



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Título: Simulador de realidad virtual aplicado a la radiología

Estudiante: Florencia Agustina Maragliano

Título por obtener: Licenciada en Producción de Bioimágenes

Carrera: Licenciatura en Producción de Bioimágenes

Fecha: mayo 2023

SIMULADOR DE REALIDAD VIRTUAL APLICADO A LA RADIOLOGÍA

RESUMEN

Las nuevas tecnologías de la información, traen consigo la innovación de nuevas estrategias para la educación. Se vive en una era tecnológica que permea todos los ámbitos en los que los seres humanos se desenvuelven. En el ámbito de la educación la tecnología también ha incursionado notablemente, proporcionando, sobre todo, nuevas herramientas para la enseñanza y el aprendizaje.

El presente proyecto quiere ofrecer una herramienta más, destinada a los estudiantes de la carrera de bioimágenes, el cual consiste en desarrollar un simulador que facilite el proceso de enseñanza-aprendizaje en la especialidad de radiología.

El trabajo fue desarrollado con la metodología Mobile-D, perteneciente a lo que es metodologías móviles de desarrollo, en lo referente a herramientas se utilizó Unity 3D, SDK CardBoard, Android Studio y para lograr la realidad virtual inmersiva se usó el dispositivo VR Box.

Palabras claves: Realidad virtual, simulador, radiología

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
ÍNDICE	4
Lista de tablas e ilustraciones.....	5
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. PROBLEMA DEL PROYECTO	8
1.2. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	8
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
1.3. HIPÓTESIS.....	9
1.3.1. OPERALIZACIÓN DE VARIABLES	9
1.4. JUSTIFICACIÓN	10
1.4.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	10
1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	10
1.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	10
1.6. FUNDAMENTACIÓN	10
1.7. ALCANCE.....	11
1.8. BENEFICIARIOS.....	11
1.9. PRODUCTOS.....	11
1.10. LOCALIZACIÓN FÍSICA Y COBERTURA ESPACIAL	12
2. MARCO TEORICO	13
2.1. Realidad virtual	13
2.2. Componentes de los lentes de realidad virtual	14
2.3. Estimulación del aprendizaje: Motivación	15
2.4. Incorporación de la realidad virtual a la educación como un recurso de motivación al aprendizaje.....	16
3. DISEÑO DEL SIMULADOR	17

3.1.	Desarrollo del simulador	17
3.2.	Orden médica.....	20
3.3.	Elección de insumos	20
3.4.	Posición del paciente	21
3.5.	Comprobación y puntuación.....	23
3.6.	Especificación de requerimientos.....	24
3.7.	FASE DE DISEÑO	25
3.7.1.	Modelado conceptual	25
3.7.2.	Escenario.....	26
3.7.3.	Objetos 3D	26
3.7.4.	Modelado de navegación	27
3.7.5.	Diagramas de navegación de misiones	29
3.8.	FASE DE DESARROLLO	29
3.8.1.	Producción de recursos artísticos.....	29
4.	CONCLUSIONES	30
	BIBLIOGRAFÍA.....	31

Lista de tablas e ilustraciones

Tablas

Tabla 1:	Operalización de variable dependiente Fuente: Elaboración propia	9
Tabla 2:	Operalización de variable independiente	9
Tabla 3:	Distribución de las misiones por niveles	19
Tabla 4:	Requerimientos	25

Ilustraciones

Ilustración 1: Samsung Gear VR.....	13
Ilustración 2: Google Cardboard	13
Ilustración 3: Componentes de los lentes de realidad virtual.....	15
Ilustración 4: Orden médica	20
Ilustración 5: Selección de equipo.....	21
Ilustración 6: Tamaño de chasis	21
Ilustración 7: Posición del paciente y angulación del rayo incidente.....	22
Ilustración 8: Posición del paciente desde la vista superior	22
Ilustración 9: Corrección y puntuación	23
Ilustración 10: Corrección de la técnica	23
Ilustración 11: Sala de radiología.....	26
Ilustración 12: Potter Bucky.....	26
Ilustración 13: Mesa radiológica	27
Ilustración 14: Tubo de Rayos X.....	27
Ilustración 15: Paciente	27
Ilustración 16: Menú principal	28
Ilustración 17: Selección de niveles	28

1. INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías en la actualidad se han convertido en una herramienta de gran importancia para el ser humano, siendo útil para diversas actividades cotidianas, desde el entretenimiento hasta las actividades laborales.

Una de las herramientas que se está utilizando en el ámbito educativo en distintas áreas curriculares es la Realidad Virtual (RV). Definida como una tecnología a que permite crear ambientes tridimensionales en los que es posible interactuar con cualquier objeto a través de múltiples canales sensoriales¹.

Es importante considerar los tres pilares que sustentan la realidad virtual: realismo, implicación e interactividad. Dichos pilares ayudarán en este trabajo, en la medida en que conducen al principal objetivo de la realidad virtual: la inmersión.

La experiencia de la realidad virtual implica insertar al alumno en un escenario muy cercano al real. De acuerdo con Sherman y Craig (2002), dicha inserción puede resultar atractiva, ya que el usuario puede interactuar con el objeto virtual.

En este caso, con esta tecnología se evitan riesgos que se presentan en los entrenamientos reales, tales como mala técnica o demoras en la práctica que puedan irradiar al paciente de más.

El presente trabajo propone desarrollar una aplicación donde se sitúe al estudiante dentro de la sala de radiología con la ayuda de realidad virtual, que puedan colaborar en la enseñanza y aprendizaje de la carrera de manera que esta sea interactiva e intuitiva para los estudiantes de la Universidad Abierta Interamericana en un ambiente entretenido donde pueden participar en su propio aprendizaje en un escenario tecnológico con el fin de lograr motivación e interés en su aprendizaje.

¹ Los canales sensoriales son los medios por el cual captamos el mundo exterior e interior. Cuando hablamos de los canales sensoriales nos estamos refiriendo a nuestros sentidos.

1.1. PROBLEMA DEL PROYECTO

El estudiante al momento de realizar las practicas en los efectores de salud y tener que ejecutar las técnicas radiológicas sobre el paciente se siente inseguro y con poca confianza, ya que sólo tiene el conocimiento de forma teórica.

Con el diseño de este simulador se pretende fortalecer la confianza y seguridad en el estudiante minimizando los errores en la práctica radiológica. Con base en lo anterior, surge la siguiente pregunta problema:

¿Cómo se puede diseñar un simulador de realidad virtual que apoye y motive al aprendizaje de las técnicas radiológicas en estudiantes de la Universidad Abierta Interamericana de la ciudad de Rosario?

1.2. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un simulador de realidad virtual radiológica para la Universidad Abierta Interamericana de la ciudad de Rosario que permita al estudiante poder realizar técnicas.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Generar un material que sirva de apoyo a los estudiantes de la carrera de Bioimágenes y poder incorporar habilidades técnicas en radiología.
- Diseñar de un simulador de realidad virtual de bajo costo, fácil de usar y de aplicar.
- Aplicar la realidad virtual como un recurso educativo.

1.3. HIPÓTESIS

El desarrollo de los escenarios virtuales incorporando y haciendo uso de la galería de imágenes en 3D y la actividad de evaluación para la aplicación móvil de realidad virtual inmersiva con CardBoard, motivara el aprendizaje sobre las técnicas radiológicas en estudiantes de la Universidad Abierta Interamericana.

1.3.1. OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Motivar el aprendizaje
Tipo de variable	Dependiente
Operacionalización	Motivar el interés que tiene el alumno por su propio aprendizaje o por las actividades que le conducen a él. El interés se puede adquirir, mantener o aumentar en función de estimular y orientar el interés del estudiante hacia el trabajo académico.
Categorización	Recurso técnico o tecnológico
Indicador	Grado de satisfacción de los estudiantes
Nivel de medición	Eficiencia
Unidad de medida	Muy Buena, Bueno, Regular, Malo
Índice	Aprendizaje sobre las técnicas radiológicas
Valor	Participación estudiantil

Tabla 1: Operalización de variable dependiente

Fuente: Elaboración propia

Variable	Simulador de realidad virtual con CardBoard
Tipo de variable	Independiente
Operacionalización	El uso del simulador de realidad virtual con el uso de los escenarios virtuales, galería de imágenes en 3D posibilitara al estudiante ver inmersivamente a través del CardBoard y aprender dinámicamente las técnicas radiológicas.
Categorización	Recurso técnico o tecnológico
Indicador	Grado de satisfacción de los estudiantes
Nivel de medición	Eficiencia
Unidad de medida	Muy satisfecho, Bueno, Regular, Malo
Índice	Usabilidad
Valor	Participación estudiantil

Tabla 2: Operalización de variable independiente

Fuente: Elaboración propia

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

El realizar el simulador de realidad virtual implica un mayor costo por los dispositivos utilizados como son las gafas Oculus de Google que cuestan alrededor de \$350.000, sin embargo, con el proyecto Cardboard que son gafas de cartón a bajo costo de \$800 a \$1.200 y que en la página oficial indica como uno mismo puede realizarla. El uso del dispositivo móvil es indispensable para hacer uso de la aplicación a desarrollar, un celular de gama media que tiene un costo de alrededor \$90.000 en el cual se puede correr el simulador sin ninguna dificultad.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El proyecto se justifica socialmente por ser una herramienta de apoyo a la enseñanza que contribuirá a mejorar el aprendizaje para la sociedad estudiantil, los que se beneficiaran son estudiantes y profesores de la Universidad Abierta Interamericana, con los escenarios virtuales y actividades innovadoras para el uso en la educación.

1.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se busca por medio de la realidad virtual diseñar un simulador aplicado a la radiología, donde estudiantes que se encuentren en formación y sin posibilidad de realizar las prácticas en efectores, puedan utilizarlo como un recurso educativo.

1.6. FUNDAMENTACIÓN

En la actualidad no se encuentra en el mercado un simulador de realidad virtual aplicado exclusivamente a la radiología.

Con esta tecnología se pretende que el estudiante pueda adquirir los conocimientos necesarios y adentrarse en un mundo virtual lo mas real posible al campo laboral.

Este simulador va a permitir que el alumno sea capaz de interpretar la orden médica, elegir el chasis indicado, posicionar al paciente, utilizar los valores correctos de

radiación y luego poder observar mediante una imagen, si su desempeño en la actividad fue acertado.

1.7. ALCANCE

Este proyecto tiene como metas desarrollar habilidades de aprendizaje mediante un software educativo utilizando realidad virtual, promoviendo el desarrollo de competencias básicas de estudiantes de la carrera de bioimágenes. En el transcurso de 12 meses. Además, se espera que este sea el primer paso para introducir la realidad virtual como una herramienta de enseñanza en la institución.

1.8. BENEFICIARIOS

Este trabajo se desarrolló para estudiantes de la carrera de bioimágenes que se encuentren en formación y todavía no pudieron acceder a la realización de prácticas de radiología en instituciones.

1.9. PRODUCTOS

El uso de un software para la simulación clínica compone un método efectivo para lograr el desarrollo de las competencias no técnicas estudiadas. Los resultados indican que el estudiante adquiere las habilidades independientemente de haber realizado previamente o no prácticas hospitalarias. Por tanto, se puede afirmar, que el uso de la simulación facilita la adquisición de estas habilidades.

Este software estará disponible para dispositivos móviles mediante la utilización de una gafa de realidad virtual, con la cual permitirá que el estudiante logre adentrarse a una simulación en campo práctico.

1.10. LOCALIZACIÓN FÍSICA Y COBERTURA ESPACIAL

Este trabajo se desarrolló para estudiantes que se encuentren en formación de la Universidad Abierta Interamericana de la carrera de bioimágenes, de la ciudad de Rosario.

2. MARCO TEORICO

2.1. Realidad virtual

El concepto de realidad virtual no se lo puede consensuar en una única definición (Weltman, 2007), se afirma que la RV presenta la simulación de mundos virtuales tridimensionales recreados por ordenador en los que los usuarios pueden interactuar en tiempo real haciendo uso de dispositivos electrónicos diseñados exclusivamente para ello². La realidad Virtual Inmersiva (RVI), concretamente, es la que permite a un individuo sumergirse y proyectar movimientos reales en esos escenarios multidimensionales generados a través de sistemas informáticos mediante visores o gafas y otros dispositivos que capturan la posición y rotación del cuerpo (Miguélez-Juan, 2018). Algunas de las gafas que se pueden encontrar en el mercado son las Oculus Rift, VR Box. Sin embargo, las alternativas más asequibles para utilizar en el aula son las Samsung Gear VR o las Google Cardboard, que se pueden observar en la ilustración 1 y 2 respectivamente.



Ilustración 1: Samsung Gear VR Ilustración 2: Google Cardboard

A partir de la definición anterior, podemos especificar las necesidades o requisitos que debe satisfacer una instalación de Realidad Virtual, debe cumplir ciertas condiciones, entre las que destacan las siguientes:

² Según el diccionario de la Real Academia Española, la palabra Simular, proviene del latín: *simulare*, y significa “representar algo, fingiendo o imitando lo que no es” (Real Academia, 2015).

- **Simulación:** Capacidad para representar un sistema con suficiente parecido a la realidad, para convencer al usuario de que constituye una situación paralela a aquella. Este entorno estará regido por una serie de reglas, no necesariamente iguales a las del mundo real.
- **Interacción:** Tener control del sistema creado para que las acciones del usuario produzcan cambios en el mundo artificial. Para lograr esta interacción existen diversos interfaces hombre-máquina, que van desde los más sencillos como teclado y ratón hasta otros más avanzados como guantes o trajes sensoriales.
- **Percepción:** Es el factor más importante de todos. Actualmente los sistemas de Realidad Virtual se dirigen principalmente a los sentidos (vista, oído, tacto) mediante elementos externos (cascos de visualización HMD, guantes de datos).

2.2. Componentes de los lentes de realidad virtual

Los lentes de realidad virtual funcionan con un sistema óptico formado por varios componentes, como se observa en la ilustración 3. De estos componentes los más importantes son unas lentes y una pantalla dividida en dos partes.

Este sistema óptico consigue que cada lado de la pantalla dividida proyecte una imagen distinta en cada uno de nuestros ojos. Con esto se pretende obtener una buena percepción de profundidad o visión en tres dimensiones. Dependiendo de la calidad de las gafas de realidad virtual y la resolución de sus pantallas, se conseguirá con sus sistemas, un mejor efecto tridimensional y un mayor realismo.

Además, las gafas de realidad virtual pueden llevar incorporados sensores para saber dónde dirigimos la mirada, sonido envolvente u otros componentes para mejorar la experiencia.

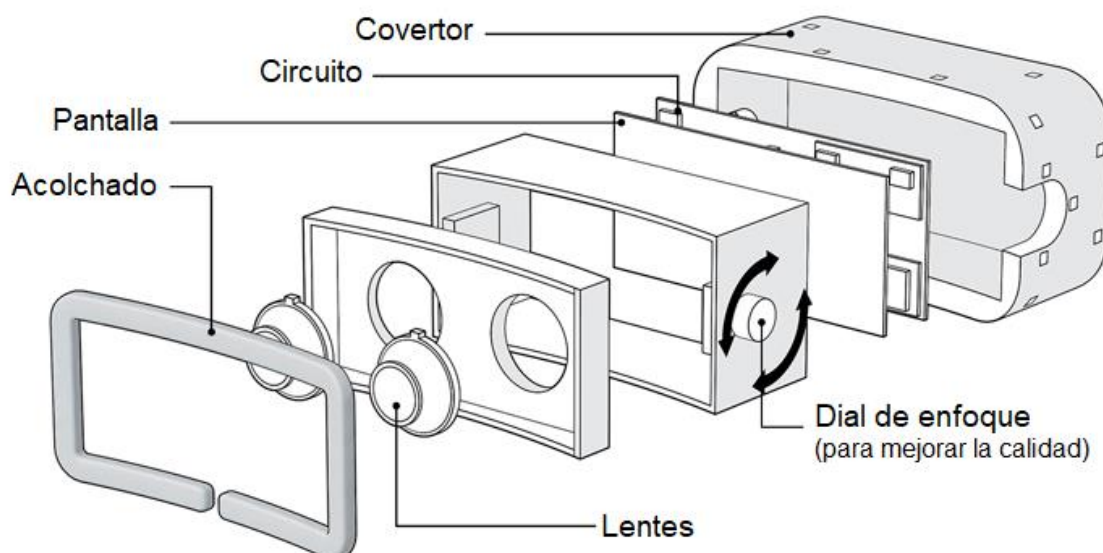


Ilustración 3: Componentes de los lentes de realidad virtual

2.3. Estimulación del aprendizaje: Motivación

Al momento en que los alumnos son capaces de comprender sus abstracciones, utilizan las imágenes y los símbolos como un apoyo en la resolución de las situaciones existentes. Además, los conceptos le permiten tener una visión más amplia de una situación contigua hasta alcanzar una perspectiva de la experiencia más profunda, lo cual contribuye a comprender, recordar y aplicar los conocimientos adquiridos con mayor facilidad, provocando la posibilidad de despertar un interés real respecto a los nuevos aprendizajes. La motivación en el aprendizaje es primordial, siendo el aula el lugar en el cual se debe generar dicho interés por aprender (Gaubeca, 2008).

Para ello hay que apoyarse en los intereses de los alumnos y conectarlos con los objetivos del aprendizaje o con la misma actividad. Hay muchos profesores que tienden a buscar técnicas interesantes para ellos pero que no provocan ninguna motivación en los alumnos. Los estudiantes no se motivan por igual, por lo que es importante buscar y realizar actividades motivadoras que impliquen mayor participación del alumno (Martínez & Salanova, 2010).

2.4. Incorporación de la realidad virtual a la educación como un recurso de motivación al aprendizaje

La incorporación de la realidad virtual supondrá un salto cualitativo muy importante en el aprendizaje de disciplinas o áreas de conocimiento, especialmente en aquellas en las que resulta difícil visualizar los procesos estudiados. La utilización de modelos virtuales permite obtener un sentido del espacio 3D del que carece cualquier otro sistema de representación gráfica. Además, se trata de una tecnología bastante intuitiva en cuanto a su uso y que consigue facilitar la explicación de conceptos complejos o abstractos (Vera Ocete, 2003).

En la tecnología de Realidad Virtual se basan numerosas aplicaciones que emplean la teoría de que un conocimiento se retiene mucho mejor cuando se experimenta directamente que cuando simplemente se ve o escucha. La base de esta teoría es el concepto de conocimiento en primera persona, según el cual un individuo adquiere la mayoría de sus conocimientos de su vida diaria mediante experiencias naturales, directas, ni reflexivas y subjetivas. El uso de varios sentidos en el proceso de aprendizaje lo ayuda y consolida. Según diversos autores, nuestro aprendizaje es mayor y mejor cuantos más sentidos intervienen en el proceso. Y este es un aspecto muy importante en la aparición de sistemas multimedia. De hecho, la realidad virtual es una tecnología que nos va a permitir incorporar todos los medios al mundo virtual generado (De Antonio, Villalobos, & Luna, 2000).

En la enseñanza tradicional ha sido y es frecuente abusar del método expositivo, que convierte al alumno en un ser receptivo-pasivo, llegando a limitar su aprendizaje a un ejercicio reproductivo e ignorando su grado de motivación.

3. DISEÑO DEL SIMULADOR

3.1. Desarrollo del simulador

La propuesta consiste en crear una aplicación de RV que sirva como una herramienta de apoyo didáctico para la enseñanza-aprendizaje aplicado a la radiología, es decir, un juego educativo, el cual estará conformado por diferentes situaciones y un personaje principal (usuario), el cual tendrá que resolver las distintas actividades (misiones) cotidianas que se presentan en una sala de radiología de un efector de salud, que involucren la solución de los temas de bioimagenología que se encuentran incluidos en el programa académico de la UAI. El usuario debe realizar la técnica correcta con el paciente, según la indicación médica. Esto facilita que los estudiantes comprendan y retengan la información al mismo tiempo que proporciona una experiencia de aprendizaje más atractiva y de esta forma se facilita el entrenamiento y la mejora de la preparación del equipo asistencial para atender de forma segura y eficaz a los pacientes.

Cabe mencionar que para la propuesta de las misiones se consultaron libros de bioimágenes para analizar el tipo de situaciones-problemas que se manejan en el curso y de este modo obtener ideas³.

Dentro de las diferentes misiones se propone representar las siguientes actividades didácticas que se encuentran estructuradas en el gráfico 2, donde cada nivel está compuesto por cinco misiones.

³ Manual de radiología para técnicos. Buschong, S. C. (1995).

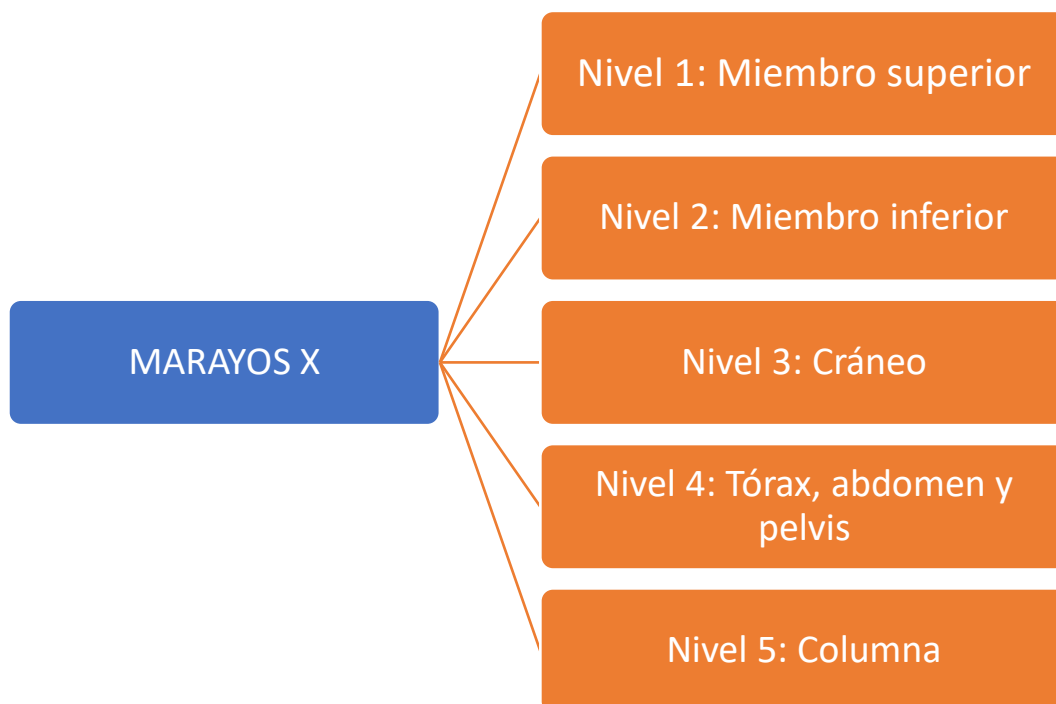


Gráfico 2: Niveles del simulador

El estudiante deberá ir pasando correctamente las misiones para avanzar al próximo nivel, poder recibir la corrección y recibir el puntaje.

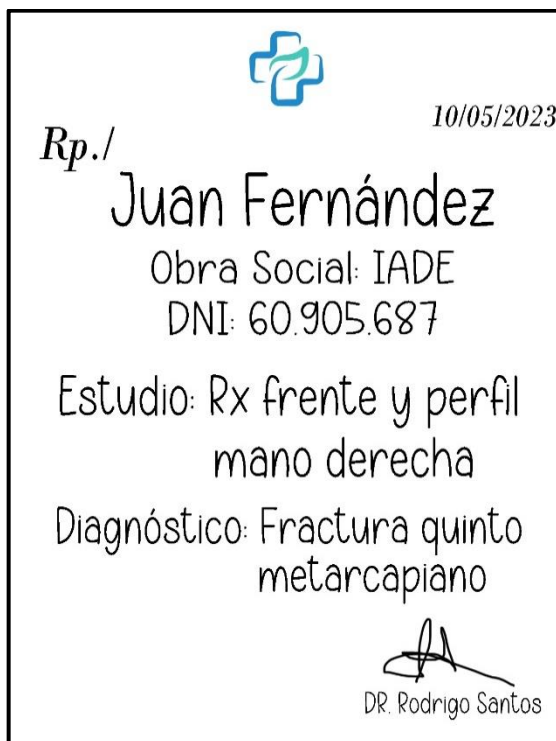
En la tabla 1 se observa la distribución de los niveles, compuestas por cinco misiones cada uno. Se ordenaron los niveles que van desde una menor a una mayor complejidad.

MARAYOS X		
Tema	Nivel	Misiones
Miembro superior	1	Paciente ingresa con indicación médica de realizarse una radiografía frente y oblicua de mano derecha.
Miembro superior	1	Paciente ingresa con indicación médica de realizarse una radiografía frente y perfil de húmero.
Miembro superior	1	Rx de escapula frente y perfil
Miembro superior	1	Rx de muñeca frente y perfil
Miembro superior	1	Rx de hombro frente y perfil
Miembro inferior	2	Rx de fémur frente y perfil
Miembro inferior	2	Rx de rodilla frente perfil
Miembro inferior	2	Rx de rotula frente, perfil y axial
Miembro inferior	2	Rx de pie frente, perfil y oblicua
Miembro inferior	2	Rx de pierna frente y perfil
Cráneo	3	Rx de cráneo frente y perfil
Cráneo	3	Rx de senos paranasales
Cráneo	3	Rx de huesos propios de la nariz
Cráneo	3	Rx de cavum
Cráneo	3	Rx de articulación temporomaxilar
Tórax, abdomen y pelvis	4	Rx tórax Frente y perfil
Tórax, abdomen y pelvis	4	Rx esternón frente y perfil
Tórax, abdomen y pelvis	4	Rx cadera frente y perfil
Tórax, abdomen y pelvis	4	Rx de Abdomen
Tórax, abdomen y pelvis	4	Rx de pelvis
Columna	5	Rx columna cervical frente y perfil
Columna	5	Rx de cervicales en flexión y extensión
Columna	5	Rx de dorsales frente y perfil
Columna	5	Rx de lumbares frente y perfil
Columna	5	Rx lumbosacra frente y perfil

Tabla 3: Distribución de las misiones por niveles

3.2. Orden médica

En cada misión al estudiante se le presentará un caso donde deba realizar la técnica radiológica. La indicación se mostrará a través de una orden médica especificando la acción a hacer. En la ilustración 4 se mostrará un ejemplo de la actividad.



A medical order form with a blue cross logo at the top center. The date '10/05/2023' is in the top right. The text reads: 'Rp./ Juan Fernández', 'Obra Social: IADE', 'DNI: 60.905.687', 'Estudio: Rx frente y perfil mano derecha', and 'Diagnóstico: Fractura quinto metarcarpiano'. It is signed by 'DR. Rodrigo Santos' at the bottom right.

Ilustración 4: Orden médica

3.3. Elección de insumos

Para la realización de la actividad el estudiante deberá elegir el chasis adecuado y seleccionar entre realizar la radiografía en el potter Bucky mural o en la mesa radiográfica, como se muestra a continuación en la ilustración 5.



Ilustración 5: Selección de equipo

Luego deberá seleccionar el tamaño del chasis a utilizar como se muestra en la ilustración 6, la selección va a depender de la zona anatómica a radiografiar.

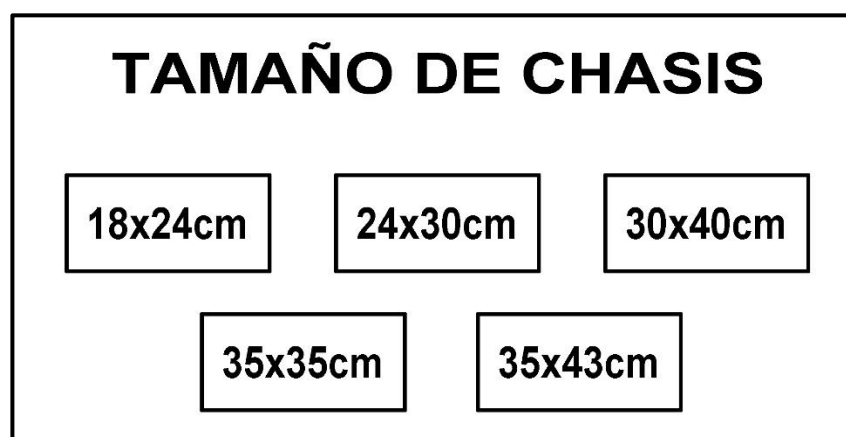


Ilustración 6: Tamaño de chasis

3.4. Posición del paciente

Se deberá posicionar al paciente para realizar la radiografía establecida. En esta parte también se va a poder modificar el ángulo del rayo incidente como se muestra en la ilustración 7 vista de forma lateral y en la ilustración 8 se observa desde la vista superior.

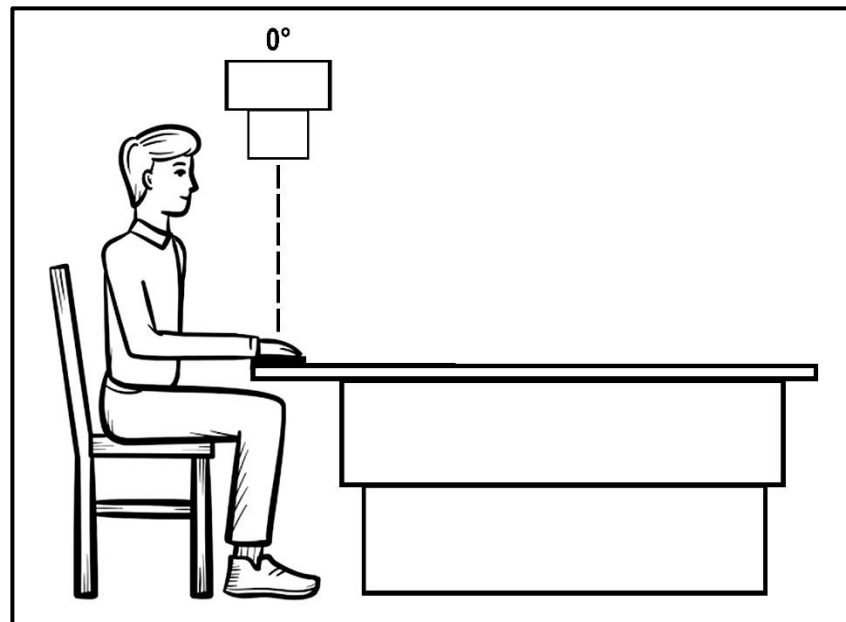
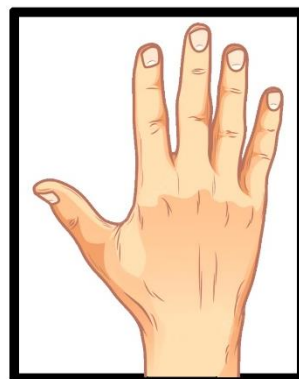
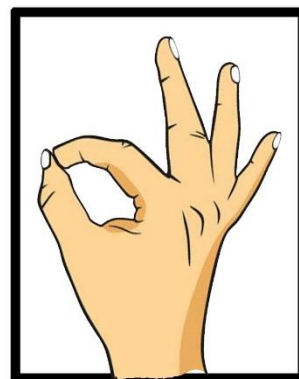


Ilustración 7: Posición del paciente y angulación del rayo incidente



Radiografía mano frente



Radiografía mano oblicua

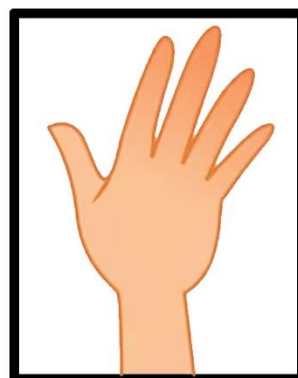
Ilustración 8: Posición del paciente desde la vista superior

3.5. Comprobación y puntuación

Al finalizar con el posicionamiento se va a comprobar si la técnica radiológica fue la correcta y poder continuar con el siguiente nivel dándonos puntos como recompensa, como se muestra en la ilustración 9.



Radiografía mano frente



Radiografía mano oblicua



Ilustración 9: Corrección y puntuación

Si la técnica realizada es incorrecta nos mostrará de fondo la posición correcta, permitiéndonos reiniciar nuevamente con la misión, como se muestra en la ilustración 10.



Radiografía mano oblicua



Ilustración 10: Corrección de la técnica

3.6. Especificación de requerimientos

Con base en la información establecida en la identificación de requerimientos y en la propuesta de desarrollo, en esta actividad se especificaron en la tabla 2 cuáles son los alcances, atributos y limitantes de la aplicación de RV que se va a desarrollar, a través de los requerimientos funcionales y no funcionales.

Descripción general del producto			
Objetivo			
Requerimientos			
N°	Descripción	Funcional	No funcional
	La aplicación didáctica debe contar con características que permiten al usuario acceder a ella, desde cualquier dispositivo móvil.		✓
	Se debe mostrar al usuario las instrucciones necesarias para realizar cada misión adecuadamente.	✓	
	Se debe recompensar al usuario cuando finalice de manera exitosa cada misión.	✓	
	El usuario puede decidir qué rumbo tomar dentro de cada escenario.	✓	
	El usuario tendrá la posibilidad de reintentar cada misión si no la supera.	✓	
	El contexto de los escenarios debe integrar lugares que sean familiares para los usuarios.	✓	
	Se deben de abordar todos los temas de radiología que se encuentren en el programa de producción de bioimágenes de UAI.	✓	
	La vista del usuario será con perspectiva de primera persona.	✓	

	Las misiones deberán representar actividades que los usuarios posiblemente realizan o realizarán en su trabajo cotidiano.	✓	
	La interacción con los objetos de las misiones se realizará con la ayuda del control. Por ejemplo: mover y seleccionar.	✓	

Tabla 4: Requerimientos

Nota: Donde los requerimientos funcionales hacen referencia a las funciones que el sistema será capaz de realizar. Es decir, las transformaciones que el sistema realiza sobre las entradas para producir salidas. Mientras que los no funcionales son características que de una u otra forma puedan limitar el sistema, como, por ejemplo, el rendimiento (en tiempo y espacio), interfaces de usuario, fiabilidad (robustez del sistema, disponibilidad de equipo), mantenimiento, seguridad, portabilidad, estándares, etc.

3.7. FASE DE DISEÑO

En esta fase se desarrolla el concepto del entorno de la aplicación y se establece como será su contenido, definiendo las características de cada elemento que lo conformaran como son objetos bidimensionales y tridimensionales, personajes, escenarios, secuencias de audio, guiones y dinámicas.

3.7.1. Modelado conceptual

Después de realizar el estudio de los requerimientos en la fase de análisis se crean los bocetos de los componentes tridimensionales que conformaran los escenarios de la aplicación didáctica.

3.7.2. Escenario

El escenario propuesto por el simulador es la sala de radiología.

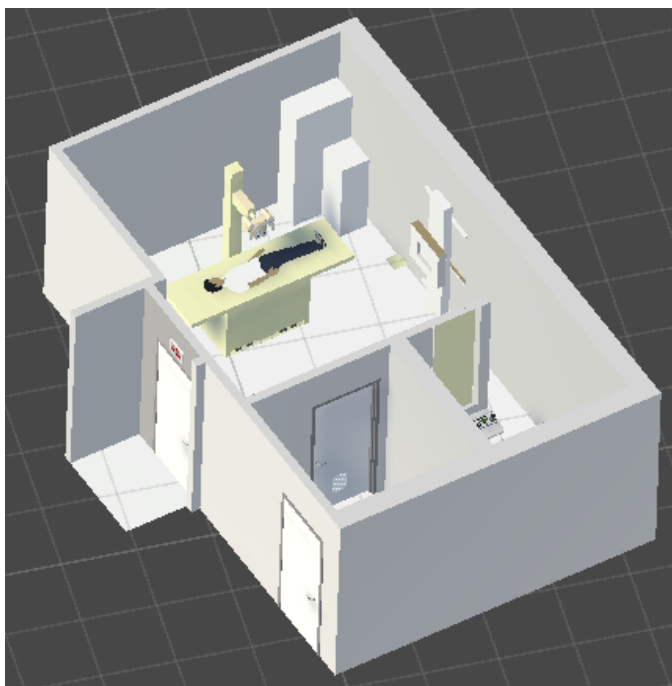


Ilustración 11: Sala de radiología

3.7.3. Objetos 3D

En esta actividad se diseñaron todos los objetos de ambientación e interacción, en los cuales se encuentran el paciente, radiólogo, y los elementos como el chasis, potter Bucky, mesa radiológica como se observa a continuación:

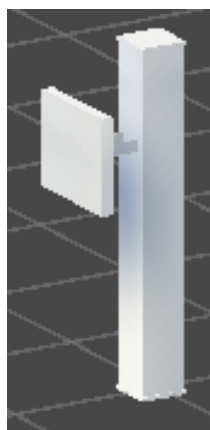


Ilustración 12: Potter Bucky

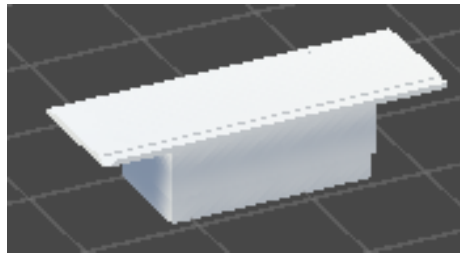


Ilustración 13: Mesa radiológica

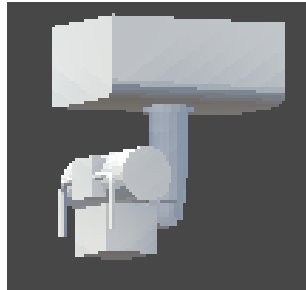


Ilustración 14: Tubo de Rayos X



Ilustración 15: Paciente

3.7.4. Modelado de navegación

En esta etapa se desarrollaron los diagramas que describen como están organizados e interrelacionados los escenarios y la forma en que el usuario podrá recorrer los lugares que integran la aplicación didáctica y como interactuara con los componentes tridimensionales que intervienen en las misiones propuestas en la fase de análisis.

El simulador comienza con un menú principal como se muestra en la ilustración 16.



Ilustración 16: Menú principal

Al dar en el botón comenzar el estudiante podrá entrar a la pantalla de niveles, ilustración 17, donde de forma correlativa ira realizando todas las misiones propuestas por el simulador.



Ilustración 17: Selección de niveles

3.7.5. Diagramas de navegación de misiones

En este apartado se crearon los diagramas que describen la navegación que el usuario puede realizar en las misiones y sus posibilidades que pueden tener dependiendo de las decisiones que tome (Diagrama 5 – 10), por ejemplo: realizar erróneamente o correctamente alguna actividad tendrá diferentes consecuencias (volverlo a intentar, aumento o disminución de puntos, felicitaciones, etc.).

3.8. FASE DE DESARROLLO

En esta fase se desarrollaron los recursos artísticos y tecnológicos en el siguiente orden:

- Se modelaron y texturizaron los componentes tridimensionales
- Se animaron los componentes tridimensionales si lo requerían
- Se integraron en Unity conforme se iban produciendo
- Se programaron los scripts necesarios para cada misión

Cabe mencionar que si un recurso artístico no cumplía con las características establecidas, se regresaba al paso en el que resulto deficiente para corregirlo y cumplir con lo establecido.

3.8.1. Producción de recursos artísticos

En esta fase se modelan los objetos, texturas, videos y secuencias de audio con herramientas especializadas como “Photoshop” para generar los componentes tridimensionales, “Gimp” para las texturas.

4. CONCLUSIONES

La Realidad Virtual posee un enorme potencial para simular situaciones en diversos campos del mundo real, particularmente en el campo de la educación, donde sus características de inmersión, aprendizaje en primera persona, interacción no simbólica... pueden ser de gran ayuda al proceso de enseñanza/aprendizaje.

La Realidad Virtual es una tecnología aplicable al terreno de la educación, debido principalmente a su capacidad para visualizar los procesos en estudio, independientemente de la disciplina a tratar. De esa forma, los alumnos pueden sumergirse en escenarios artificiales que les muestran procesos en estudio que de otra forma serían inaccesibles. Ese es el enorme potencial de esta tecnología en el ámbito educativo, como herramienta auxiliar o incluso como uno de los ingredientes básicos de una nueva metodología de enseñanza.

Además, no podemos despreciar el interés y la motivación que la Realidad Virtual genera en el usuario, no sólo por el uso de herramientas novedosas, sino por el hecho de aprender experimentando e interactuando con un entorno, en lugar de recibir de forma pasiva la información a asimilar.

Las características de la Realidad Virtual hacen de ésta una herramienta casi “natural” para el proceso de enseñanza/aprendizaje; sin embargo, las aplicaciones software deben considerar además tecnologías tales como Técnicas de Enseñanza, Objetivos Educativos, y Estilos de Aprendizaje, con la finalidad de desarrollar aplicaciones centradas en el alumno y no sólo en el contenido.

BIBLIOGRAFÍA

1. Buschong, S. C. (1995). *Manual de radiología para técnicos*. ELSEVIER.
2. De Antonio, Villalobos, & Luna. (2000). "Cuándo y cómo usar la Realidad Virtual en la Enseñanza. *Enseñanza y Tecnología*, 26-36.
3. Gaubeca, L. (2008). *Crítica al constructivismo y al connstruccionismo social*. México DF.
4. Martínez, & Salanova. (2010). *La motivación en el aprendizaje*. Obtenido de La motivación en el aprendizaje
5. Miguélez-Juan. (2018). *EL uso de realidad virtual en la formación secundaria postobligatoria*. Universidad del País Vasco.
6. Ocete, G. V., Carrillo, J. A., & González, M. Á. (diciembre de 2003). La realidad virtual y sus posibilidades didácticas. Granada, España.
7. Vera Ocete, G. (2003). La realidad virtual y sus posibilidades didacticas. *Universidad de Granda*, 11.
8. Weltman. (2007). *Comparison of Traditional and Active Learning Methods*. Estados Unidos: University of Texas at Arlington.
9. Google sites(¿En qué consiste la realidad virtual? - Realidad virtual, s. f.).
<https://sites.google.com/site/realiadvirtual/-que-es-la-realidad-virtual/en-que-consiste-la-realidad-virtual>