del ámbito de la salud, todos siendo residentes de la ciudad de Cuenca, Ecuador o alrededores, también se establecieron los criterios de inclusión al momento de aplicar la encuesta, como son: haber recibido formación o poseer experiencia en disciplinas de la medicina o de las ciencias de la salud; residir en Cuenca o alrededores; disponer de un dispositivo móvil con Android 13 o superior con acceso a Internet; y haber proporcionado el consentimiento informado correspondiente, además se definieron criterios de exclusión, como son: la falta de coincidencia con el perfil determinado, la participación fue voluntaria y se respetó el anonimato, asegurando la confidencialidad de la información recogida, conforme a la recomendación de (Candeira Braga, 2025).

Los datos recolectados fueron sometidos a un tratamiento estadístico descriptivo, que permitieron caracterizar cada respuesta, complementándose con gráficos de barras y pastel que facilitaron la lectura de las tendencias globales, además, se llevó a cabo

casos a la pantalla “File explorer view” para completar el proceso de carga.



Figura 2: Pantalla de archivos recientes de la aplicación

La pantalla “ARView” (ver figura 3) es una parte crítica en la funcionalidad de la aplicación, ya que permite la visualización de modelos tridimensionales generados a partir de archivos médicos como DICOM y NIFTI en un entorno de realidad aumentada, creando no solo una visualización inmersiva, sino también interactiva. A través de ARView, el usuario puede desplazarse libremente por todo el entorno y modelo, el cual se presenta a escala real, y también permite realizar cortes en el modelo en distintos planos anatómicos, lo que mejora la exploración y el análisis estructural de las áreas de interés.

Entre los planos disponibles se encuentran el plano sagital, que divide el cuerpo en mitades izquierda y derecha; el plano coronal, que separa la parte anterior (frontal) de la posterior (dorsal); y el plano transversal, que segmenta el cuerpo en una región superior (cefálica) y otra inferior (caudal), permitiendo una visualización detallada, ideal tanto para fines educativos como médicos.

Adicionalmente, ARView incorpora tecnología de detección facial utilizando la cámara frontal y posterior del dispositivo, lo que no solo mejora la interacción con el entorno, sino que también permite ajustar automáticamente la escala del modelo 3D a un tamaño cercano al real en función de las proporciones del usuario. Aportando una experiencia más realista y contextualizada, fortaleciendo la comprensión anatómica y favoreciendo una toma de decisiones más informada.



Figura 3: Pantalla de realidad aumentada

En la parte final durante las pruebas durante la investigación, se aplicó una encuesta usando la escala de Likert dirigida a los usuarios con el objetivo de evaluar distintos aspectos de la aplicación desarrollada, tales como la facilidad de uso, la usabilidad, la satisfacción general y la percepción de su utilidad en contextos médicos. Esta etapa fue clave para recopilar retroalimentación directa y validar la experiencia del usuario. En la primera preguntase se solicitó que los usuarios indicaran el nivel de facilidad que tuvieron al momento de utilizar y comprender el funcionamiento de la aplicación, según los resultados de la encuesta se obtuvo que el 100% (ver figura 4), de los participantes consideraron que la aplicación es “muy fácil” de usar y no se

reportaron respuestas en ninguna otra categoría.



Figura 4: Respuestas de la pregunta ¿Le resultó fácil utilizar y comprender la aplicación?

En la segunda pregunta, se solicitó a los usuarios que evaluaran si el uso de la aplicación les ayudo a comprender de forma más clara la anatomía cerebral, en los resultados obtuvo como resultado que el 46,7% estuvo totalmente de acuerdo y el 53,3% de acuerdo, sumando así un 100% de respuestas positivas (ver figura 5), afirmando el hecho de que la aplicación sí serviría como recurso profesional y didáctico efectivo, ya que permite detallar estructuras complejas de manera más entendible mejorando la comprensión anatómica.

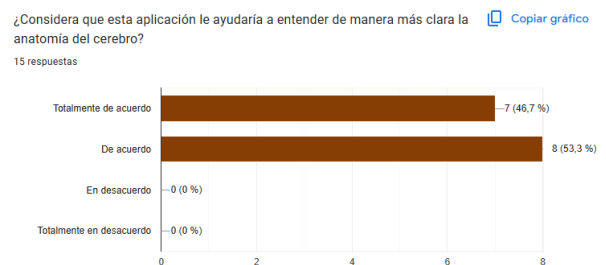


Figura 5: Respuestas de la pregunta ¿Considera que esta aplicación le ayudaría

a entender de manera más clara la anatomía del cerebro?

En la tercera pregunta, se solicitó valorar el nivel de utilidad percibida de la aplicación y en su día a día, apoyando en actividades como el diagnóstico o la planificación quirúrgica y se obtuvo un resultado en que el 60% la considera “muy útil” y el 40% “algo útil” (ver figura 6), sin respuestas negativas, en base estos resultados podemos afirmar que el uso de la aplicación sí sería factible de aplicar en el contexto médico, como apoyo visual complementario en la toma de decisiones médicas.

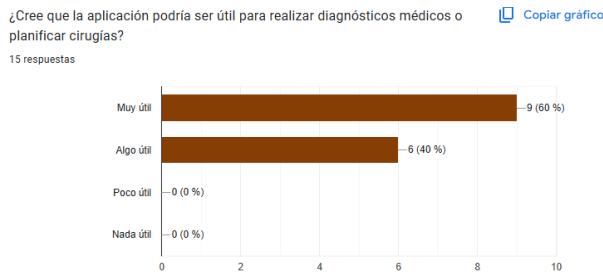


Figura 6: Respuestas de la pregunta ¿Cree que la aplicación podría ser útil para realizar diagnósticos o planificar cirugías?

En la última pregunta, se solicitó indicar la disposición de los usuarios a recomendar la aplicación a otros colegas o familiares médicos, se obtuvo que el 53,3% respondió “probablemente sí” y el 46,7% “definitivamente sí”, lo que evidencia una aceptación del 100% (ver figura 7). En base a estos resultados, se concluye que la herramienta no solo genera valor educativo y

clínico, sino que además posee un alto nivel de aceptación y recomendación, lo cual refuerza su potencial de adopción y difusión en el ámbito académico y profesional.

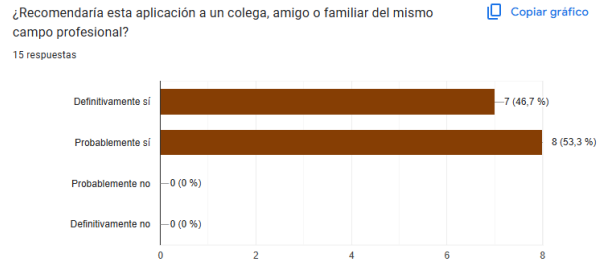


Figura 7: Respuestas de la pregunta ¿Recomendaría esta aplicación a un colega, amigo o familiar del mismo campo profesional?

Por último, con base en todos los resultados obtenidos, se realizó un análisis de contingencia donde se muestra el nivel de aceptación del uso de nuevas tecnologías según la valoración positiva de la aplicación. Ambos grupos coincidieron en calificar la aplicación como posiblemente útil en ámbitos médicos y sin respuestas negativas.

Tabla 1. Resultados obtenidos del analisis de contingencia

Utilidad Médica	Definitiva -mente sí	Probable-mente sí	Todos
Algo útil	2	5	7
Muy útil	5	3	8
Todo	7	8	15

Fuente: Elaboración *propia*

En el análisis de los datos, la tabla de contingencia expuso que de los 8 participantes que calificaron como “Muy útil” la aplicación, 5 recomendarían el uso de la aplicación a sus conocidos y compañeros, por otro lado, de los 7 que calificaron a la aplicación como “Algo útil” solamente 2 recomendarían la aplicación. Evidenciando que entre más positivo es la valoración del participante es mucho más probable que la aplicación sea recomendada a más personas y más probable de usar en entornos médicos.

Conclusión

Los resultados obtenidos evidencian que el aplicativo cuenta con una alta tasa de aceptación por parte tanto de profesionales como de estudiantes de medicina. La incorporación de realidad demostró mejorar significativamente la comprensión de las imágenes cerebrales, además de facilitar la capacitación en el área de radiología, reforzando así la utilidad de contar con una interfaz estandarizada y una integración fluida como recursos clave para el apoyo académico y el ejercicio profesional.

Por otro lado, las diferencias observadas en la valoración de la utilidad clínica y en la disposición a recomendar revelaron que los profesionales de la salud otorgaron respuestas favorables, reforzando la idea de que la experiencia laboral permite evaluar con mayor precisión el potencial de la

herramienta en contextos reales de atención médica, con este respaldo más sólido por parte del grupo profesional sugiere que la aplicación no solo es posiblemente viable para su implementación en el ámbito clínico, sino que también posee funcionalidades y características necesarias para integrarse como un recurso complementario en la práctica médica.

Para concluir en base a los datos obtenidos, la aplicación demuestra un potencial significativo para mejorar la práctica médica, en tareas como la planificación quirúrgica y la realización de diagnósticos, además de ayudar a brindar una explicación detallada de diferentes procedimientos y ayudar en la formación continua en esta área. La capacidad del aplicativo de integrar de manera sencilla y accesible el acceso a información de imágenes médicas y exponerlo de manera inmersiva al usuario refuerza su eficacia como herramienta innovadora y efectiva en el campo de la radiología.

Referencias Bibliográficas

- Hawkridge, Z. L. (2026). Vision-based extraction of industrial information from legacy Programmable Logic Controllers. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 103088.

- <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2025.103088>
- Paulson, S. a. (2025). Understanding perception of the radiology community concerning virtual reality (VR) and augmented reality (AR) technology in radiology education. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. <https://doi.org/10.1186/s43055-025-01425-0>
- Balcerzak, A. a. (2024). Real-Time Gameplay Data and Biometric Measurement Integration as a Data Source for Game User Research. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 144 – 156. https://doi.org/10.1007/978-3-031-66594-3_15
- Ivanov, M. S. (2021). TranscriptomeReconstructoR: data-driven annotation of complex transcriptomes. *BMC Bioinformatics*, 1471-2105. <https://doi.org/10.1186/s12859-021-04208-2>
- Alim, E. C. (2024). Comparison and Evaluation of the Effectiveness of Traditional Neuroanatomy Teaching in Medical Education with Virtual-Reality Application Based On 3D Virtual. *Gazi Medical Journal*, 407-415. <https://doi.org/10.12996/gmj.2024.4191>
- Govindarajan, T. S. (2025). Development and implementation of a user-centric real-time energy monitoring and feedback system for energy conservation. *Energy* and *Buildings*. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115787>
- Tang, H. a. (2025). The effect of distance and angle of virtual keyboard on user experience of bare hand interaction in VR. *Displays*. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2025.103120>
- Mantelli, L. a. (2023). Integration of Dynamic Models and Virtual Reality for the Training of Steam Generator Operators. *Journal of Energy Resources Technology, Transactions of the ASME*. <https://doi.org/10.1115/1.4056561>
- Poddar, K. a. (2025). Development of a Markerless Augmented Reality Application for Plumbing Tool Training. *2025 International Conference on Ambient Intelligence in Health Care, ICAIHC 2025*. <https://doi.org/10.1109/ICAHC64101.2025.10956975>
- Choi, J. a. (2024). Real-Time Transfer Function Editor for Direct Volume Rendering in Mixed Reality. *Proceedings - SIGGRAPH Asia 2024 Posters, SA 2024*. <https://doi.org/10.1145/3681756.3697953>
- Candeira Braga, J. V. (2025). Telemedicine, data protection, and information security: Elements for the preservation of confidentiality of electronic health records; [Telemedicina, proteção de

- dados e segurança da informação: Elementos para a preservação da confidencialidade dos regis. *Opinion Juridica*.
<https://doi.org/10.22395/ojum.v24n51a4449>
- Srinivasan, S. a. (2024). IoT-Enabled Facial Recognition for Smart Hospitality for Contactless Guest Services and Identity Verification. *2024 11th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions), ICRITO 2024*.
<https://doi.org/10.1109/ICRITO61523.2024.10522363>
- Najafi, N. a.-O. (2024). Breamy: An augmented reality mHealth prototype for surgical decision-making in breast cancer. *Healthcare Technology Letters*, 137 – 145. <https://doi.org/10.1049/htl2.12071>
- Bui, T. R.-C.-A. (2024). Virtual, Augmented, and Mixed Reality Applications for Surgical Rehearsal, Operative Execution, and Patient Education in Spine Surgery: A Scoping Review. *Medicina*, 332.
<https://doi.org/10.3390/medicina60020332>
- Kim, S. B.-T. (2021). A research tool for biomechanics toward sensory-motor manipulation, Unity 3D. *Journal of Biomechanical Science and Engineering*, 1 – 7.
<http://dx.doi.org/10.1299/jbse.21-00068>
- Xu, C. a. (2025). Efficient Multi-Material Volume Rendering for Realistic Visualization with Complex Transfer Functions. *Journal of Imaging*.
<https://doi.org/10.3390/jimaging11060193>
- Cetinsaya, B. a. (2022). Using Direct Volume Rendering for Augmented Reality in Resource-constrained Platforms. *Proceedings - 2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops, VRW 2022*, 768 – 769.
<https://doi.org/10.1109/VRW55335.2022.00235>
- Ntantamis, O. a. (2025). Virtual Reality vs. Augmented Virtuality in Fire Extinguishing Training. *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST*, 178 – 188.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-97257-7_12
- Dyulicheva, Y. Y. (2021). About the Features of the Virtual Simulators Development and their Usage in Dental Education. *CEUR Workshop Proceedings*, 296 – 302.
- Prunskis, J. V.-E. (2025). The Application of Artificial Intelligence to Enhance Spinal Cord Stimulation Efficacy for Chronic Pain Management: Current Evidence and Future Directions. *Current Pain and Headache Reports*.

<https://doi.org/10.1007/s11916-025-01400-4>

