



Escuela de Enfermería de Zamora
Escuela Politécnica Superior de Zamora

MEMORIA DE RESULTADOS

Proyecto de Innovación Docente ID2023/146

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN
INTERACTIVA DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA
FORMACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE HERIDAS**

PARTICIPANTES

Escuela de Enfermería

Belén García Sánchez

M.^a José Fermoso Palmero

Elena Sutil Rodríguez

José Carlos López García

Carmen Villar Bustos

Azucena González Sanz

Victoria Cristina Abad Fuertes

Marta Martínez Fidalgo

Beatriz Carnicero Martín

Ana González Otero

Paulina Baladrón Carro

Elena Burgos Salguero

Escuela Politécnica

Manuel Pablo Rubio Caverio

José Luis Pérez Iglesias

Juan Carlos Matos Franco

M.^a Yolanda Gutiérrez Fernández

Milena Timón Mateos

Elsa Romero Yuste

Sofía Nieto Benito

Tomas Crego Vivar

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ALCANCE DEL PROYECTO	3
2.1. Acotación del problema	3
3. REALIDAD VIRTUAL.....	4
3.1. Definición del concepto.....	4
3.2. Instalaciones disponibles.....	4
4. INVESTIGACIÓN DE LA HERIDA.....	4
4.1. Categorías de úlceras.....	5
4.2. Características y descripción de la herida.	8
4.3. Cura/actuación del alumno ante la herida.	9
4.3.1. Consulta.....	9
4.3.2. Cuestionario y análisis inicial de la lesión.....	9
4.3.3. Realización de la cura.....	11
4.3.4. Listado de elementos del simulador	13
5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DE RVI	14
5.1. Plan de desarrollo	14
5.2. Nivel de detalle que queremos	14
5.3. Software empleado.....	17
5.4. Proceso de trabajo en GitHub.....	19
5.5. Modelado de objetos	21
5.6. Imágenes con ayuda visual	27
6. PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO	27
6.1. Plantilla elegida para el proyecto y bases del programa	27
6.2. Programación de la aplicación RVI.....	27
6.3. Escenarios recreados	29
7. RESULTADOS ALCANZADOS.....	31
8. CONCLUSIONES.....	34
9. GLOSARIO.....	34
10. REFERENCIAS	35

1. INTRODUCCIÓN

Para este proyecto de innovación docente, se planteó el desarrollo de un prototipo de aplicación interactiva centrada en los ámbitos educativo y bio-sanitario, aprovechándose de las tecnologías de Realidad Virtual Inmersiva, siendo esto un punto de encuentro entre los grados de enfermería y videojuegos.

La realidad virtual es la simulación de escenarios realistas en entornos virtuales en primera persona, de forma que el usuario que está usando esas tecnologías pueda sentirse dentro de estos entornos. Es necesario el uso de dispositivos externos como gafas de realidad virtual, monitores o pantallas móviles.

Gracias a la existencia de laboratorios dentro del campus Viriato y al equipamiento adquirido para este proyecto, se ha conseguido desarrollar un prototipo de aplicación educativa, empleando los conocimientos teóricos del grado de enfermería junto a la práctica del grado de videojuegos.

Este tipo de sistemas permiten gran nivel de interacción e inmersión por parte del usuario, lo que a nivel educativo tiene un gran potencial a la hora de realizar prácticas o pruebas técnicas previas a un entorno real, lo cual resulta beneficioso para los estudiantes de enfermería.

El equipo de trabajo consta de profesores y alumnos de los grados de enfermería y videojuegos, siendo este proyecto multidisciplinario y un esfuerzo conjunto por desarrollar, investigar e implementar conocimientos en un producto que beneficie al máximo número de áreas.

2. ALCANCE DEL PROYECTO

2.1. Acotación del problema

El avance en nuevas tecnologías genera nuevas posibilidades, como la aplicación de éstas a la enseñanza. Hoy en día, empresas de muchos sectores demandan la introducción de prácticas virtuales, reduciendo así en gran medida riesgos y gastos. Cursos de protección en fábricas, instrucción al personal de nuevas metodologías... Y al igual que muchos de estos ámbitos, el sector sanitario y educativo no debe quedarse atrás.

Este proyecto será un pequeño avance en el ámbito laboral de los futuros enfermeros, donde se mostrará una situación real, donde deberán ser capaces de analizar al paciente y actuar en consecuencia. Mientras tanto, irán contestando una serie de cuestiones sobre la práctica, dejando constancia de las decisiones tomadas para más tarde recibir *feedback* de sus tutores. Una vez familiarizados con el entorno, los estudiantes se

adaptarán rápidamente a sus modalidades de prácticas físicas, dudando menos en sus decisiones, gracias a las prácticas recibidas en los entornos virtuales.

Esta herramienta le otorgará al estudiante la oportunidad de practicar innumerables veces procesos complejos o que requieran mucha técnica, evitando así el desperdicio de materiales e incluso posibles daños a pacientes, debido su falta de experiencia.

Teniendo esto en cuenta, la aplicación de este proyecto podría expandirse más allá del ámbito de prácticas universitarias, migrando directamente a la ampliación de conocimientos profesionales. Los trabajadores de los hospitales y centros sanitarios están constantemente actualizándose de nuevos métodos y tratamientos, por lo que este tipo de entornos virtuales podrían hacer la adaptación de nuevas técnicas mucho más sencillas y prácticas.

3. REALIDAD VIRTUAL

3.1. Definición del concepto

La realidad virtual (VR) es una tecnología que emplea entornos virtuales generados por un ordenador para conseguir experiencias inmersivas en 3D. De esta forma se intenta imitar la inyección con el mundo real dentro de un entorno virtual haciendo uso de dispositivos como gafas de realidad virtual, controladores manuales y trajes hápticos, dispositivos capaces de enviar señales al usuario.

La realidad virtual se emplea como un apoyo para la formación de estudiantes de enfermería en forma de simulador en un programa donde se plantea la cura correcta de la herida que tenga el paciente.

3.2. Instalaciones disponibles

Para la realización de este proyecto se hizo uso de un Laboratorio de Realidad Virtual situado en el campus Viriato, laboratorios que están aumentando cada día en enseñanzas universitarias.

El espacio está repartido en dos, un espacio destinado al uso de las gafas de realidad virtual, siendo esta una zona más amplia y despejada en comparación con el otro sector, donde encontramos los equipos desde los cuales se monitorean y desarrollan los proyectos.

Más allá de las instalaciones proporcionadas por la universidad también se hizo uso del equipo personal del alumnado para facilitar el trabajo remoto y el avance del proyecto.

4. INVESTIGACIÓN DE LA HERIDA

Después de una selección previa se determinó que un tratamiento interesante y de fácil aplicación sería la identificación y cura de una úlcera, dado que es un tratamiento habitual muy susceptible a cualquier tipo de paciente con poca movilidad.

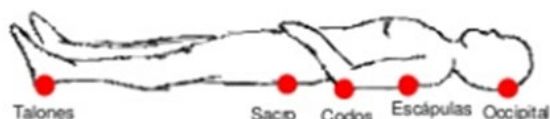
Una úlcera es una lesión localizada en la piel y/o el tejido subyacente, por lo general sobre una prominencia ósea, como resultado de la presión, o la presión en combinación con las fuerzas de cizalla. En ocasiones, también pueden aparecer sobre tejidos blandos sometidos a presión externa por diferentes materiales o dispositivos clínicos.

Es decir, es una lesión de la piel que aparece cuando una zona del cuerpo está sometida a una presión constante, por ejemplo, en pacientes que están encamados mucho tiempo y no se cambian de postura.

Suelen aparecer en las zonas donde los huesos están más cerca de la piel, como tobillos, talones o sacro. En función de la zona del cuerpo en la que esté apoyado el paciente aparecerán las úlceras en un sitio u otro:

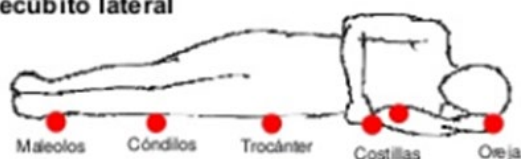
DECÚBITO SUPINO
Ocípital
Escápula
Codo
Sacro
Talón

Decúbito supino



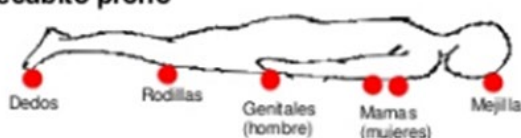
DECÚBITO LATERAL
Costillas
Oreja
Cresta iliaca
Cóndilos
Maleolos
Hombro
Trocánter

Decúbito lateral



DECÚBITO PRONO
Mejilla
Mamas
Genitales
Rodillas
Punta dedos de los pies
Nariz

Decúbito prono



4.1. Categorías de úlceras

Las úlceras se dividen en cuatro grupos dependiendo de la severidad y profundidad de la lesión. A continuación, se van a explicar los casos de forma individual acompañados de imágenes de casos reales de forma aclaratoria y comparativa.



- CATEGORÍA I: Eritema no blanqueante

Cuando la piel se encuentra intacta, solo presenta eritema no blanqueante en una zona localizada. Se caracteriza por ser rosada o roja, al apretar la zona lesionada con el dedo no se blanquea.

Algunas afecciones que pueden aparecer son decoloraciones de la piel, sensación de calor o frío, edema, endurecimiento o incluso presentar dolor. Como la piel no está rota, aún no se ha formado una úlcera.



- CATEGORÍA II: Úlcera de espesor parcial

Cuando hay pérdida parcial del espesor de la dermis aparece una úlcera abierta poco profunda; el lecho de la herida, lo que se ve por dentro, está de color rosado o rojo sin hematoma y no presenta esfacelos, que se refiere a bandas fibrosas o tejido muciforme adherido al lecho de la herida.

También puede aparecer en forma de ampolla. En este nivel de lesión no se pueden ver tejidos profundos a través de la herida.



- CATEGORÍA III: Pérdida total del grosor de la piel

En el caso donde hay pérdida completa del grosor de la piel se puede ver la grasa subcutánea, pero aún no se ven ni los huesos ni los músculos. Pueden aparecer esfacelos, cavitaciones y tunelizaciones.

Las imágenes a continuación muestran de forma clara los términos mencionados anteriormente, siendo la primera imagen un ejemplo de esfacelos, la segunda de cavitaciones y la tercera de tunelizaciones.



A continuación, se presenta una imagen que reúne gran parte de lo mencionado.



- CATEGORÍA IV: Pérdida total del espesor de los tejidos.

Cuando ocurre pérdida total del espesor del tejido, se expone al hueso, tendón y músculo para que sean visibles y palpables. Al igual que en el caso anterior se pueden encontrar esfacelos, escaras, cavitaciones y tunelizaciones.



4.2. Características y descripción de la herida.

Una vez definidos los posibles niveles de lesión, se ha decidido recrear la categoría III por su complejidad, dando la oportunidad al estudiante para practicarla.

Para organizar toda información de forma visual se han recogido los datos en forma de tabla:

Localización	Sacro.
Etiología	Úlcera por presión producida por fuerzas de cizalla o presión al comprimirse los tejidos entre una superficie (colchón, silla de ruedas...) y una prominencia ósea.
Dimensiones/extensión	2 cm largo x 5 cm largo.
Estadía	Estadio III, pues se observa una pérdida total del grosor de la piel, lo que implica una lesión o necrosis del tejido subcutáneo.
Lecho de la herida	Tejido necrótico (zona seca y ennegrecida con bajo riego sanguíneo), esfacelos, cavitaciones y tunelizaciones.
Piel perilesional	Bordes macerados, eritema y bordes irregulares.
Exudado	Muy abundante, color marronáceo, olor fétido/rancio, purulento. Signo de aumento de la carga bacteriana.
Dolor	Escaso o nulo, excepto en los bordes, que son más sensibles.
Signos de infección	Exudado purulento, olor desagradable, enrojecimiento y calor. Película de biofilm (brillos en la superficie de la herida). Están presentes los signos correspondientes con la infección local.

4.3. Cura/actuación del alumno ante la herida.

Una vez recogida la información se ha planteado un modelo de aplicación a seguir a la hora de realizar este proyecto. Como estado de pre-alfa el desarrollo está sujeto a cambios.

Desde el diagnóstico inicial hasta la realización final de la cura por el estudiante, se han dividido las diferentes fases del simulador en etapas a la hora de diseño.

4.3.1. Consulta.

El alumno entrará en una habitación de consulta, donde hay una enfermera que tutelaré al alumno como si estuviese en un rotatorio de prácticas clínicas, cumpliendo con el papel de narradora o comentarista a lo largo del proceso.

Juntos entrarán al laboratorio y será ésta quien anime al alumno a realizar un correcto lavado de manos (con los 8 pasos que recomienda la OMS), a colocarse guantes de nitrilo y a explicarle al paciente el procedimiento.

Tras indicarle al paciente que se coloque en decúbito lateral izquierdo, se procederá a la retirada del apósito anterior, descubriendo la herida.

4.3.2. Cuestionario y análisis inicial de la lesión.

Estas preguntas serán las siguientes, de opción múltiple con una única solución y no se podrá contestar la siguiente hasta que no haya sido contestada correctamente la anterior:

La respuesta correcta aparece sombreada en amarillo.

Las intervenciones de la enfermera aparecen en cursiva.

1. ¿Dónde se localiza la herida? El alumno deberá seleccionar la opción **SACRO**.
2. ¿Qué clase de herida presenta el paciente?
 - **úlceras por presión (UPP)**
 - úlcera venosa
 - úlcera arterial
 - úlcera de diabético
3. ¿En qué estadio? I, II, **III**, IV.

4. *¿Qué tejidos observas en el lecho de la herida?*
- granulación o epitelización
 - **necrótico, esfacelar, cavitaciones y tunelizaciones**
 - necrótico y esfacelar
 - fibrina
5. *¿Cómo son los bordes y la piel perilesional?*
- Bordes lisos y redondeados
 - Bordes irregulares
 - Eritema perilesional
 - **Bordes macerados, irregulares y enrojecidos**
6. *¿Cómo es el exudado?* (Cuando el alumno retire el apósito se deberá de apreciar que el apósito está impregnado con abundante exudado purulento (teñido de un color marrónáceo)
- No hay exudado
 - No hay exudado, el color del apósito se debe a sustancias que secreta la herida o a una mala limpieza de la persona que le ha curado
 - El exudado es serosanguinolento, señal de que la herida no evoluciona bien
 - **El exudado es purulento**
7. *¿El paciente presenta dolor?* La enfermera le sugiere que tome unas gasas estériles con un coger y que toque suavemente la lesión para detectar dónde le duele. El paciente se queja cuando le roza los bordes de la herida.
8. *¿Existen signos de infección?*
- Sí, existe una infección local
 - No
 - Sí, pues se observa exudado purulento, mal olor y aspecto y una película de biofilm.
 - **A y C son correctas**
9. *¿Estás seguro de que la infección es local? ¿Cómo puedes asegurarte de que la infección no se haya extendido a la circulación sanguínea, pasando a ser sistémica?* El alumno deberá escribir alguna de estas opciones: TOMAR LA TEMPERATURA (midiendo/tomando/fiebre...). Si el alumno no es capaz de

resolverlo podrá seleccionar una opción de *ayuda*. Aparecerá el siguiente mensaje:
¿qué signo vital se puede tomar para orientar al diagnóstico de una infección (viral, bacteriana o de otra etiología)?

La temperatura será de 36,5 ° C. Se sitúa dentro de los límites normales, por lo que no se sospecha infección sistémica.

Una vez superado el test con éxito aparecerá el siguiente mensaje de la enfermera:

¡Muy bien! Has realizado correctamente la valoración de la herida. Así, has podido detectar una úlcera por presión en el sacro en estadio III que presenta las siguientes características:

- *Tejido necrótico y esfacelar.*
- *Tunelizaciones y cavitaciones.*
- *Bordes irregulares, macerados y enrojecidos. Dolorosos al tacto.*
- *Exudado abundante y purulento. Olor fétido. Película de biofilm.*

¡Ahora pasaremos a la acción!

4.3.3. Realización de la cura.

La enfermera planteará la siguiente pregunta: *¿Qué tipo de cura emplearás?*

- Cura seca
- No se cura hasta que no estén los resultados del análisis
- Cura húmeda, según el método PLH (preparación del lecho de la herida)
- Se coloca un apósito para absorber el exudado y se espera al resultado de la muestra

Enfermera: *¿Conoces el método TIME para el abordaje de las heridas crónicas? ¿Sabes a qué corresponde cada una de las letras del acrónimo? Escríbelo a continuación.*

Respuesta correcta.

- T: control del tejido no viable
- I: control de la inflamación y de la infección
- M: control del exudado y de la humedad

- E: estimulación de los bordes epiteliales, epitelización

Enfermera: *¡Perfecto! Recuerda que es una guía para establecer los objetivos y materiales de la cura, pero que no indica orden a la hora de aplicar los productos. Ahora comencemos a curar.*

La cura se desarrollará del siguiente modo.

1. Limpieza de la zona con **suero fisiológico** y gasas estériles. Emplear la mínima fuerza mecánica, lavar por gravedad y no hacer presión con una jeringa.
2. **Toma de una muestra.** La enfermera realizará el siguiente comentario: *Como bien has identificado antes, la lesión presenta signos de infección local. Sabiendo esto, ¿qué acción será necesaria realizar antes de iniciar la cura?* El alumno deberá responder: tomar una muestra de la herida para su posterior análisis. O alguna otra variante: recoger una muestra, etc.

El alumno deberá seleccionar los productos necesarios para la técnica, que será estéril: campo estéril + guantes estériles + jeringa + aguja + SF (suero fisiológico) + portageno (recipiente apto para el cultivo).

3. **Polihexamida** (Prontosan solución). Limpia, hidrata y descontamina. Indicada en UPP con tejido necrótico, esfacelar y/o biofilm. Empapar unas gasas estériles y dejar actuar durante 10-15 minutos. (Corresponde a la I)
4. **Hidrofibra de hidrocoloide** (Aquacel Ag +). Se recortará a voluntad para rellenar las cavitaciones/tunelizaciones. Se evitará, así, el cierre de estas en falso. Se favorecerá también la acción antimicrobiana y se propiciará un ambiente húmedo, óptimo para la curación de la lesión. Además, el producto absorbe el exudado en abundancia.

Solo se puede rellenar en un 75 % la cavidad. Si no, cuando aumente de volumen (se transforma en un gel) podría agravar la lesión o el dolor.

Dependiendo del exudado, puede permanecer hasta 7 días. (Corresponde a la I y la M, pues también ayuda al manejo de la humedad)

El alginato (Urgosorb Ag) no se puede emplear si se presenta tejido necrótico.

Óxido de Zinc. Se aplicará en forma de pasta o crema en los bordes de la herida. Se impedirá la irritación y la maceración de los mismos. Se debe limpiar completamente en cada cura antes de aplicar otra dosis. (Corresponde a la E)

5. **Espuma de poliuretano** (Biatain Silicone Ag). Absorbe el exudado muy abundante de forma vertical, protegiendo los bordes perilesionales. Favorecen la cura en ambiente húmedo y el desbridamiento autolítico. Impide la entrada de bacterias a la herida y la amortigua contra golpes y la presión.

Aplicar con un margen de 2-3 cm de los bordes. Permanecer un máximo de 7 días o hasta que el exudado sea visible y se aproxime a 1,5 cm del borde.

(Pertenece a la I y a la M, pues también ayuda al manejo del exudado y la humedad)

4.3.4. Listado de elementos del simulador

Con la intención de comprobar si el estudiante es capaz de recordar las excepciones se han añadido productos para despistar, todos los elementos que se introducirán en el simulador están puestos en dos listas.

Elementos que si se van a usar:	Elementos que no se van a usar:
- Suero fisiológico - Gasas estériles - Polihexamida - Hidrofibra de hidrocoloide (con plata) - Hidrogel - Óxido de Zn - Espuma de poliuretano (con plata) - Jabón de manos de clorhexidina o gel hidroalcohólico - Guantes de nitrilo	- Betadine - Agua oxigenada - Alcohol - Gasas no estériles - Alginato (Urgosorb Ag) - Colagenasa (Iruxol) - Espuma de poliuretano adhesiva con borde sin plata (Allevyn sacro) - Prontosan gel - Hidrofibra de hidrocoloide sin plata

- Jeringa de 10 mL - Aguja - Portagen - Guantes estériles (probablemente) - Campo estéril (probablemente) - Termómetro	
---	--

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DE RVI

5.1. Plan de desarrollo

Como se mencionó anteriormente, este proyecto consta de una parte teórica, donde las estudiantes de enfermería recopilan información específica de la materia y realizan un plan inicial con los pasos a seguir para generar una práctica coherente para el alumno. Seguidamente, el apartado práctico destinado a los estudiantes de videojuegos pone en marcha estas peticiones empezando por las bases iniciales de entornos y jugabilidad; y avanzando progresivamente a los pasos más complejos como evolución de la herida y progresión de la guía virtual del alumno.

Siguiendo este itinerario se pretende lograr una aplicación tanto funcional como práctica, que llame la atención de los estudiantes de enfermería y les permita realizar prácticas de una forma constante, fácil, con la capacidad de reducir fallos humanos en pacientes reales y reduciendo la cantidad de personal necesario para atender las necesidades de cada alumno.

5.2. Nivel de detalle que queremos

Este trabajo aspira a recreación un entorno realista pero asequible, buscando reflejar la realidad de una consulta y sala de tratamiento en un espacio virtual. Los elementos empleados para la recreación de las salas son objetos cotidianos fácilmente reconocibles en cualquier consulta, hospital, ambulatorio, etc.

A pesar de buscar la máxima inmersión posible a través de un entorno realista, somos conscientes de las limitaciones del proyecto, sobre todo teniendo en cuenta la escasez de ordenadores potentes para archivos más pesados. Por lo que se mantendrán materiales más simplificados.

En cuanto a los personajes que aparecen en el entorno, son humanos creados de forma realista con “Metahuman Creator”, una herramienta desarrollada por la empresa Unreal Engine que permite trabajar con personajes con detalles fotorrealistas.

Por otro lado, el paciente a tratar fue simplificado y modelado dado que las partes visibles relevantes sólo serían la cabeza y la herida, dejando el resto del cuerpo cubierto.

Equipos disponibles.

Para desarrollar la aplicación se emplearon los siguientes componentes, algunos de ellos se tuvieron que comprar a lo largo del proyecto por problemas no previstos.

- Gafas de realidad virtual

Las gafas fueron el equipo de trabajo principal, para este proyecto se usaron las gafas Meta Quest 2 de Meta. Adquiridas con la financiación concedida.



- 2 routers diferentes

Para conectar las gafas de realidad virtual a un ordenador de sobremesa era necesario que ambos equipos estuvieran conectados a la misma red. Con el *router* inicial se hicieron varias pruebas para intentar solventar este problema, al no poder solucionarse se buscaron alternativas para conectar las gafas al ordenador, siendo una de esas un cable de conexión.

Se hicieron pruebas con ordenadores portátiles en los cuales ese problema no existía, pero al ser equipos portátiles, las características no permitían trabajar de forma cómoda en el proyecto.

El segundo *router* con el que se trabajó permitió conectar el ordenador y las gafas, aunque se terminó usando en conjunto con el cable por su rapidez de conexión inicial frente a un enlace *bluetooth*.



- Cable de conexión de las gafas a una torre

Este es un cable de tipo C de Meta, permite conectar las gafas de realidad virtual con un ordenador de forma casi inmediata. Su longitud permite usar las gafas desde mucha distancia, pero al ser un cable obstaculiza el movimiento del usuario.

Para trabajar con el ordenador de sobremesa fue necesario adquirir un adaptador tipo C a USB dado que el equipo carecía de un puerto tipo C.



- Adaptador de cable tipo C a USB



- Pilas de tipo AAA

Los mandos asociados a las gafas de realidad virtual necesitan pilas de tipo AAA para funcionar.



Para poder vincular las gafas de realidad virtual con el programa de Unreal era necesaria una potencia de hardware muy elevada por lo que los portátiles personales empleados para la programación remota dejaron de ser plenamente eficientes, dado que la compilación y ejecución de estos programas solo podía verse en el laboratorio, lo que alargó en cierta forma los procesos de implementación de actualizaciones.

5.3. *Software empleado*

Para desarrollar esta aplicación se han usado los siguientes programas (todos ellos con licencia gratuita o educativa), los cuales se pueden dividir en 4 categorías principales:

Programación y preparación de escenarios		Modelado de objetos	
Requisitos de compatibilidad		Diseño de elementos visuales.	

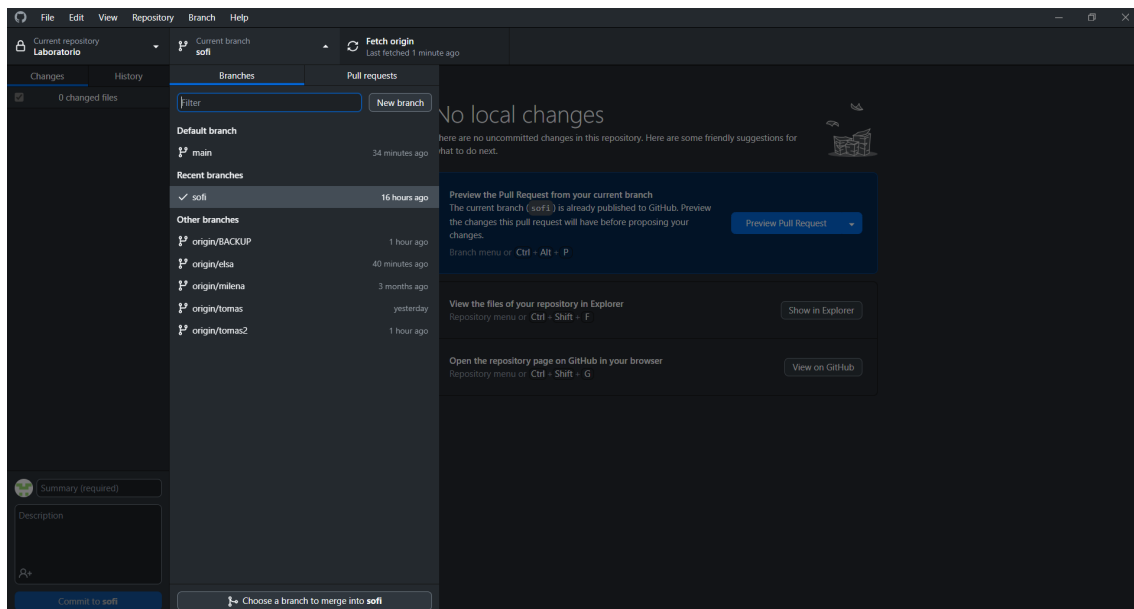
Unreal Engine 5.3.2	
 [Icono de Unreal Engine]	Motor de desarrollo para crear la aplicación interactiva. Se trabajó con la última versión disponible del programa para realizar el proyecto. Se eligió por su familiaridad a la hora de trabajar y la posibilidad de implementar los “MetaHumans” para conseguir heridas con cierto grado de realismo.
Meta	
 [Icono de Meta]	Además de hacer una cuenta Meta para poder usar las gafas de realidad virtual, fue necesario descargar la aplicación complementaria Oculus para poder conectarlas al ordenador.
SteamVR	
 [Icono de Steam VR]	Para acceder a la opción de realidad virtual desde Unreal Engine fue necesario descargar la aplicación de Oculus desarrollada por Meta. Además, se tuvo que descargar SteamVR desde la plataforma <i>Steam</i>, para abrir archivos de Unreal Engine desde las gafas.
Blender	
 [Icono de Blender]	Aplicación principal empleada para modelar los objetos del proyecto.

3Ds Max	
 3ds Max [Icono de 3Ds Max]	Aplicación secundaria, pertenece a Autodesk, empleada para modelar los objetos del proyecto
GitHub Desktop	
 [Icono de GitHub Desktop]	Aplicación de escritorio de Git, permite trabajar de forma remota con varios equipos sobre un mismo trabajo. Gracias a su separación por ramas individuales permite trabajar y hacer pruebas al equipo desarrollador permitiendo obtener el mejor resultado. Tiene una limitación de archivos, tanto de número como de peso, lo que congela la aplicación y no permite compartir cambios.
Google Drive	
 [Icono de Google Drive]	Se compartieron gran parte de los archivos de modelado del proyecto, al igual que la programación después de llegar al máximo peso permitido por GitHub.
SketchBook	
 [Icono de SketchBook]	Aplicación de diseño y dibujo empleada para crear pósters y <i>decals</i> .

5.4. Proceso de trabajo en GitHub

Como ya se ha mencionado, la aplicación de GitHub Desktop funciona a través de repositorios compartidos donde varios usuarios pueden realizar y descargar cambios sobre un proyecto común, facilitando la implementación de cambios para desarrollar una aplicación.

Se divide en ramas de trabajo, donde cada integrante del equipo trabaja de forma separada pero paralela. La rama *main* es la rama principal del proyecto y donde se suben los cambios realizados para compartirlos entre el equipo. También empleamos una rama de *backup* o respaldo para guardar ciertos cambios antes de realizar alteraciones importantes o de riesgo sobre el proyecto.



Por su forma de trabajar a través de la nube, tiene establecido un límite de 1 GB para el total de los cambios antes de realizar un *comit*, que es la subida de cambios a la nube. Sabiendo el límite de subida de archivos buscamos alternativas para ampliar el peso total de los cambios y en la documentación del programa aparecía una extensión agregable al programa base para permitir la subida de archivos pesados.

Un problema inesperado derivado del uso del programa fue alcanzar un límite de espacio en la cuenta que creó el repositorio de trabajo, esto fue algo que no había ocurrido antes, por lo que se plantearon varias posibles soluciones.

Trabajar a través de Google Drive, comprimiendo y subiendo a la nube cada vez que se hayan realizado cambios y con un límite de un equipo que pueda realizar cambios a la vez.

Otra opción propuesta fue que otro integrante del equipo creara un nuevo repositorio y a través de un archivo comprimido del proyecto actual enviado a través de

las unidades compartidas de Google Drive, se tomará como punto de partida del nuevo repositorio.

Finalmente, se optó por la primera opción, guardando en todo momento copias del proyecto comprimido en Drive, realizando los cambios necesarios al proyecto desde el equipo del laboratorio con cambios previamente planeados con los equipos de los estudiantes de videojuegos. Al terminar de implementar los cambios el proceso se hace a la inversa.

5.5. Modelado de objetos

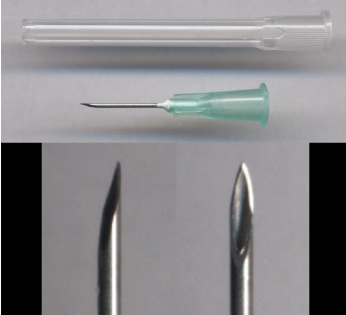
Para el diseño de entornos, las estudiantes de enfermería llevaron a cabo un pequeño estudio de las salas de tratamiento del hospital Virgen de la Concha. Seguidamente, se trasladó dicha información al sector de videojuegos, que se encargó de recrear el entorno a través de elementos obtenidos en librerías y el modelado de objetos interactivos necesarios para la inmersión.

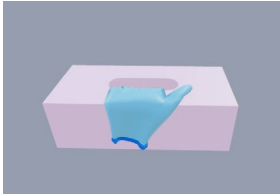
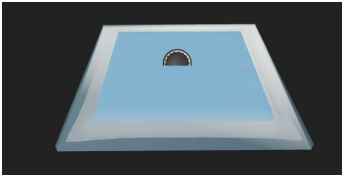
Se modelaron y texturizaron los distintos objetos necesarios para el tratamiento, además de elementos adicionales para confundir al jugador, probando así verdaderamente sus conocimientos en el terreno.

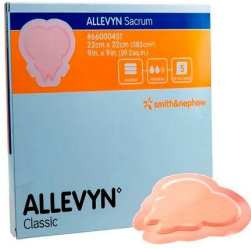
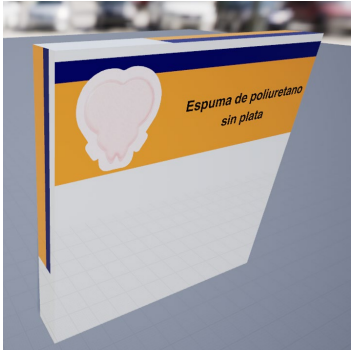
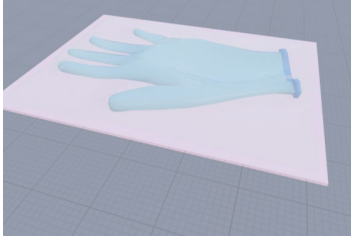
Las celdas coloreadas de verde corresponden a los objetos necesarios para realizar correctamente la cura, mientras que los coloreados por rojo serían los no necesarios. También se han colocado los objetos en orden alfabético para que sean más fáciles de localizar.

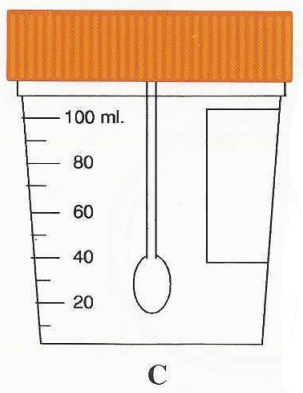
En la primera columna se ha puesto el nombre del objeto, en la segunda columna estaría una imagen del producto que se ha tomado referencia para realizar una versión simplificada del mismo y finalmente la malla resultante tras modelar el objeto, visto desde el visor de Unreal Engine sobre un fondo predeterminado, las cuales mantienen una estética low poly para reducir el peso del proyecto.

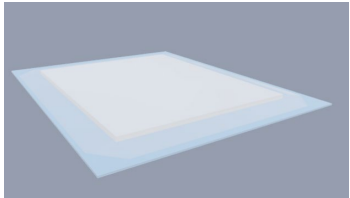
También se ha simplificado el texto de las etiquetas para que sea lo más claro posible y evitar sobrecargar de información al estudiante.

Agua Oxigenada		
Aguja		
Alcohol		
Alginato		
Betadine		

Caja de guantes		
Campo esteril		
Colagenasa		
Espuma poliuretano (con plata)		

Espuma poliuretano adhesiva con borde sin plata		
Gel hidroalcohólico		
Guantes		
Hidrofibra de hidrocoloide con plata		
Hidrogel		

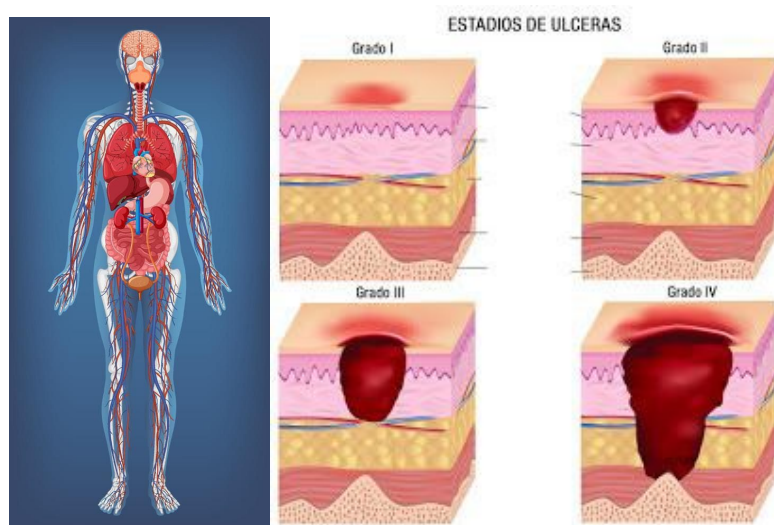
		
Jeringuilla		
Óxido de Zinc		
Polihexamida		
Portagen (Bote)		

Portagen (Tubo)		
Suero fisiológico		
Termómetro		
Vendas estériles		



5.6. Imágenes con ayuda visual

Se añadieron pósteres aclaratorios con información sobre el tipo de herida para que sirvan de apoyo a los estudiantes para dar la respuesta de forma directa.



6. PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO

6.1. Plantilla elegida para el proyecto y bases del programa

Para programar la aplicación se ha empleado la plantilla de VR de Unreal Engine 5, la cual ha sido adaptada progresivamente para satisfacer las necesidades específicas del proyecto.

Desde el inicio, hemos empleado esta plantilla, puesto que el personaje predeterminado incorpora características de VR previamente programadas.

Algunas limitaciones que tiene es la necesidad de usar unas gafas de realidad virtual para poder realizar desplazamientos por el terreno creado y ver la proporción de tamaño, además de tener instalados los programas de Unreal Engine, Meta y Steam VR

en un mismo equipo y funcionando a la vez. Esto requiere un equipo potente y hardware externo.

6.2. Programación de la aplicación RVI

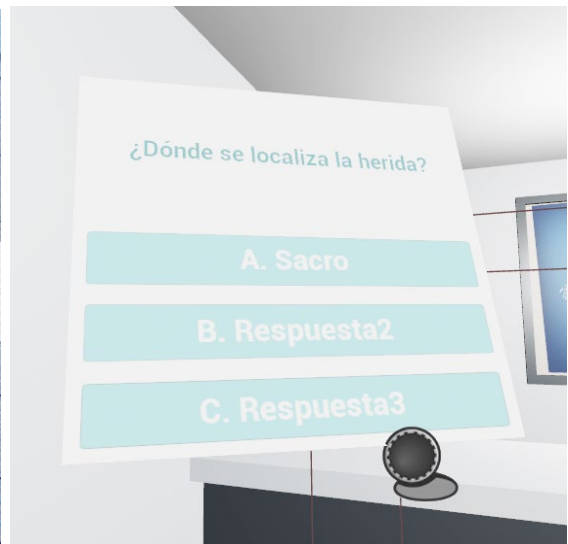
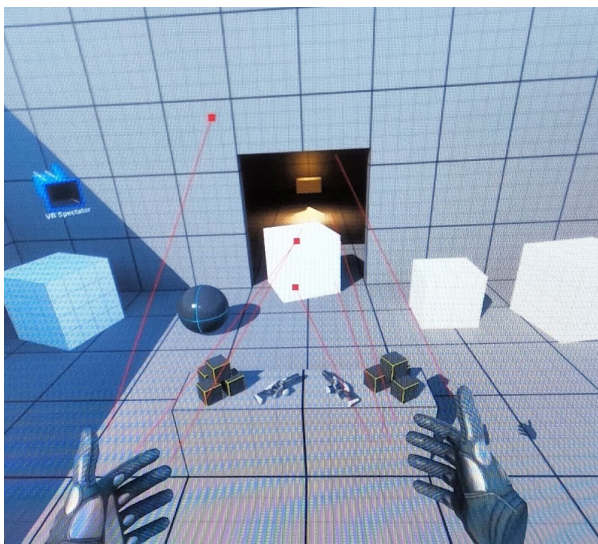
Para permitir el movimiento del jugador y su visión han sido programados nuevos “*inputs*”, que recogen las instrucciones de movimiento del usuario y permiten que se desplace libremente sobre el entorno.

Se le ha dado al usuario la propiedad de agarrar elementos con un “*grabber*”. Dicho elemento funciona de la siguiente manera, desde la cámara del jugador se lanza una línea invisible hacia el objeto que está mirando, presionando un botón predeterminado, dicho objeto lo coge el usuario.

Una vez soltado el botón, el objeto deja de estar afectado por el *grabber* y el usuario podrá agarrar otro.

Para aplicar esta propiedad a todos los objetos interactivos se ha recurrido a una técnica de programación orientada a objetos llamada herencia, la cual parte de un objeto programado con diferentes características base, llamada “padre”.

En base a ese objeto se crean los siguientes objetos denominados “hijos”, los hijos heredan todas las propiedades del padre, lo cual facilita la programación, evitando tener que repetir la programación anteriormente implementada en elementos del proyecto que tienen que comportarse de esa forma, la relación de las propiedades que se mantienen se llaman referencias.



En cuanto a los widgets del cuestionario, se generó una clase actor dentro de la cual se incluyó una propiedad widget para poder llamar a la interfaz deseada con las preguntas correspondientes. Independientemente de que la decisión fuera correcta o errónea, la interfaz te redirige a la siguiente pregunta del test y así sucesivamente.

Conforme a los cambios y las actualizaciones de Unreal Engine la opción de *trigger* de botones y, por lo tanto, la posibilidad de pulsarlos fue modificada y debido a la escasez de información de la nueva versión, esta parte de la programación se ha quedado desvinculada y prevista para arreglar en próximos avances.

Actualmente, el usuario puede observar en escena el cuestionario e interactuar con él a través del *hover*, es decir, cuando el cursor de los mandos está encima de uno de estos botones, este simula pulsarse. Cuando se termine la programación previa se mostrará el resultado de la pregunta rojo: erróneo, verde: acierto y se pasará a la siguiente.

6.3. Escenarios recreados

Se han simulado dos escenarios dentro de la aplicación, el primero es un espacio de consulta y el segundo la habitación con el paciente donde se va a realizar la cura.

Este escenario se ha desarrollado a partir de la investigación que hicieron las estudiantes de enfermería en el hospital Virgen de la Concha de Zamora, manteniendo el color de las paredes y el suelo lo más parecido posible a la realidad. Como no es un escenario que existe en la realidad, los muebles introducidos siguen la misma estética que el resto de la sala.



La imagen anterior representa el espacio destinado para la consulta, el cual está planteado con una disposición en forma de L para guiar al usuario al final de la sala.

Se empieza en la puerta a la izquierda enfrente del escritorio, donde saldrá una pantalla dando la bienvenida al estudiante e introduciéndole en la práctica. Detrás del mostrador se encuentra la enfermera que va a servir de guía para el jugador.

En la pared se pueden ver posters directamente relacionados con el tipo de cura a realizar, los cuales representan los diferentes niveles de aflicción del paciente junto a una imagen de la herida a curar.

En la siguiente imagen se puede ver la disposición de la habitación individual donde se encuentra el paciente, tiene forma rectangular y el núcleo de todas las acciones posibles se encuentra al lado izquierdo de la camilla.



Se planteó el escenario de esta forma para reducir el desplazamiento necesario dentro y fuera de la escena, teniendo todas las posibles acciones en la misma zona de movimiento.

Este escenario se puede dividir en dos partes principales, siendo la primera la zona del paciente, compuesta por una camilla y una mesilla con las herramientas seleccionadas para realizar la cura y, la segunda, la estantería con lavabo y mucho almacenamiento.



En este nivel también se encuentra un cuestionario sobre la herida y la cura a realizar por el estudiante, preparado por las estudiantes de enfermería gracias a su investigación, se pregunta por el estado y gravedad de la herida, localización en el paciente y cuestiones similares.

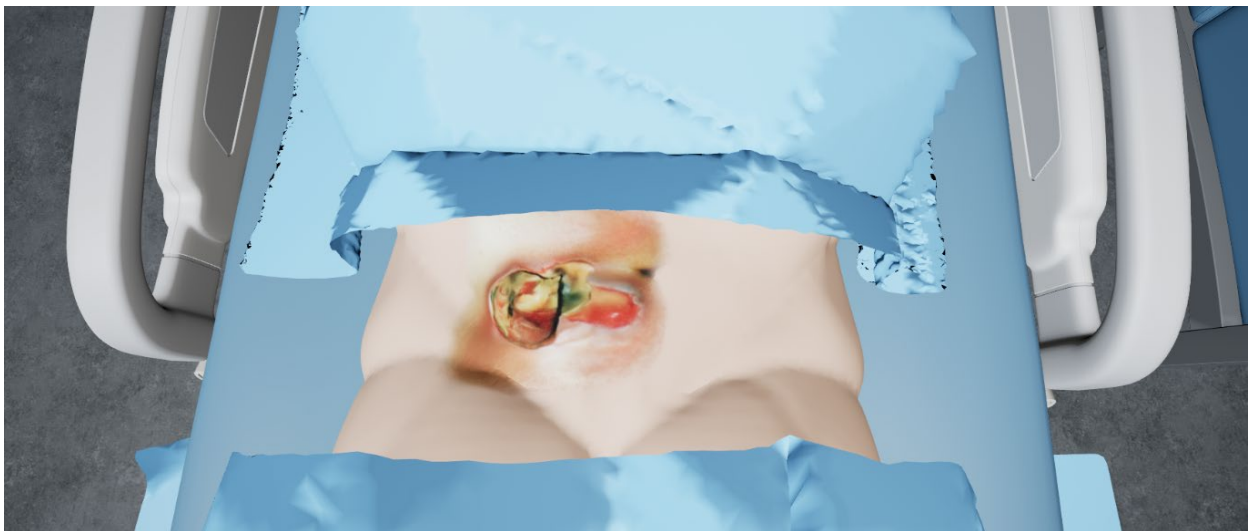
7. RESULTADOS ALCANZADOS

A pesar de no haber llegado al producto final planteado en un inicio, si se consiguió establecer una beta con sus respectivos entornos, controles principales y una buena conexión entre las gafas de realidad virtual y el proyecto.

Debido al retraso del trabajo, primordialmente por las clases cursadas por los alumnos y algunos fallos en la conexión de los equipos, esta primera aplicación “pre-alfa” se centra en establecer las bases de la práctica, la generación del entorno y la capacidad del usuario para interactuar dentro de este a través de los *grabber*. Además de un primer avance con los test de prueba con los que el estudiante responderá las preguntas con ayuda de los mandos.

En una expansión del proyecto se pasaría a la programación y evolución de la herida una vez aplicados los productos, además de la introducción de audio para guiar al usuario a través de la práctica.







8. CONCLUSIONES

En conclusión, la realización de este trabajo multidisciplinar, formado por alumnos de enfermería y de videojuegos, ha permitido la expansión de una aplicación técnica como sería la Realidad Virtual al campo de la medicina y el trato con los pacientes gracias a la diversidad en formación por parte de ambas carreras.

Aunque ahora mismo la aplicación tiene programadas las acciones básicas, el proceso de finalización y mejora ya estaría planteado, además de la posibilidad de expansión de este producto para añadir nuevas funcionalidades y distintos tratamientos para el desarrollo de conocimiento del usuario.

Con los widgets programados, el estudiante que esté en la simulación recibirá retroalimentación en tiempo real, sobre cada acción que ejerce, cosa que mejorará sus habilidades y podrá reconocer las áreas de mejora y aprendizaje.

Además, la aplicación ayuda a mejorar los costos de los materiales físicos para este tipo de prácticas. Ya que, la aplicación reduce la necesidad de usar materiales físicos como un maniquí o la posibilidad de cometer errores en un paciente real.

9. GLOSARIO

VR → Realidad Virtual.

Metahuman *Creator* → Herramienta para la creación de personajes realistas.

Input → Entrada de datos.

Grabber → Propiedad para agarrar objetos en la simulación virtual.

Feedback → Retroalimentación.

Low Poly → Estética para hacer objetos con el mínimo número posible de caras y vértices para reducir la carga de trabajo del ordenador.

Decals → Imágenes, generalmente sin fondo, que se superponen sobre el resto de los elementos de las escenas.

Backup → Copia de seguridad en los proyectos para asegurar el proceso de trabajo.

Trigger → Actor para provocar eventos

Hover → Alteración del aspecto de un componente de la interfaz cuando el ratón se superpone a este.

10. REFERENCIAS

Enlaces de los iconos de aplicaciones

<https://www.unrealengine.com/es-ES> (icono de unreal)

<https://www.meta.com/es/> (icono meta)

<https://store.steampowered.com/app/250820/SteamVR/?l=spanish> (icono de steamvr)

<https://www.blender.org/> (icono blender)

<https://www.autodesk.com/mx/education/edu-software/overview?sorting=featured&filters=individual> (icono 3ds max)

<https://desktop.github.com/> (icono GitHub Desktop)

https://www.google.com/intl/es_es/drive/ (icono google Drive)

<https://www.sketchbook.com/> (icono de sketchbook)

Enlaces de las imágenes de referencia

Colagenasa: <https://www.care.mongoss.com/?i=balzoo-scordia-abbiamo-bisogno-di-iruxol-unguento-facebook-xx-j97o0OH5>

Guantes estériles:

<https://www.mhsanitariomurcia.com/producto/guantes-cirugia-esteril-latex-sin-polvo-caja-50-uds/>

(caja de guantes) Guantes de nitrilo:

<https://www.postquam.com/es/higiene/4379-guante-nitrilo-azul-sin-polvo-eco-100-uds.html>

Portagen bote:

<https://www.ictsl.net/productos/01d63694a80f7ae0a/021b0797ba0bb9218.html>

Hidrofibra de hidrocoloide con plata:

<https://botiquinsans.com/producto/apositos/aposito-de-hidrofibra-y-plata-ionica-aquacel-ag-extra/>

Gasas estériles:

<https://www.sivemedical.es/gasas-y-compresas/252-gasa-esteril-tnt-pleg10x10cm20x20-30g.html>

Gasas no estériles:

<https://www.amazon.es/Rollos-vendaje-gasa-MEDca-envoltura/dp/B07BN5NSKG?th=1>

Campo estéril:

<https://prontodental.es/25/3059-campo-esteril-50x75-cm-azul-premium-1-ud.html>

Óxido de Zinc:

<https://www.dentallink.com.uy/producto/pharmadent/oxido-de-zinc-100-g/>

Suero fisiológico:

<https://www.marycel.com/tienda/suero-fisiologico-500-ml/>

Agua oxigenada:

<https://www.imark-hospitals.com/alcoholes.html>

Aguja:

https://es.wikipedia.org/wiki/Aguja_hipod%C3%A9rmica

Alcohol:

<https://www.imark-hospitals.com/alcoholes.html>

Betadine:

<https://www.farmasoler.com/medicamentos/betadine-100-mg-ml-solucion-topica-1-frasco-500-ml-716720.html>

Espuma de poliuretano con plata:

<https://www.parafarmic.com/aposito-biatain-ag-plata-adhesivo>

Gel hidroalcoholico:

<https://www.elcorteingles.es/parafarmacia/A38319556-gel-hidroalcoholico-475-ml-sterillium/>

Hidrogel:

<https://www.mercadolibre.com.ec/pomada-kendall-hydrogel-para-heridas-hospitalarias-85-g-1-unidad/p/MEC22273168>

Polihexamida:

<https://www.bbraun.es/es/products/b/prontosan-solucion.html>

Portagen (Tubo):

<https://www.medicalexpo.es/prod/demophorius-healthcare/product-68185-845577.html>

Termómetro:

<https://farmaciacarlotorres.com/producto/termometro-infrarrojos-tg8818h/>

Alginato:

<https://www.parafarmic.com/aposito-urgosorb-ag-plata-10x10>

Espuma de poliuretano adhesiva con borde sin plata:

<https://ostotec.com.mx/productos/cuidado-de-heridas/allevyn-sacrum/>

Documentación de programas

Documentación de GitHub para subir archivos pesados

<https://docs.github.com/es/repositories/working-with-files/managing-large-files/installing-git-large-file-storage>

<https://docs.github.com/es/repositories/working-with-files/managing-large-files/configuring-git-large-file-storage>

Investigación sobre úlceras por presión e imágenes

<https://ulceras.net/monografico/110/98/ulceras-por-presion-categorias.html>

<https://ulceras.net/monografico/109/97/ulceras-por-presion-etiotpatogenia.html>