



Departamento de Ingeniería en Computación e Informática
Facultad de Ingeniería

Universidad de Tarapacá



UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ



FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL EN COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA



ARICA – CHILE

Informe final

**Sistema RA para realizar anotaciones y visualización de rotulaciones en
un modelo del cuerpo humano
(HikariAnatomy)**

**Equipo de Desarrollo: David Orellana Apaz
Empresa o Unidad: Departamento de
Medicina de la Universidad de Tarapacá
Curso: Proyecto IV ICCI
Profesor: Diego Arcena Pizarro**

Jueves 05 de Diciembre 2024,
Arica



Índice

Índice	1
Índice de figuras	2
Índice de tablas	3
1. Introducción	4
2. Descripción de la empresa	5
Figura 1: Insignia de la escuela de medicina.	5
3. Objetivos	6
3.1. Objetivo general	6
3.2. Objetivos específicos	6
4. Definición del proyecto	7
5. Requisitos del sistema	8
6. Planificación del proyecto	9
6.1. Metodología	9
6.2. Tecnologías	10
6.3. Carta Gantt	11
7. Diseño del proyecto	12
7.1. Arquitectura del sistema	12
7.2. Modelo BPMN del sistema	13
7.3. Modelo del contexto	14
7.4. Diagramas de casos de uso	16
7.4.1. Modelo de caso de uso	16
7.4.2. Descripción de caso de uso	17
8. Prototipos	23
9. Fases de entrenamiento para AR.	25
10. Implementación.	26
11. Conclusiones.	29
12. Referencias	30



Índice de figuras

Figura 1:Insignia de la escuela de medicina.	5
Figura 2:Marco de trabajo Scrum.	9
Figura 3:Carta Gantt	11
Figura 4:Arquitectura del sistema	12
Figura 5:Modelo BPMN del sistema.	13
Figura 6:Modelo de contexto interacción AR.	14
Figura 7:Modelo de contexto interacción con modelo 3D.	15
Figura 8:Modelo de casos de uso.	16
Figura 9: Primer prototipo de del software-Modelo del tórax	23
Figura 10:Prototipo reconstruido con “Reality Capture”-Modelo del tórax	24
Figura 11:Prototipo reconstruidos con “Reality Capture”-Modelo Pelvis	24
Figura 12:Modelo BPMN de la fase de entrenamiento AR:	25
Figura 13:Vista de la interfaz de inicio.	26
Figura 15: Interfaz haciendo uso de la cámara y se debe elegir la sección del fantasma a reconocer(tórax o pelvis).	27
Figura 16:Vista AR donde se visualiza la detección del tórax y se visualiza un cubo demostrando detección.	28
Figura 17:Vista AR donde se visualiza la detección de la pelvis.	28



Índice de tablas

Tabla 1:Requisitos funcionales.	8
Tabla 2:Requisitos no funcionales.	8
Tabla 3: Tecnología.	10
Tabla 4: C.U. Inicio de sesión.	17
Tabla 5: C.U. Interacción RA.	18
Tabla 6: C.U. Interacción con el modelo.	19
Tabla 7: C.U. Ver rotulaciones.	20
Tabla 8: C.U. Ver anotaciones.	21
Tabla 9: C.U. Editar anotaciones.	22



1. Introducción

El proyecto HikariAnatomy surge como una solución tecnológica innovadora para el estudio de la anatomía humana en el Departamento de Medicina de la Universidad de Tarapacá. Actualmente, el departamento enfrenta desafíos en el proceso de aprendizaje debido a la escasez de recursos físicos que limitan la interacción tanto de estudiantes como de académicos con los materiales disponibles. Aunque el departamento cuenta con un modelo de cuerpo humano impreso en 3D, utilizado para estudiar diversos sistemas como el muscular y el circulatorio, la falta de recursos adicionales crea una barrera significativa en el proceso educativo.

En respuesta a estas dificultades, HikariAnatomy propone el desarrollo de una aplicación que revolucionará el aprendizaje en el área de la anatomía humana. Esta aplicación permitirá la visualización detallada del cuerpo impreso en 3D, incluyendo la identificación y rotulación de sus distintos sistemas. Además, ofrecerá a los usuarios la posibilidad de acceder a lecturas preexistentes y de crear sus propias anotaciones, facilitando así un estudio más dinámico y personalizado.

Lo que realmente distingue a HikariAnatomy es su capacidad para superar las limitaciones físicas actuales, permitiendo a los estudiantes interactuar con el modelo anatómico a través de dispositivos táctiles como smartphones y tablets. De este modo, la aplicación no solo complementará los recursos disponibles en el departamento, sino que también ofrecerá una experiencia de aprendizaje más accesible e interactiva para los estudiantes de medicina.



2. Descripción de la empresa

El departamento de medicina de la Universidad de Tarapacá fue creada en noviembre del 2022 y cuenta con distintas áreas en el estudio de la medicina, la cual busca desarrollar profesionales con las competencias necesarias para cumplir en el campo de salud humana, el departamento busca formar médicos generales de más alto nivel teórico-práctico.



Figura 1: Insignia de la escuela de medicina.



3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema de RA que fortalezca la pedagogía en el área de anatomía humana del departamento de medicina de la Universidad de Tarapacá.

3.2. Objetivos específicos

- Reconstruir el fantoma humano que posee el departamento de medicina para permitir una interacción en la aplicación con los usuarios.
- Permitir el estudio de la anatomía humana a través de un sistema RA en dispositivos smartphones o tablets.
- Identificar las esenciales rotulaciones para permitir un estudio preciso del cuerpo humano.
- Realizar pruebas de las funcionalidades de RA y rotulaciones funcionando correctamente para la entrega de un producto de calidad.
- Entregar manual de usuario al cliente para que conozca las funcionalidades de la aplicación y las limitaciones que esta posee.



4. Definición del proyecto

Contexto:

Para los estudiantes universitarios de hoy en día, el aprendizaje a través de libros o imágenes en la web puede parecer anticuado o monótono. Es necesario adoptar métodos más modernos que motiven a los estudiantes a profundizar en diversas áreas de estudio. Implementar un enfoque de aprendizaje más interactivo no solo incentivará su interés, sino que también enriquecerá su experiencia educativa en el campo correspondiente.

Problema

El Departamento de Medicina de la Universidad de Tarapacá enfrenta un desafío significativo debido a la alta demanda de recursos educativos para el estudio detallado del cuerpo humano. Actualmente, los estudiantes deben realizar estudios sobre diversos sistemas del cuerpo humano, como el sistema circulatorio y el sistema muscular. Sin embargo, existe una escasez crítica de recursos, dado que el departamento solo dispone de un modelo del cuerpo humano impreso para el análisis práctico. Esto obliga a los alumnos a turnarse para interactuar con el único recurso disponible, lo que genera demoras significativas en el proceso de aprendizaje.

Esta situación se ve agravada por el hecho de que muchos estudiantes deben recurrir a materiales de estudio tradicionales, como libros, que a menudo son percibidos como anticuados y menos atractivos comparados con experiencias prácticas directas. La falta de acceso oportuno y eficiente a recursos prácticos limita la capacidad de los estudiantes para realizar un aprendizaje profundo y efectivo, afectando su rendimiento académico y su preparación profesional.

Solución

Para resolver el problema de la escasez de recursos físicos para el estudio del cuerpo humano, se propone la creación de un sistema de realidad aumentada (RA). Este sistema utilizará smartphones y tablets para permitir a estudiantes y académicos interactuar con el cuerpo humano sin necesidad de contacto físico directo.

La solución propuesta permitirá a varios usuarios estudiar el cuerpo humano simultáneamente, superando la limitación del acceso a recursos físicos. Además, los usuarios podrán visualizar el cuerpo en detalle y realizar anotaciones precisas sobre las áreas de interés. Esta tecnología no solo optimiza el acceso y el uso de los recursos, sino que también enriquece la experiencia educativa al proporcionar una herramienta de aprendizaje interactiva y moderna.



5. Requisitos del sistema

Requisitos funcionales

Identificador	Descripción
RF1	El sistema debe permitir la lectura de rotulados de la caja torácica y la pelvis del modelo del cuerpo humano impreso para el estudio del usuario.
RF2	El sistema debe permitir visualizar anotaciones en el modelo del cuerpo humano impreso.
RF3	El sistema debe permitir realizar anotaciones en la zona de interés marcadas previamente por el sistema modelo del cuerpo humano impreso.
RF4	El sistema debe permitir que el usuario tenga distintos tipo de interacciones con el modelo del cuerpo humano como zoom, rotación,etc.

Tabla 1:Requisitos funcionales.

Requisitos no funcionales

Requerimiento	Descripción
RNF 1	El sistema debe contar con una interfaz intuitiva y fácil de usar.
RNF2	El sistema debe estar disponible para smartphones y tablets.
RNF 3	Debe proporcionarse una documentación detallada que explique cómo instalar, configurar y utilizar el sistema.
RNF 4	El código y la documentacion de la aplicación debe ser fácil de entender para futuros avances del proyecto.

Tabla 2:Requisitos no funcionales.

6. Planificación del proyecto

6.1. Metodología

El enfoque utilizado en el proyecto se basa en SCRUM, una metodología ágil que facilita la comunicación constante entre el equipo de desarrollo y el cliente. Este enfoque permite la creación de prototipos tempranos, minimizando los riesgos de malentendidos en los requisitos del cliente. La implementación de SCRUM se llevó a cabo mediante reuniones semanales, tanto presenciales como online, en las que se revisaron las tareas completadas y pendientes, se planificaron las actividades para la semana siguiente y se ajustó el proyecto según fuera necesario para asegurar avances continuos.

Scrum framework

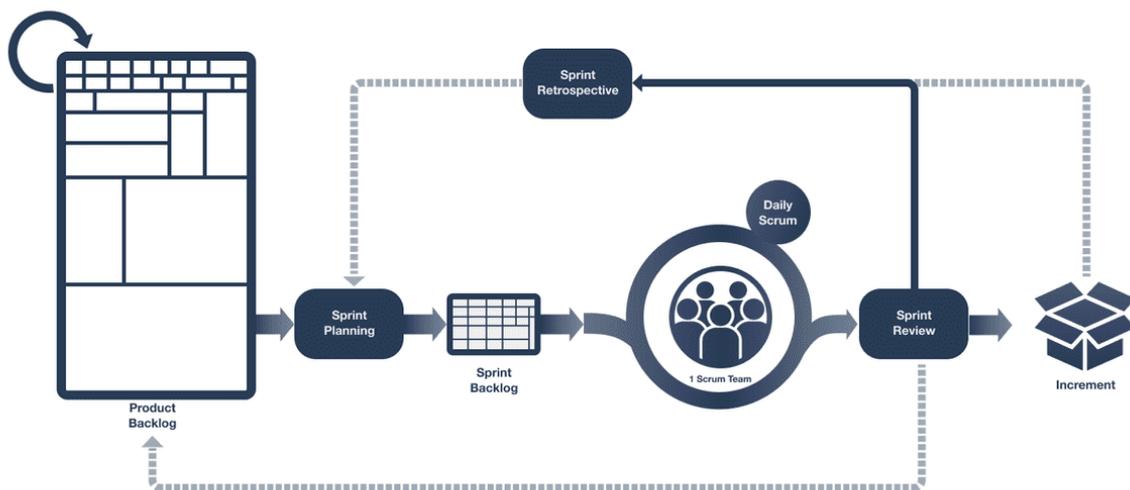


Figura 2:Marco de trabajo Scrum.



6.2. Tecnologías

Nombre	Descripción
Drive	Es una plataforma de almacenamiento en la nube de Google que permite guardar, compartir y colaborar en archivos de manera remota. Es ideal para la gestión y organización de documentos y datos accesibles desde cualquier dispositivo con conexión a internet.
Unity	Es un motor de desarrollo de videojuegos multiplataforma que permite crear tanto juegos 2D como 3D. Unity es popular por su flexibilidad, capacidad de scripting y soporte para realidad virtual (VR) y aumentada (AR).
Reality Capture	Es un software especializado en la fotogrametría y escaneo láser que permite crear modelos 3D realistas a partir de fotos o datos de escaneo. Es utilizado principalmente en arquitectura, cine, juegos y arqueología para crear representaciones detalladas.
Blender	Es una suite gratuita y de código abierto para la creación de gráficos 3D. Incluye herramientas para modelado, animación, renderizado, simulación y edición de video. Blender es ampliamente utilizado en la industria de la animación, efectos visuales, videojuegos y diseño 3D.
Vuforia	Es una plataforma de realidad aumentada (RA) diseñada para crear aplicaciones interactivas y experiencias visuales en dispositivos móviles. Utiliza tecnología de visión por computadora para reconocer y rastrear imágenes, objetos 3D, superficies y espacios en el mundo real, y luego superpone contenido digital, como modelos 3D, animaciones y videos, sobre esos elementos físicos.
Model Target Generator	El Model Target Generator de Vuforia es una herramienta esencial para desarrolladores de realidad aumentada que permite convertir modelos 3D en objetivos virtuales. Al transformar objetos físicos en marcadores rastreables, esta herramienta facilita la creación de experiencias AR más inmersivas y personalizadas.
Model Target Test	La aplicación de prueba de objetivos de modelo se emplea para evaluar de forma exhaustiva el seguimiento y el rendimiento de los objetivos generados en el Model Target Generator. Esta herramienta permite validar la precisión del rastreo, la robustez ante diferentes condiciones de iluminación y movimiento, así como identificar posibles problemas de rendimiento.

Tabla 3: Tecnología.



6.3. Carta Gantt

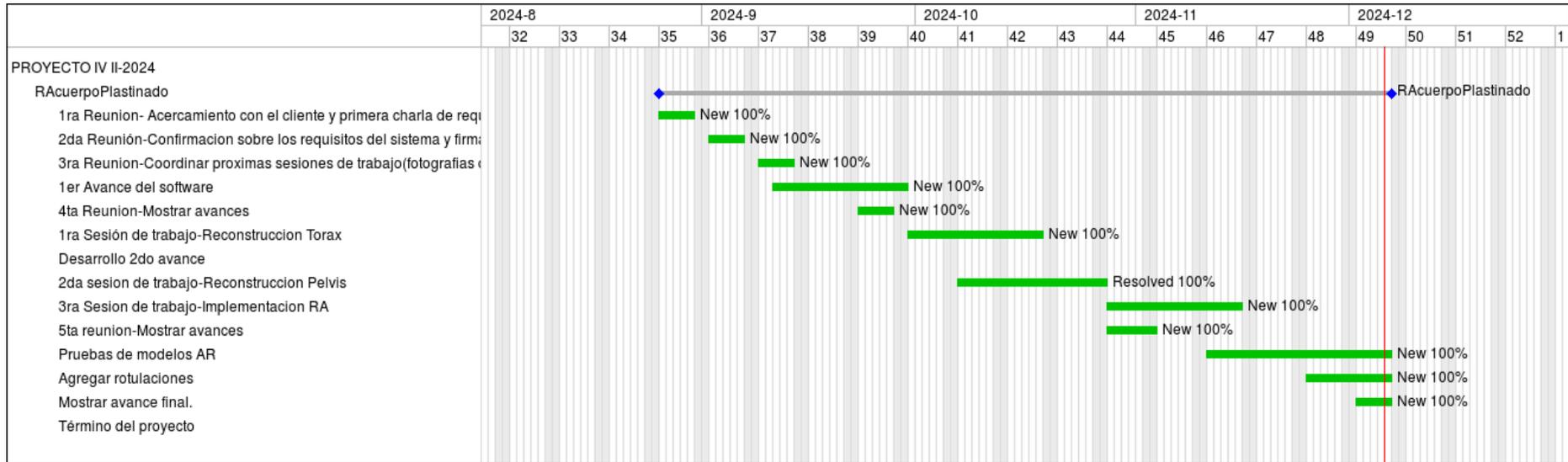


Figura 3:Carta Gantt

7. Diseño del proyecto

7.1. Arquitectura del sistema

Esta arquitectura propuesta se compone principalmente de de 2 capas las cuales serían la de usuario, donde el usuario realiza la interacción con la aplicación donde realizará diversas acciones disponibles por la aplicación, y también cuenta con una capa lógica donde dependiendo de la interacción del usuario se utilizaran distintas funcionalidades para interactuar con el modelo del fantoma humano que posee la aplicación o crear un ambiente de RA donde se detectara superficies para mostrar el modelo y así permitir la interacción.

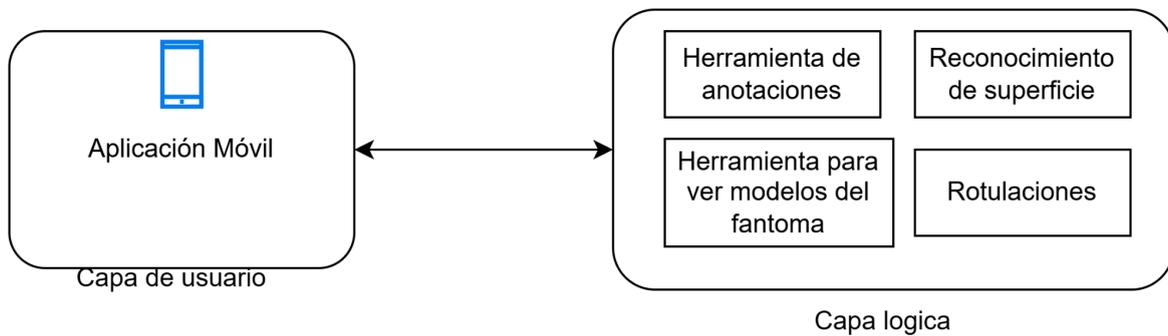


Figura 4:Arquitectura del sistema



7.2. Modelo BPMN del sistema

A continuación se muestra el modelo BPMN el cual ilustra la funcionalidad del sistema, este diagrama hace referencia el uso de la aplicación desde que se abre hasta la toma de apuntes.

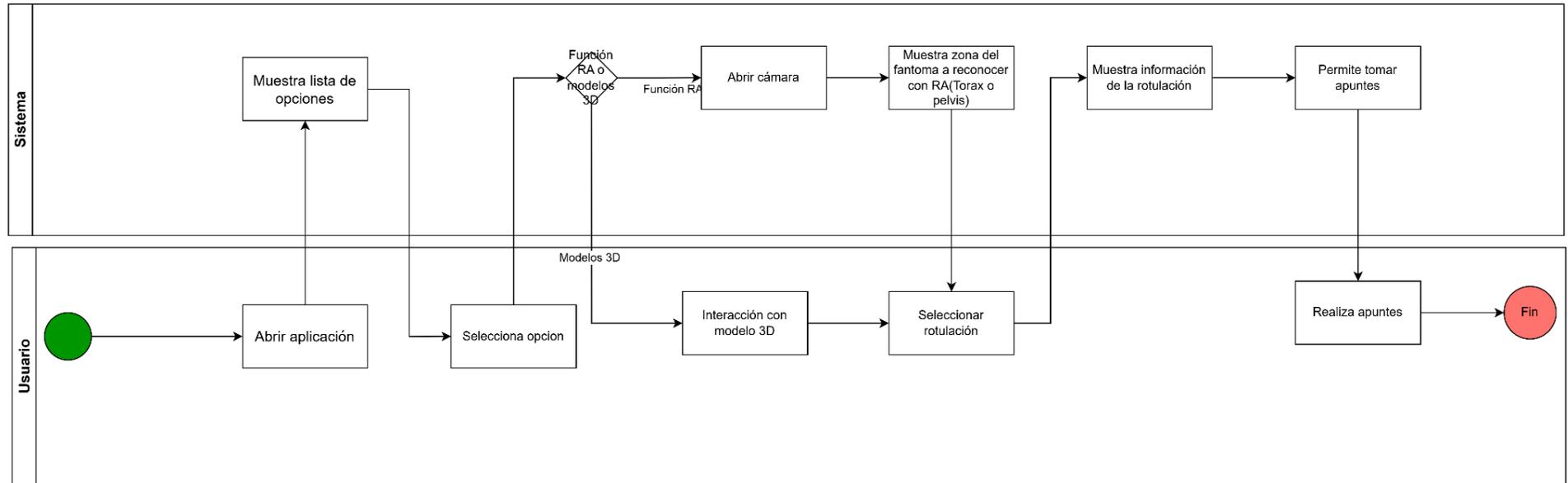


Figura 5: Modelo BPMN del sistema.

7.3. Modelo del contexto

A continuación, se presentan los diagramas de contexto que detallan las interacciones entre los componentes de la aplicación. Estos diagramas visualizan las dos experiencias principales: la exploración de modelos 3D y la interacción en realidad aumentada de la pelvis y tórax humano.

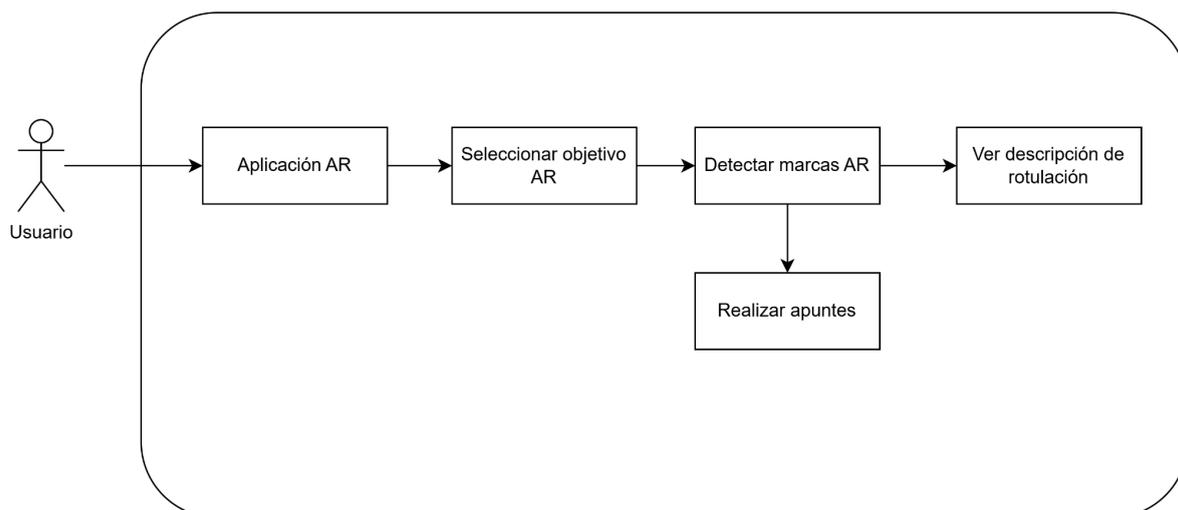


Figura 6: Modelo de contexto interacción AR.

- **Aplicación AR:** Interfaz de la experiencia AR donde será necesario otorgar permisos de cámara para las funciones de AR de la aplicación.
- **Seleccionar objetivo AR:** Se debe seleccionar el objetivo AR para detectar el fantoma humano, para la versión actual se cuenta con pelvis y tórax del cuerpo humano
- **Detectar marcas AR:** Haciendo uso de la cámara se detectara el fantoma humano ya sea por imagen o estando frente al objeto real para de esta manera permitir la interacción con rotulaciones del fantoma seleccionado previamente.
- **Ver descripción de rotulación:** Teniendo en cuenta que ya se seleccionó alguna de las marcas del fantoma detectado se mostrará una descripción de la rotulación seleccionada.
- **Realizar apuntes:** Además de mostrar la descripción también se mostrará un panel para realizar apuntes personales del usuario que esté utilizando la aplicación.

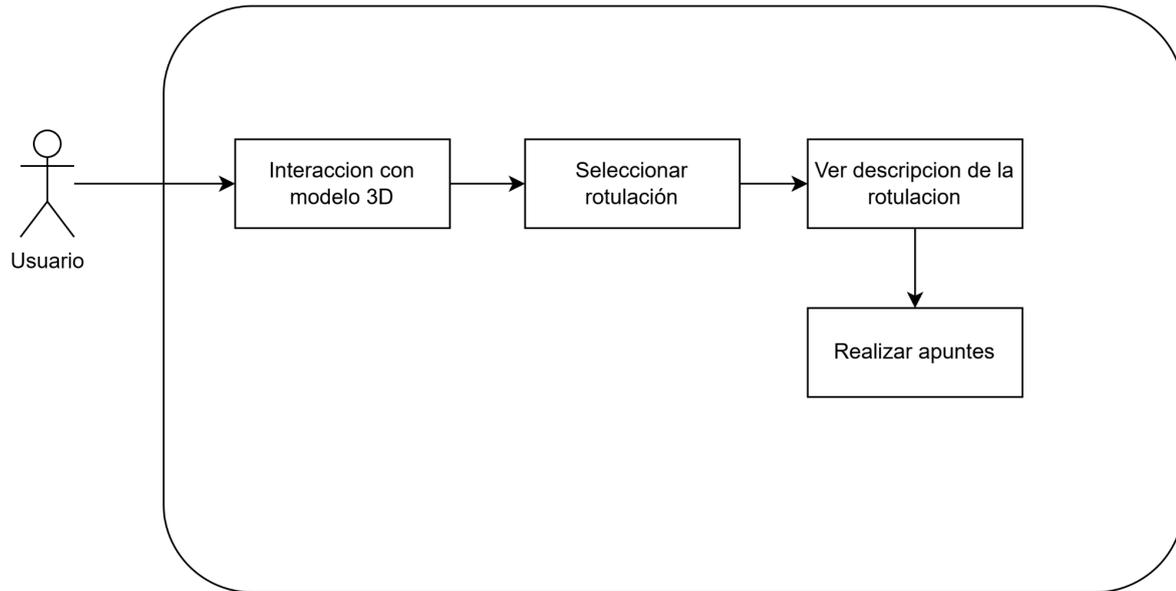


Figura 7: Modelo de contexto interacción con modelo 3D.

- Interacción con modelo 3D: Se permitirá la interacción con el modelo 3D del fantoma humano para así poder interactuar con este, permitiendo que se pueda acercar, alejar, mover, rotar el modelo del fantoma humano.
- Seleccionar rotulación: Se permitirá interactuar con el modelo 3D reconstruido para seleccionar alguno de los puntos de interés y habilitar las funciones posteriores.
- Ver descripción de la rotulación: Teniendo en cuenta que ya se seleccionó alguna de las marcas del fantoma detectado se mostrará una descripción de la rotulación seleccionada.
- Realizar apuntes: Visualización de un panel para realizar apuntes personales sobre la rotulación seleccionada.



7.4. Diagramas de casos de uso

7.4.1. Modelo de caso de uso

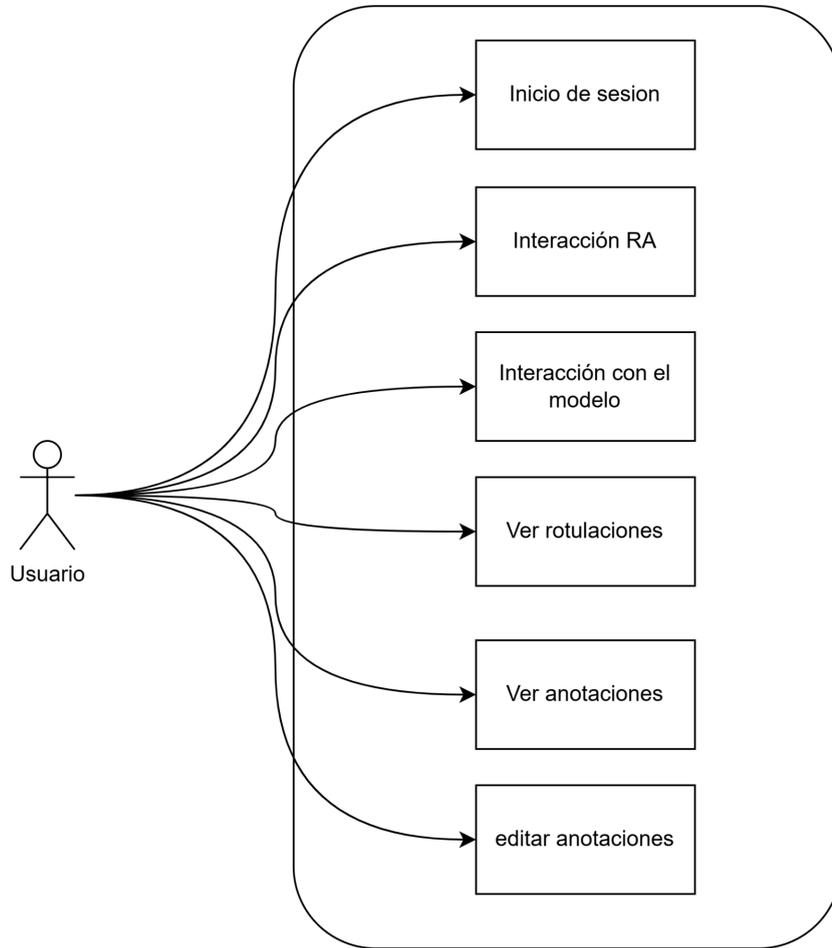


Figura 8: Modelo de casos de uso.



7.4.2. Descripción de caso de uso

Nombre: Inicio de sesión	
Descripción: El usuario ingresa a una sesión registrada en el sistema para hacer uso de la aplicación	
Actores: Usuario	
Precondiciones: <ul style="list-style-type: none">• Tener cuenta registrada en el sistema	
Flujo Normal	
Usuario 1.- El usuario ingresa sus datos de cuenta	Sistema 2.- El sistema busca si los datos registrados son de un usuario registrado 3.-El sistema comprueba que los datos son correctos y da acceso al sistema al usuario
Flujo Alternativo	
Usuario	Sistema 3.1.- El sistema niega el acceso a la aplicación y notifica que tipo de problema ha ocurrido.
Postcondiciones: El usuario tiene acceso a la aplicación	

Tabla 4: C.U. Inicio de sesión.



Nombre: Interacción RA	
Descripción: El usuario observa mediante la cámara una imagen del fantoma humano para tener una experiencia RA	
Actores: Usuario	
Precondiciones: <ul style="list-style-type: none">● Inicio de sesión.	
Flujo Normal	
Usuario 1.- El usuario enfoca el fantoma humano con la cámara.	Sistema 2.- El sistema detecta el fantoma humano y muestra las opciones de interacción.
Flujo Alternativo	
Usuario	Sistema
Postcondiciones: El usuario puede interactuar con funcionalidades con en fantoma humano detectado.	

Tabla 5: C.U. Interacción RA.



Nombre: Interacción con el modelo	
Descripción: El usuario puede interactuar con un modelo 3D del fantoma humano	
Actores: Usuario	
Precondiciones: <ul style="list-style-type: none">● Inicio de sesión.	
Flujo Normal	
Usuario 1.- El usuario realiza interacción con el modelo 3D del fantoma humano.	Sistema 2.- El sistema muestra funcionalidades para complementar la interacción con el modelo.
Flujo Alternativo	
Usuario	Sistema
Postcondiciones: El usuario puede interactuar con funcionalidades con en el modelo del fantoma humano.	

Tabla 6: C.U. Interacción con el modelo.



Nombre: Ver rotulaciones	
Descripción: El usuario podrá ver las rotulaciones que posee la aplicación sobre el fantasma humano.	
Actores: Usuario	
Precondiciones: Interacción RA o Interacción con el modelo.	
Flujo Normal	
Usuario 2.- El usuario selecciona una rotulación de interés para ver la descripción.	Sistema 1.- El sistema mostrará las distintas rotulaciones sobre el fantasma humano. 3.-El sistema muestra descripción de la rotulación seleccionada y permite ver o realizar/editar anotaciones.
Flujo Alternativo	
Usuario	Sistema
Postcondiciones: El usuario podrá ver o realizar/editar anotaciones.	

Tabla 7: C.U. Ver rotulaciones.



Nombre: Ver anotaciones	
Descripción: El usuario puede ver anotaciones realizadas previamente.	
Actores: Usuario	
Precondiciones: <ul style="list-style-type: none">• Ver rotulaciones.	
Flujo Normal	
Usuario 2.- El usuario visualiza la anotación de la rotulación seleccionada.	Sistema 1.- El sistema muestra las anotaciones que existen en el sistema.
Flujo Alternativo	
Usuario	Sistema
Postcondiciones: El usuario puede ver la anotación de la rotulación seleccionada.	

Tabla 8: C.U. Ver anotaciones.



Nombre: Editar anotaciones	
Descripción: El usuario tiene la opción de modificar el contenido de la anotación de la etiqueta seleccionada.	
Actores: Usuario	
Precondiciones: <ul style="list-style-type: none">• Ver la rotulación.	
Flujo Normal	
Usuario 1.- El usuario edita el contenido de la rotulación. 2.- El usuario guarda los cambios realizados 4.- El usuario confirma los cambios realizados.	Sistema 3.- El sistema pide confirmación para almacenar los cambios de la anotación. 5.- El sistema notifica con éxito los cambios realizados en la anotación.
Flujo Alternativo	
Usuario 4.1.- El usuario rechaza los cambios realizados en la anotación.	Sistema 5.1.- El sistema anula los cambios realizados en la anotación.
Postcondiciones: El sistema actualiza los datos que contiene la anotación respecto a la rotulación seleccionada.	

Tabla 9: C.U. Editar anotaciones.

8. Prototipos

En la siguiente imagen se muestra un prototipo de las primeras etapas de la aplicación, donde se puede apreciar la parte superior del fantoma humano y de forma general la información que posee del fantoma, además permite realizar anotaciones sobre este.

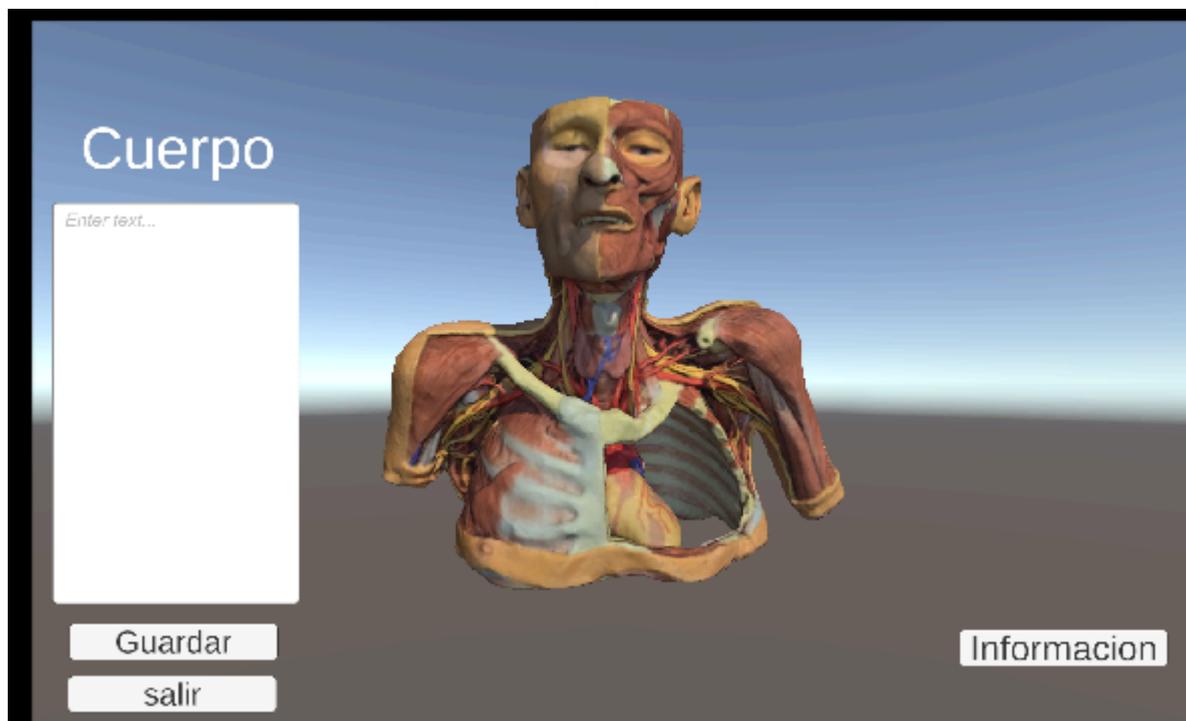


Figura 9: Primer prototipo de del software-Modelo del tórax

En el avance del proyecto, se han completado nuevas sesiones de fotografía del fantoma humano, enfocadas en las áreas del tórax y la pelvis, con el objetivo de optimizar el proceso de reconstrucción para su futura implementación en el sistema. En el caso del tórax, se ha creado un modelo actualizado que permite obtener una mayor calidad en los detalles, mejorando así la experiencia educativa para los estudiantes y académicos que utilizarán el software. A continuación, se presentan visualizaciones del software con los modelos del tórax y la pelvis del fantoma humano.

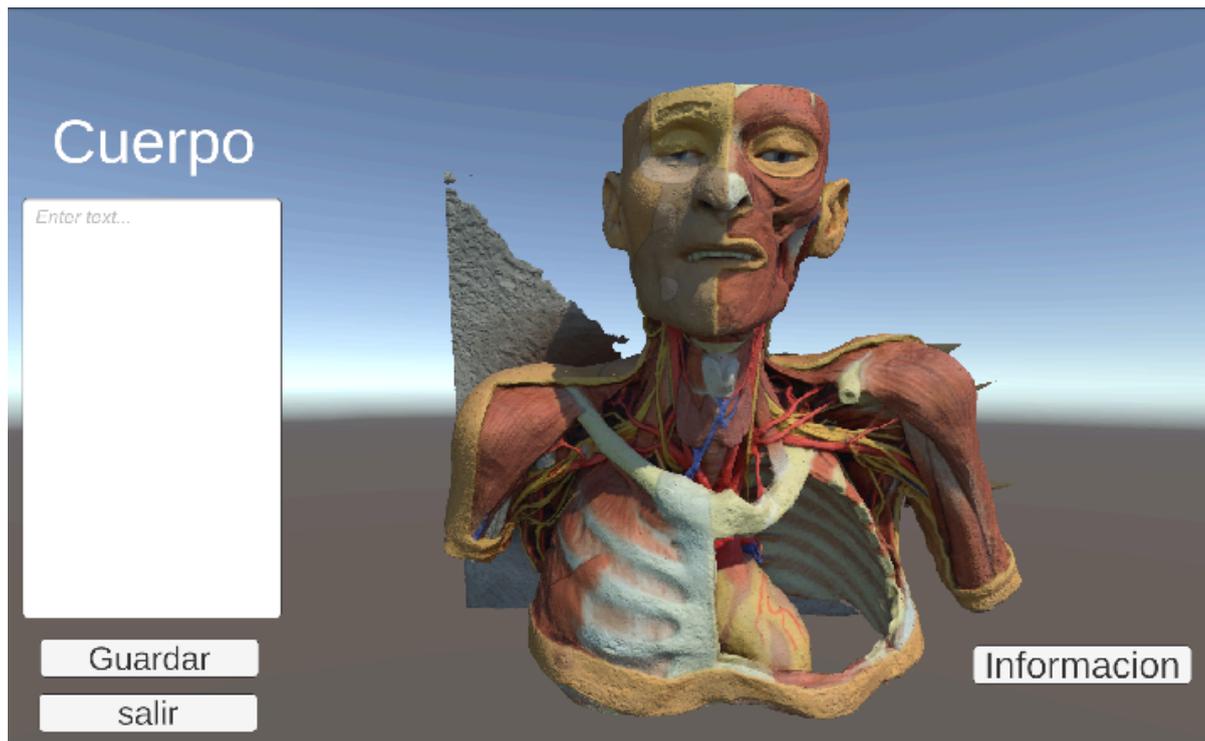


Figura 10:Prototipo reconstruido con "Reality Capture"-Modelo del tórax

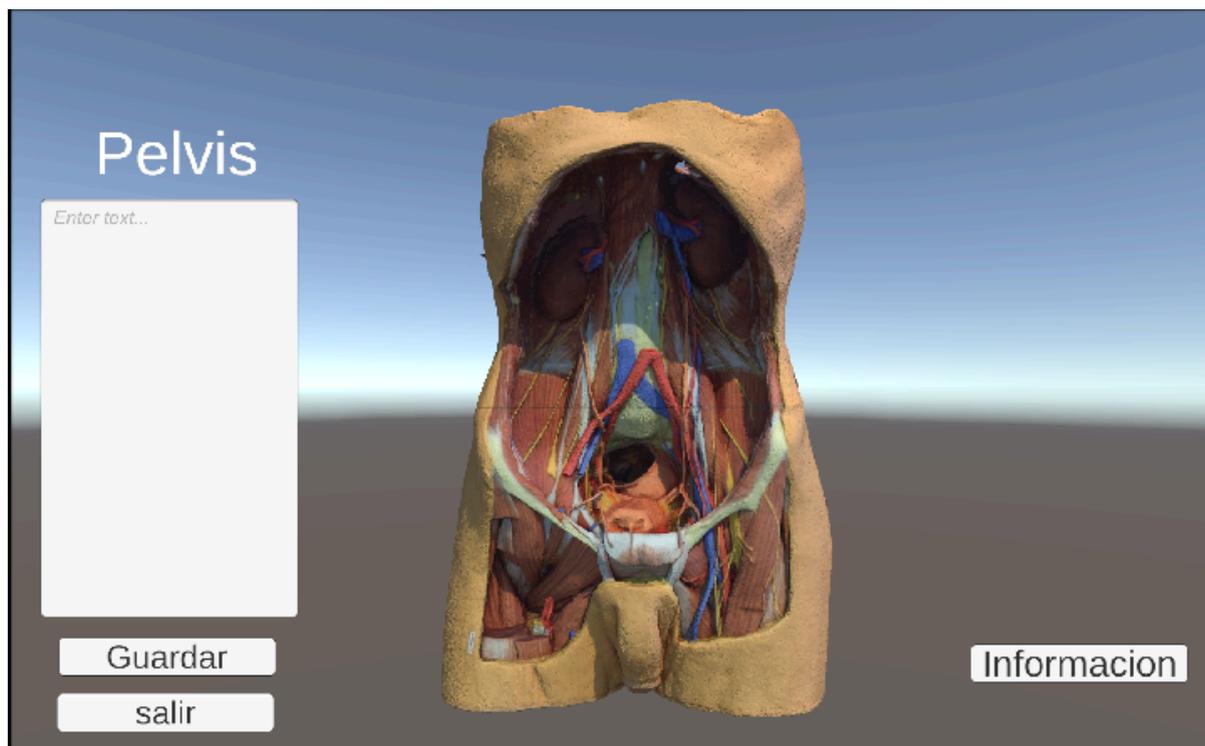


Figura 11:Prototipo reconstruidos con "Reality Capture"-Modelo Pelvis



9. Fases de entrenamiento para AR.

Para entrenar los modelos de reconocimiento del fantoma humano, tanto a partir de imágenes como del objeto real, se utilizó el 'Model Target Generator'. Esta herramienta permitió procesar modelos 3D reconstruidos y generar modelos de entrenamiento capaces de identificar el objeto en un entorno real. Debido a la alta complejidad de los modelos 3D originales, se realizaron ajustes para optimizar el proceso de entrenamiento. A continuación se presenta un diagrama que detalla esta etapa.

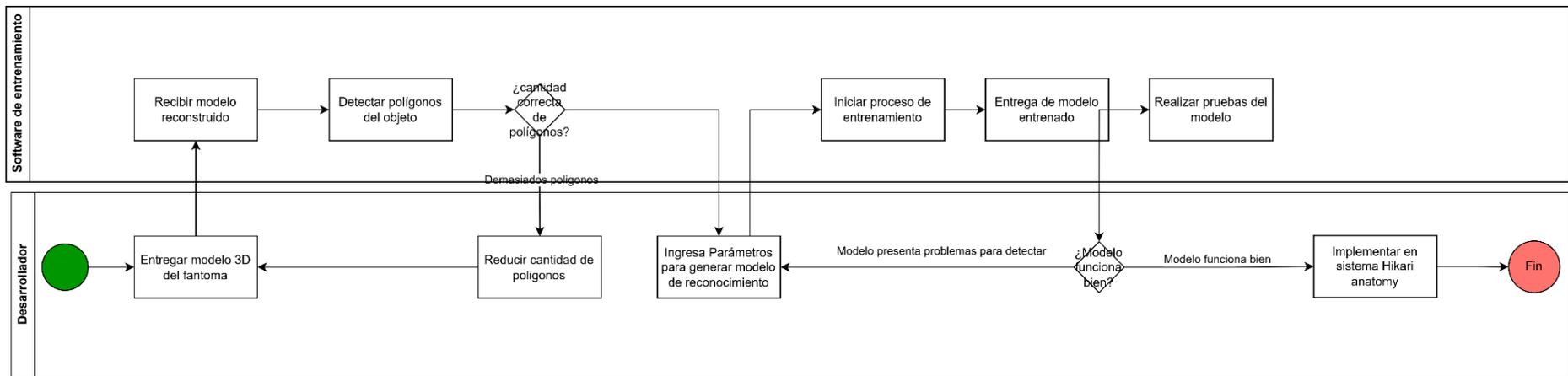


Figura 12: Modelo BPMN de la fase de entrenamiento AR:

10. Implementación.

Considerando que este proyecto consiste en realizar una aplicación para dispositivos Android se realizará una entrega del instalador para estos dispositivos(APK), requisitos básicos para el Android son:

- Sistema operativo: Android 8 o superior.
- Espacio de memoria: 800MB.

A continuación se mostrarán imágenes de la interfaz del usuario para poder interactuar con la aplicación.

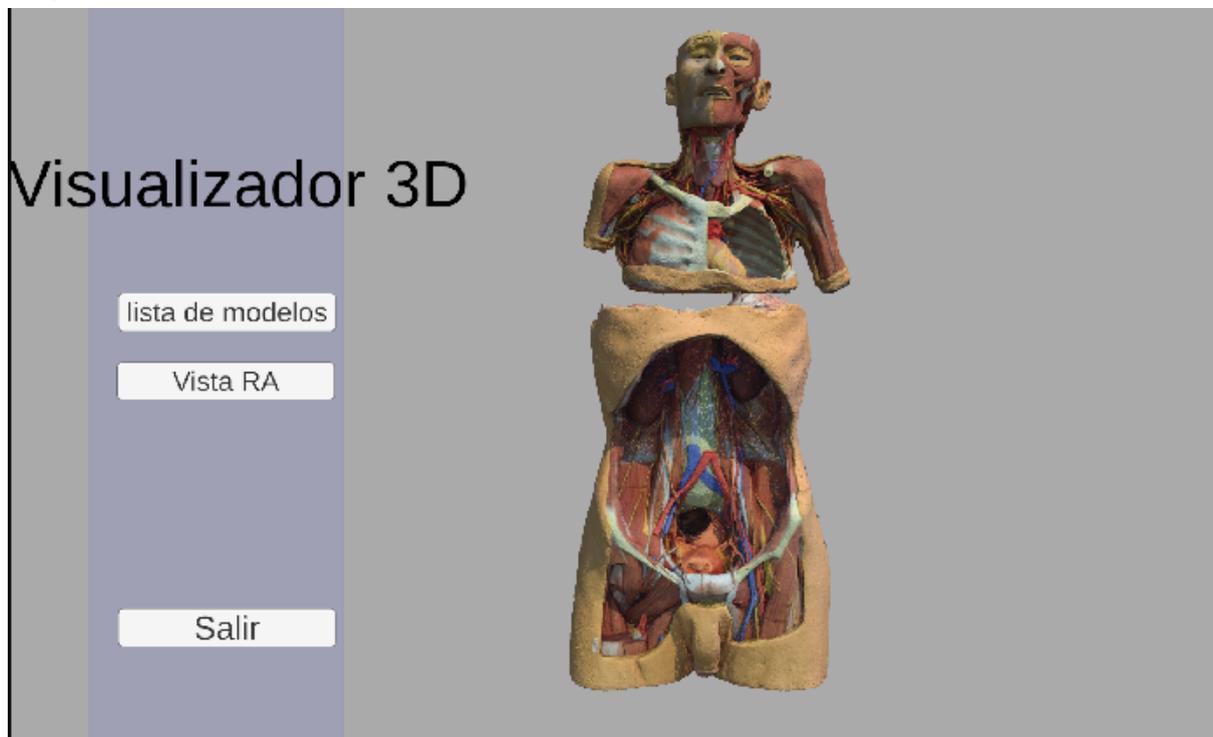


Figura 13: Vista de la interfaz de inicio.

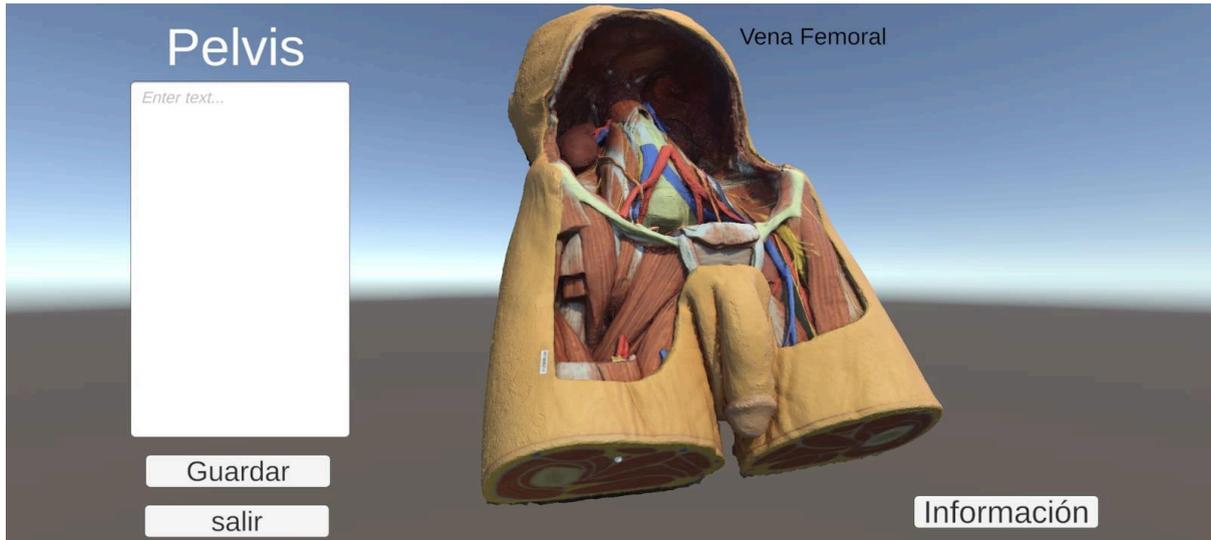


Figura 14: Vista del modelo 3D reconstruido y la interacción con la vena femoral.



Figura 15: Interfaz haciendo uso de la cámara y se debe elegir la sección del fantasma a reconocer(tórax o pelvis).



Figura 16: Vista AR donde se visualiza la detección del tórax y se visualiza un cubo demostrando detección.

A modo de demostración se agregó el cubo para demostrar que sí reconoce el tórax en este caso.



Figura 17: Vista AR donde se visualiza la detección de la pelvis.

Como se puede apreciar se logra identificar el objeto con los puntos, en este caso se muestra que se seleccionó el “Músculo aductor mayor”.



11. Conclusiones.

La creación de la aplicación HikariAnatomy representa una innovación significativa en la formación de profesionales en el campo de la medicina, especialmente en el estudio de la anatomía humana. Esta aplicación rompe con las limitaciones de la interacción física y los métodos tradicionales de estudio, como los libros, que hoy en día resultan menos atractivos para las nuevas generaciones.

En la primera fase del proyecto, se completó con éxito la recopilación de los requisitos del cliente y se desarrolló un prototipo funcional que refleja la visión de la aplicación final. Además, ya se ha iniciado la planificación de las siguientes etapas, que incluyen la reconstrucción detallada de un fantoma humano mediante herramientas avanzadas que generarán modelos de alta calidad. Esto proporcionará una experiencia de aprendizaje más atractiva y motivadora para los profesionales del ámbito médico.

Durante el desarrollo del segundo avance del proyecto se logró avanzar exitosamente con la reconstrucción de los modelos y obtener buenas capturas del fantoma humano que posee del departamento de medicina, tanto del tórax como la pelvis, logrando así obtener un modelo con una alta calidad en los detalles para mejorar la experiencia de los usuarios, por otra parte también se avanzó con la investigación sobre la herramienta que se utilizara la cual será "Vuforia" la cual si bien posee limitaciones es una herramienta práctica.

En esta etapa final del proyecto, se ha logrado con éxito que el software reconozca de manera precisa tanto la pelvis como el tórax humano. Asimismo, se han integrado numerosas rotulaciones anatómicas, lo que enriquece la experiencia de aprendizaje. No obstante, alcanzar una detección óptima del fantoma requirió un extenso proceso de pruebas, lo cual consumió una parte significativa del tiempo. Una vez perfeccionado el modelo de detección, el desarrollo avanzó de manera más ágil y eficiente.

De cara a futuros desarrollos, se han identificado varias áreas susceptibles a futuros avances:

- Interfaz Gráfica: La dedicación al desarrollo de las funcionalidades de realidad aumentada y reconstrucción detallada restó atención a la interfaz gráfica, que podría mejorarse significativamente para ofrecer una experiencia más intuitiva y atractiva al usuario.
- Optimización del Uso de Memoria: El sistema ocupa aproximadamente 800 MB debido a la cantidad de modelos de entrenamiento almacenados internamente. Es recomendable implementar un proceso de limpieza y gestión de archivos para reducir el consumo de memoria y optimizar el rendimiento.
- Funciones Adicionales: Se sugiere añadir la posibilidad de exportar los modelos anatómicos reconstruidos. Esto permitiría a estudiantes y académicos imprimir las representaciones del tórax y la pelvis, ampliando así las aplicaciones prácticas de la herramienta en entornos educativos y de investigación.



12. Referencias

1. RealityCapture - 3D Models from Photos and/or Laser Scans. (s.f.). RealityCapture - 3D Models from Photos and/or Laser Scans. <https://www.capturingreality.com/>
2. Plataforma de desarrollo en tiempo real de Unity | Motor de 3D, 2D, VR y AR. (s.f.). Unity. <https://unity.com/es>
3. Vuforia . (s.f.). Engine Developer Portal. <https://developer.vuforia.com/home>
4. Fabian Bugueños Duvan Fuentes Araceli Leon. (s.f.). SPIPBS-1. <https://elearn.uta.cl/>.
5. Scarlet Gavia Angelo Coriza David Orellana. (s.f.). OSEUM 3D. <https://elearn.uta.cl/>.