

Escuela de Enfermería de Zamora
Escuela Politécnica Superior de Zamora

MEMORIA DE RESULTADOS

Proyecto de Innovación Docente ID2024/152

SIMULACIÓN MEDIANTE REALIDAD VIRTUAL DEL PROCEDIMIENTO DE SONDAJE NASOGÁSTRICO PARA LA FORMACIÓN EN ENFERMERÍA

PARTICIPANTES

BELÉN GARCÍA SÁNCHEZ	MANUEL PABLO RUBIO CAVERO
M. ^a JOSÉ FERMOSE PALMERO	JOSÉ LUIS PÉREZ IGLESIAS
JULIA CASILLAS TENA	SARA GUTIÉRREZ MARTÍN
CELIA ESTEBAN NIETO	JAIME MARTIN DIAZ
ANDREA MANZANO CARRILLO	SARA SÁNCHEZ GARCÍA
REBECA MARCOS JERÓNIMO	

Zamora, 27 de junio de 2025

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. ALCANCE DEL PROYECTO.....	4
2.1. Acotación del problema.....	4
3. REALIDAD VIRTUAL	5
3.1. Definición del concepto.....	5
3.2. Instalaciones disponibles	5
4. INVESTIGACIÓN DEL PROCEDIMIENTO CLÍNICO	6
4.1. Sondaje Nasogástrico (SNG).....	6
Indicaciones Principales	6
Contraindicaciones	7
Material Necesario.....	7
Tipos de Sondas.....	8
Técnica.....	11
Complicaciones posibles	14
Mantenimiento de la SNG	14
Retirada de la Sonda Nasogástrica	15
4.2. Gastrostomía endoscópica percutánea (PEG).....	15
Indicaciones.....	15
Técnica.....	16
Cuidados postoperatorios esenciales	17
Complicaciones a considerar	17
BIBLIOGRAFÍA	19
5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DE RVI	20
5.1. Plan de trabajo	20
5.2. Nivel de detalle que se pretende	20
5.3. Equipamiento empleado	20
5.4. <i>Software</i> empleado	25
5.5. Proceso de trabajo en GitHub.....	26
5.6. Modelado de objetos.....	27

5.7.	Escaneado de objetos.....	28
5.8.	Animaciones	30
6.	PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO.....	30
6.1.	Plantilla elegida para el proyecto y bases del programa.....	30
6.2.	Programación de la aplicación RVI.....	31
6.3.	Escenarios recreados.....	31
7.	RESULTADOS ALCANZADOS	33
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, aprovechando la tecnología de la Realidad Virtual Inmersiva (RVI), siendo un punto de encuentro entre los Grados de Enfermería (GE) y de Desarrollo de Aplicaciones 3D Interactivas y Videojuegos (GDA3DIv).

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.

Este tipo de sistemas permiten un 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.

Gracias al laboratorio del campus Viriato “Espacio de Proyectos Interactivos) y al equipamiento adquirido gracias a la financiación de este proyecto, se ha conseguido desarrollar un prototipo de aplicación educativa, empleando los conocimientos teórico-prácticos sobre el tema de estudio del GE junto a las técnicas prácticas del GDA3DIv.

El equipo de trabajo consta de profesores y alumnos de los grados de enfermería y GDA3DIv, siendo este proyecto multidisciplinar 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 necesidades, como la aplicación de estas a la enseñanza. Empresas de distintos sectores están implementando el uso de prácticas virtuales, reduciendo así en gran medida riesgos y gastos. Cursos de protección en fábricas, instrucción al personal en nuevas metodologías, etc. Y al igual que muchos de estos ámbitos, el sector sanitario y educativo no debe quedarse atrás.

Este proyecto será un pequeño avance del ámbito laboral de los futuros enfermeros, donde se mostrará una situación práctica real, donde deberán ser capaces de analizar al paciente y actuar en consecuencia. Reconocer los procedimientos y aplicar las técnicas más adecuadas. Posteriormente, recibirán la evaluación correspondiente 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 habilidades técnicas, evitando el desperdicio de materiales e incluso posibles daños a pacientes, debido a la falta de experiencia del estudiante.

Teniendo esto en cuenta, la aplicación de este proyecto podría extenderse 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 simulación 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 practica el sondaje nasogástrico en el paciente virtual.

3.2. Instalaciones disponibles

Para la realización de este proyecto se hizo uso del Laboratorio de Realidad Virtual situado en el campus Viriato de Zamora, laboratorio que está creciendo en equipamiento gracias a proyectos como este y cuenta con instalaciones de realidad

virtual, realidad aumentada y realidad mixta, sistemas de escaneo y digitalización 3D de superficies, trajes de captura de movimiento de personas y las estaciones de trabajo necesarias para la programación de las aplicaciones.

El espacio está repartido en dos zonas, una destinada al uso de las gafas de realidad virtual, siendo esta una zona más amplia y despejada en comparación con la otra, donde se encuentran 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 DEL PROCEDIMIENTO CLÍNICO

4.1. Sondaje Nasogástrico (SNG)

El sondaje nasogástrico (SNG) es un procedimiento clínico invasivo utilizado tanto en el ámbito hospitalario como domiciliario con fines diagnósticos y terapéuticos. Consiste en la introducción de una sonda a través de una de las narinas, que recorre la nasofaringe, el esófago y llega al estómago. Su ejecución requiere una formación teórico-práctica adecuada, ya que una colocación incorrecta puede provocar complicaciones como broncoaspiración, epistaxis o lesiones esofágicas.

Indicaciones Principales

- Descompresión del tracto gastrointestinal: En casos de íleo paralítico, obstrucción intestinal, o vómitos persistentes.
- Nutrición enteral: En pacientes que no pueden alimentarse por vía oral, pero con intestino funcional.
- Administración de medicamentos.
- Lavado gástrico: con fines terapéuticos, en intoxicaciones agudas (p. ej., sobredosis de fármacos).
- Obtención de contenido gástrico: Para estudios diagnósticos de sangrado, análisis de pH, etc.
- Prevenir aspiración en pacientes con alteración del nivel de consciencia

Contraindicaciones

- Fractura basal del cráneo, ya que el tubo puede ingresar al cerebro si está mal colocado. Se utilizará la vía orogástrica como alternativa.
- Patología obstructiva completa en orofaringe, esófago, que impide el paso del tubo (por ejemplo, estenosis, tumor). Perforación o sospecha de perforación esofágica. Cirugía nasal reciente. Trastornos, cirugías o traumatismos maxilofaciales.

Material Necesario

- Sonda nasogástrica adecuada.
- Lubricante hidrosoluble.
- Jeringa de 50 ml.
- Fonendoscopio.
- Linterna y depresores linguales.
- Esparadrapo o sistema de fijación.
- Vaso con agua y pajita (si el paciente puede deglutir).
- Guantes no estériles, gasas.
- Protector de la cama.
- Tiras reactivas para medición del pH.
- Tapón, bolsa colectora o aspirador.



Tipos de Sondas

A. Por Función

- **Sonda de vaciamiento:** Este tipo de sonda, que puede presentarse con uno o dos lúmenes, está diseñada específicamente para el drenaje gástrico y es compatible con conectores cónicos.
- **Sonda de nutrición:** Corresponde a una sonda nasogástrica de un solo lumen equipada con conectores ENFit, destinada principalmente a la administración de nutrición enteral. No obstante, también permite realizar vaciamiento gástrico utilizando una jeringa ENFit o un adaptador adecuado.
- **Sonda de nutrición y vaciamiento:** Diseñada para ofrecer funcionalidad dual, esta sonda puede contar con hasta tres lúmenes y múltiples puertos. Es compatible tanto con conectores ENFit como con conectores cónicos, lo que permite administrar nutrición y realizar el vaciamiento gástrico a través de un solo dispositivo.



B. Sondas Digestivas Comunes

- **Sonda de Levin:** el material del que está hecha es el plástico o el caucho dura. Mide 115 cm de longitud con calibres que van desde 10 Fr a 20 Fr (1 Fr = 0,33 mm). Posee marcas a los 27, 54, 67 y 78 cm representadas con 1, 2, 3 o 4 líneas desde la zona proximal a la distal de la sonda. Posee una punta cerrada y cuatro orificios laterales cerca de ella. Sirve para sondaje naso u orogástrico.
- **Sonda de Salem:** parecida a la sonda tipo Levin pero con dos luces. Una de las luces sirve para la entrada de aire y así evita la adherencia de la sonda a la mucosa gástrica: esta luz debe situarse siempre por encima del estómago para evitar la salida a través de ella de contenido gástrico. La otra luz es igual que la de cualquier sonda nasogástrica. Posee marcas a los 45, 55, 65 y 75 cm. Presenta orificios laterales y en la punta. Tiene una línea radiopaca y su calibre va desde 12-18 Fr.

- **Sonda de Anderson:** sonda de características similares a la sonda de Salem.
- **Sonda de Sengstaken-Blakemore:** indicada en hemorragias digestivas por varices esofágicas. Este tipo de sonda está compuesta por tres luces; una para inflar un balón en el esófago, otra para inflar un balón en el estómago y otra para drenar el contenido gástrico, algunas veces una cuarta luz permite el drenaje de contenido esofágico. Su uso es cada vez menos frecuente.
- **Sondas transpilóricas sin lastre:** sondas compuestas de silicona o poliuretano, por lo que pueden ser mantenidas por periodos de tiempo más prolongados, con calibres que oscilan entre los 8 y los 14 Fr, con el extremo distal en forma olivar que puede poseer uno o varios orificios para disminuir el riesgo de obstrucción. Este tipo de sonda, debido a su gran flexibilidad, suele tener una guía-alambre interno que impide que se acode o doble. Son radiopacas. Entre ellas se pueden encontrar:
- **Sondas transpilóricas con lastre:** la diferencia con las sondas sin lastre es que poseen en el extremo distal una zona más pesada que está hecha de tungsteno (wolframio) recubierto de caucho, que facilita el avance.

Uso previsto	Vaciamiento	Nutrición Vaciamiento con jeringa ENFit®	Nutrición y vaciamiento gástrico en pacientes en estado crítico	Nutrición y vaciamiento gástrico en pacientes en estado crítico
Conectores	Cónico	ENFit®	ENFit® y cónico	ENFit® y cónico
Material	PVC/silicona	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano
Lumen	Simple, doble o triple	Simple	Simple	Doble
Acceso	Gástrico	Gástrico o yeyunal	Gástrico	Vaciamiento gástrico Nutrición yeyunal
Duración de uso	Menos de 7 días	Menos de 6 semanas	Menos de 4 semanas	Menos de 4 semanas
Gama de tamaños	6 Fr - 36 Fr 60 cm - 125 cm	5 Fr - 14 Fr 50 cm - 120 cm	14 Fr, 120 cm	Sonda yeyunal: 9 Fr, 165 cm Sonda gástrica: 18 Fr, 120 cm

Sondas para el tratamiento de HDA y varices esofágicas

Tipo de SNG	Luces	Indicaciones
Sengstaken-Blakemore ®	3 (balón esofágico, balón gástrico y aspiración gástrica)	Compresión de hemorragia por varices esofágicas o gástricas
Linton-Nachlas ®	3 (balón gástrico, aspiración esofágica y aspiración gástrica)	Compresión de varices gástricas
Minnesota ®	4 (balón gástrico, balón esofágico, aspiración gástrica y aspiración esofágica)	Compresión de varices esofágicas o gástricas y hemorragias tipo Síndrome de Mallory-Weiss

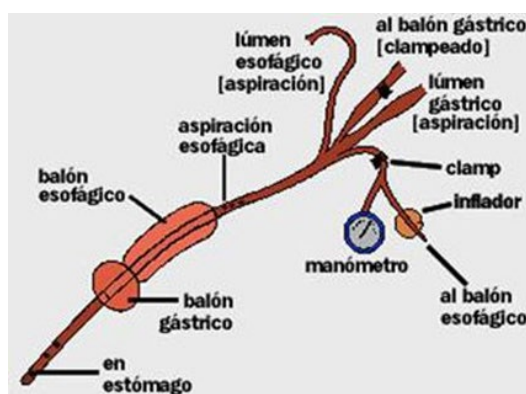


Imagen	Características	Indicaciones	Tipo de material
	Una sola luz con 4 perforaciones en el extremo. Presenta 4 marcas a lo largo de la sonda, en los cm 37, 54, 67, 68 (comenzando desde la punta) que sirven para orientar más fácilmente la introducción. Hay desde el calibre 12 hasta el 20.	Se utiliza habitualmente para la descompresión del estómago mediante aspiración, también para realizar lavados gástricos y para la administración de nutrición enteral, aunque esta última indicación no es la más adecuada.	Polivinilo
	Dos luces y varios orificios en la zona distal. La luz de menor calibre es la utilizada para la introducción de aire, mientras que la luz principal, de mayor calibre, se emplea para la realización de lavados gástricos.	Eliminación del contenido gástrico y ventilación para evitar la adherencia de la sonda a la pared del estómago.	Polivinilo
	Tres luces (una luz para lavado gástrico, una luz gástrica con balón y una luz esofágica con balón).	En pacientes con diagnóstico de hemorragia por varices esofágicas, con el objetivo de realizar hemostasis, drenar la cavidad gástrica e introducir medicamentos.	Látex
	Por su pequeña longitud se emplea en el sondaje nasogástrico en niños, aunque su uso está indicado en Urología. Su punta es cerrada y presenta un orificio en un lateral. Calibre 8 y 12 french.	Succión de contenido gástrico o administración de medicamentos en Pediatría.	Polivinilo
	Más confortables y, a igualdad de grosor, tienen mayor diámetro interno. Son más fáciles de colocar y para paliar esta dificultad, pueden incorporar un fiador, el cual confiere rigidez y permite avanzar la sonda con facilidad y seguridad, evitando que se formen acodamientos o bucles.	Son las más adecuadas para administrar alimentación.	Poliuretano
	Diseñada para mantener el estómago continuo y completamente vacío. Tiene 24 puertos de aspiración en la parte final del tubo, diseñados para filtrar el paso de partículas de mayor tamaño a lo largo del tubo.	Vaciamiento gástrico	Polivinilo

Técnica

1. Preparación del Procedimiento

Objetivo: Asegurar la correcta colocación de la sonda nasogástrica para fines diagnósticos o terapéuticos, garantizando la seguridad del paciente y minimizando riesgos.

1.1 Verificación e información al paciente:

- Confirmar identidad del paciente (nombre, edad, historial clínico).
- Explicar el procedimiento en términos comprensibles, incluyendo sensaciones esperadas: molestias nasales, náuseas, sensación de cuerpo extraño, etc.
- Obtener colaboración activa si el paciente está consciente, especialmente para tragar durante la inserción.

1.2 Posición del paciente:

- Ideal: sentado en posición de Fowler (cabecera a 45-90°).
- Alternativa: decúbito lateral izquierdo con cabeza elevada en caso de pacientes encamados o con movilidad reducida.

1.3 Preparación del material (ver lista en sección anterior):

- Verificar funcionalidad del fonendoscopio, permeabilidad de jeringas, integridad de la sonda y disponibilidad de sistema de fijación.

2. Procedimiento de Inserción Paso a Paso

2.1 Higiene y medidas de protección:

- Higiene de manos y colocación de guantes no estériles.
- Colocar empapador en el pecho del paciente.

2.2 Comprobación de permeabilidad nasal:

- Pedir al paciente que respire por una fosa mientras se tapa la otra, y escoger la más permeable.
- Observar desviaciones del tabique nasal o lesiones visibles.

2.3 Medición de la sonda (técnica NOX):

- Desde el orificio nasal hasta el lóbulo de la oreja, y de ahí hasta el apéndice xifoides.
- Marcar el punto estimado de inserción con rotulador permanente.



2.4 Lubricación y colocación inicial:

- Lubricar 7-10 cm del extremo distal con gel hidrosoluble.
- Reclinar ligeramente la cabeza hacia atrás e introducir la sonda por la narina seleccionada.

2.5 Avance controlado:

- Avanzar suavemente siguiendo el piso de la fosa nasal hacia la nasofaringe.
- Una vez pasada esta zona, flexionar la cabeza hacia adelante (simula la acción de tragar).
- Pedir al paciente que trague saliva o agua con pajita (si es posible). Esto facilita el paso al esófago.
- Continuar avanzando lentamente hasta llegar a la marca NOX.
- Interrumpir la maniobra y retirar la sonda unos centímetros si:
 - encontramos resistencia
 - el paciente tose, se ahoga, si se pone cianótico
 - si la sonda se envuelve sobre sí misma, quedando en la boca
 - Tras unos minutos de descanso continuar con la introducción hasta la marca señalada
- Si la resistencia persiste, repita el procedimiento en la otra fosa nasal y considere la posibilidad de cambiar la sonda por una de menor diámetro.

3. Verificación de la Posición

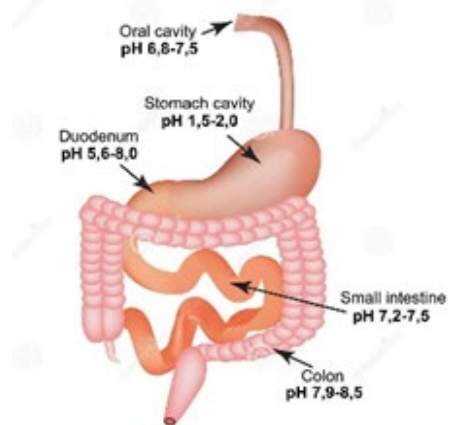
Importante: No administrar nada por la sonda hasta confirmar su colocación correcta.

3.1 Verificación inicial:

- Aspirar contenido gástrico con jeringa de 50 ml.
- Medir el pH del aspirado:
 - $\text{pH} \leq 5.5 \rightarrow$ probable posición gástrica.
 - $\text{pH} 4 - 5.5 \rightarrow$ sospecha de posición esofágica $\rightarrow$ confirmar con radiografía.
- Si no se obtiene aspirado:
 - Insuflar 10–20 ml de aire.
 - Reintentar la aspiración (esperar 30 min si persiste negativa).

LOCALIZACIÓN DEL ASPIRADO	CARACTERÍSTICAS	PH
GÁSTRICO	Claro, blanco oscuro, verde herboso, tostado, marrón teñido si hay sangre.	<5
INTESTINAL	Manchado de bilis, de claro a oscuro amarillo dorado	>6
PULMONAR	Acuoso, mocos de color pajizo	>6

pH of the gastrointestinal tract



3.2 Verificación secundaria:

- Si el pH es >5.5 o no hay aspirado: solicitar radiografía de tórax.
- No confiar en métodos como:
 - Auscultación de aire en epigastrio.
 - Observación del contenido.

3.3 Fijación de la sonda:

- Fijar con apósito específico o esparadrapo hipoalergénico.
- Marcar punto de salida visible.
- Evitar presionar excesivamente la narina.
- Fijar el extremo distal al hombro o tórax del paciente.

4. Documentación

Registrar en la historia clínica:

- Fecha, hora y responsable de la colocación.
- Tipo y calibre de la sonda.
- Narina utilizada.
- Longitud externa.
- Resultado de verificación (pH o radiografía).
- Observaciones clínicas del paciente.

Complicaciones posibles

- Malposición en vía aérea.
- Reflujo y riesgo de broncoaspiración.
- Broncoaspiración si se introduce por la vía respiratoria
- Irritación nasal o esofágica.
- Epistaxis (sangrado nasal)
- Sinusitis o infecciones
- Obstrucción de la sonda.

Mantenimiento de la SNG

A. Cuidados de la Sonda

- Verificar la posición cada 24 h y ante eventos como vómitos, tos, desplazamientos.
- Cambiar el punto de fijación y rotar la sonda diariamente.
- Lavar con agua (30-50 ml) tras medicamentos o alimentación.
- Usar medicamentos líquidos o triturados finamente si es posible.
- No mezclar medicamentos entre sí ni con alimentos.
- Cambiar la sonda según recomendaciones del fabricante.

B. Cuidados del Paciente

- Limpieza nasal y bucal diaria.
- Lubricación de labios.
- Mantenimiento de postura adecuada (cabecera a 30-40°).

- Higiene de manos antes y después de manipular la sonda.

Retirada de la Sonda Nasogástrica

1. Colocar una toalla en el pecho del paciente.
2. Higiene de manos y guantes.
3. Desconectar la sonda del sistema.
4. Introducir agua para vaciar la sonda.
5. Pinzar la sonda.
6. Retirar el apósito con cuidado.
7. Pedir al paciente que contenga la respiración y extraer suavemente.
8. Desechar la sonda adecuadamente.
9. Limpiar restos de esparadrapo, nariz y aplicar lubricante.
10. Mantener al paciente en Fowler 30 min.
11. Eliminar el material y realizar higiene de manos.

4.2. Gastrostomía endoscópica percutánea (PEG)

La gastrostomía endoscópica percutánea (PEG) es una intervención quirúrgica mínimamente invasiva que permite el acceso directo al estómago para alimentación enteral prolongada. Es preferida frente a la sonda nasogástrica en pacientes con necesidad de nutrición superior a 4 semanas, por comodidad, estética y menor riesgo de desplazamiento. La Gastrostomía Endoscópica Percutánea (PEG) es un procedimiento mediante el cual se introduce un tubo flexible, generalmente fabricado con poliuretano, utilizando una endoscopia. Este tubo, que mide aproximadamente 35 cm de longitud y cuenta con un lumen hueco para permitir el paso de líquidos, tiene un diámetro externo que se mide en unidades French. Su finalidad es facilitar la administración directa de líquidos y/o medicamentos al estómago, evitando así el paso por la boca y el esófago.

Indicaciones

- La indicación principal para la colocación de una sonda de gastrostomía es la presencia de disfagia prolongada en pacientes que mantienen una adecuada función gastrointestinal. Las causas de la disfagia son variadas, aunque suelen agruparse en dos grandes categorías: los trastornos neurológicos y los anatómicos.

Material necesario:

- Sonda de balón del calibre adecuado, seleccionada previamente según la historia clínica del paciente.
- Guantes (no necesariamente estériles).
- Material para la limpieza del estoma: suero fisiológico, clorhexidina y gasas.
- Dos jeringas.
- Ampolla de agua destilada o estéril.
- Lubricante hidrosoluble.



Técnica

El primer recambio de la sonda se realiza de forma hospitalaria.

El resto de los recambios se pueden realizar en el domicilio.

Para realizar el recambio de la sonda de gastrostomía, es fundamental asegurar que el paciente haya permanecido en ayunas durante un mínimo de 6 horas. El procedimiento debe llevarse a cabo con el paciente en posición de decúbito supino.

Una vez informado el paciente y/o cuidador sobre la técnica a seguir, se procede a preparar el material necesario sobre un paño limpio (ver apartado anterior).

Se realiza una adecuada higiene de manos y se colocan los guantes. Antes de proceder con la inserción, se verifica el buen estado de la nueva sonda: el anillo debe ofrecer resistencia al deslizamiento y el balón debe inflarse correctamente con 10 ml de agua destilada o estéril. Confirmado su correcto funcionamiento, se lubrica el extremo distal con lubricante hidrosoluble.

Antes de retirar la sonda antigua, se limpia el estoma con suero fisiológico. A continuación, se desinfla el balón utilizando una jeringa de 10 ml. Una vez vaciado el balón, se extrae la sonda firmemente con la mano dominante, mientras

la otra estabiliza el abdomen del paciente. Si se percibe resistencia, se recomienda realizar movimientos rotatorios suaves para facilitar la extracción.

Tras la retirada de la sonda, se introduce la nueva en un ángulo de 90° con respecto al abdomen. Con otra jeringa se infla el balón con la cantidad de agua destilada o estéril indicada por el fabricante (habitualmente 10 ml), y se aplica clorhexidina en el estoma para desinfectar la zona.

Seguidamente, se tracciona suavemente de la sonda para asegurar que el balón queda ajustado contra la pared gástrica. Se coloca el anillo de seguridad, dejando una separación de aproximadamente 3 mm con la piel, para evitar presión excesiva. En caso de sangrado durante la extracción, se recomienda colocar una gasa entre la piel y el anillo.

Para finalizar, se retira el material utilizado, se realiza nuevamente un lavado higiénico de manos y se registra en la historia clínica el procedimiento realizado. Debe incluirse el calibre de la sonda colocada, el volumen de inflado del balón, la fecha del último y del próximo recambio, así como cualquier observación relevante sobre el estado del estoma.

Cuidados postoperatorios esenciales

- Valoración diaria del estoma y limpieza con solución salina.
- Rotación diaria del tubo para evitar adherencias internas.
- Evaluación del débito, aspecto de la piel, signos de infección o desplazamiento.
- Formación al paciente/cuidador sobre manejo y complicaciones.

Complicaciones a considerar

- Infección del sitio de inserción.
- Desplazamiento o extrusión del tubo.
- Obstrucción del canal.
- Peritonitis (muy rara pero grave).

4.3. Justificación del Uso de Realidad Virtual en Procedimientos como SNG y PEG

Implementar simulación en realidad virtual (RV) para procedimientos como la colocación de una sonda nasogástrica (SNG) o una gastrostomía endoscópica percutánea (PEG) es importante por varias razones clave, especialmente en el ámbito de la educación en el sector salud y la seguridad del paciente:

1. Mejora la formación clínica sin riesgo para el paciente

- La RV permite que los estudiantes y profesionales practiquen múltiples veces sin poner en riesgo a personas reales.
- En procedimientos delicados como SNG y PEG, cualquier error puede causar lesiones; la simulación reduce la curva de aprendizaje en un entorno seguro.

2. Reproduce escenarios complejos y variados

- Permite simular complicaciones reales (como resistencia al paso de la sonda o mala colocación) que serían difíciles o poco éticas de reproducir con pacientes reales.
- Los usuarios pueden aprender a reconocer signos de alerta y a responder adecuadamente.

3. Retroalimentación inmediata y personalizada

- La RV puede ofrecer feedback automático sobre precisión, técnica, tiempos, y errores cometidos, lo que optimiza el aprendizaje.
- Se pueden medir métricas objetivas (como ángulo de inserción, presión ejercida, ubicación de la sonda).

4. Aumenta la confianza y reduce la ansiedad

- Al familiarizarse con el procedimiento en un entorno virtual, los profesionales ganan confianza y seguridad antes de hacerlo en un paciente real.
- Esto es especialmente importante en procedimientos que pueden resultar incómodos o angustiantes tanto para el paciente como para el operador.

5. Estandariza la enseñanza

- Todos los estudiantes reciben la misma calidad de entrenamiento, independientemente del hospital o tutor.
- Esto es crucial para procedimientos que requieren precisión técnica.

6. Permite evaluación continua

- La RV facilita el seguimiento del progreso individual a lo largo del tiempo.
- Los instructores pueden identificar áreas específicas de mejora para cada alumno.

7. Reduce costos a largo plazo

- Aunque la tecnología de RV requiere una inversión inicial, reduce costos asociados con materiales desechables de prácticas tradicionales, uso de pacientes estandarizados, o errores en el entorno clínico real.

En resumen, la simulación en realidad virtual transforma la forma en que se enseñan y practican procedimientos clínicos, haciendo que el aprendizaje sea más seguro, eficaz y accesible. Esto se traduce en mejor atención al paciente y profesionales de la salud más competentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Motta APG, Rigobello MCG, Silveira RCCP, Gimenes FRE. Nasogastric/nasoenteric tube-related adverse events: an integrative review. Rev Lat Am Enfermagem. 2021 Jan 8;29:e3400. doi: 10.1590/1518-8345.3355.3400. PMID: 33439952; PMCID: PMC7798396.
- National Nurses Nutrition Group. Good Practice Guideline. Safe Insertion and Ongoing Care of Nasogastric (NG) Feeding Tubes in Adults. Disponible en: [NNNG-Nasogastric-tube-Insertion-and-Ongoing-Care-Practice-Final-Aprill-2016.pdf](#)
- Lyman B, Peyton C, Healey F. Reducing nasogastric tube misplacement through evidence-based practice: is your practice up-to-date? Am Nurse Today. [Internet]. 2018 [cited Mar 24, 2021];13(11):6-11. Disponible en: <https://www.americannursetoday.com/reducing-nasogastric-tube-misplacement/>.
- Manual CTO
- Álvarez P., De la Concepción MP., Fariñas B., González C., Pardo I. Procedimiento de colocación y cuidados de la sonda nasogástrica. 2021.
- **Compat** [Internet]. [Citado 7 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.compat.com/es/>
- García-Roselló Elena, Andreu-Gómez Daniel, López-Mas Valero Rafael, Lozano-Francés Jordi. Recambio de sonda de gastrostomía endoscópica percutánea en atención domiciliaria. Hosp. domic. [Internet]. 2021 Sep [citado 2025 Jun 07]; 5(3): 167-171. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2530-51152021000300005&lng=es. Epub 13-Sep-2021 <https://dx.doi.org/10.22585/hospdomic.v5i3.135>.

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DE RVI

5.1. Plan de trabajo

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, en el apartado técnico destinado a los estudiantes del Grado de Desarrollo de Aplicaciones 3D Interactivas y Videojuegos, se crea la aplicación de realidad virtual inmersiva empezando por las bases iniciales de entornos y jugabilidad; y avanzando progresivamente a los pasos más complejos como la manipulación de la sonda nasogástrica y el desarrollo de la práctica.

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 repetitiva, fácil, con la capacidad de reducir fallos humanos en pacientes reales y reduciendo la cantidad de personal necesario para atender las necesidades de cada estudiante.

5.2. Nivel de detalle que se pretende

Este trabajo aspira a recreación un entorno realista pero asequible, buscando reflejar la realidad de un entorno de hospital en un espacio virtual. Los elementos empleados para la recreación del entorno son objetos cotidianos fácilmente reconocibles en cualquier hospital.

A pesar de buscar la máxima inmersión posible a través de un entorno realista, hay que tener en cuenta las limitaciones del proyecto, sobre todo en la escasez de ordenadores potentes para aplicaciones más pesadas. Por lo que se mantendrán materiales más simplificados.

En cuanto al paciente virtual utilizado, se escaneo el maniquí que se utiliza en la práctica de enfermería para hacer la inserción de la sonda nasogástrica.

5.3. Equipamiento empleado

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

- Sistema de realidad virtual

Fue el equipo de trabajo principal.

En este proyecto se ha empleado el sistema Meta Quest 3 de Meta, adquirido con la financiación asignada por el propio proyecto. Se ha elegido este modelo de última generación, ya que cumple las características necesarias (sistema de Realidad Virtual y Mixta, portátil, compatible con los motores de desarrollo y con un coste asequible).



- ROUTER WIFI

Para conectar las gafas de realidad virtual a un ordenador de sobremesa era necesario que ambos equipos estuvieran conectados a la misma red.

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



- Cable USB de conexión de las gafas a la CPU

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



- Adaptador de cable tipo C a USB

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.



- 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 Motor de desarrollo de aplicaciones interactivas (Unreal Engine) 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.

- Escáner 3D

Para el escaneado y digitalización de diversos objetos del entorno virtual, tanto en la ambientación hospitalaria virtual como en la realización práctica del procedimiento de sondaje nasogástrico, se empleó un escáner milimétrico de barrido por luz estructurada infrarroja.

De la marca Creality, modelo CR-Scan Ferret Pro, es un escáner 3D portátil, preciso y fácil de usar, con una precisión de 0,1 mm y escaneo en color de 24 bits. Con tecnología de seguimiento antivibración garantiza buenos resultados y permite escanear objetos de diferentes tamaños y condiciones.



5.4. Software empleado

Para desarrollar esta aplicación se han usado los siguientes programas, los cuales se pueden dividir en 4 categorías principales:

Programación y preparación de escenarios		Modelado de objetos	
Requisitos de compatibilidad		Escaneado de objetos	

Unreal Engine 5.5.4	
 [Icono de Unreal Engine]	Motor de desarrollo de aplicaciones interactivas y videojuegos. Se trabajó con la última versión del programa disponible para realizar el proyecto. Se eligió por ser el motor principal de Grado.
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]	Programa de modelado, visualización 3d y animación. Aplicación principal 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.
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.
CrealityScan	
 [Icono de CrealityScan]	Software de trabajo del escáner CR-SCAN FERRET PRO Aplicación para escanear un objeto y pasarlo a un modelo digital en forma de malla poligonal en 3D.

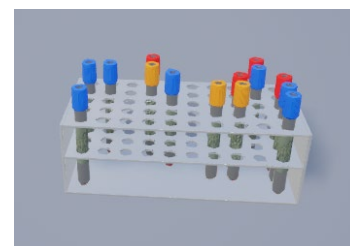
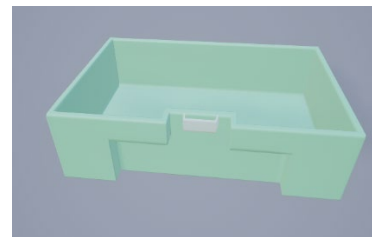
5.5. Proceso de trabajo en GitHub

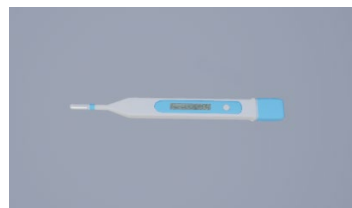
Como ya se ha mencionado, la aplicación de GitHub Desktop funciona a través de repositorios compartidos donde varios usuarios pueden realizar y descargar cambios sobre un proyecto común, facilitando la implementación de cambios para desarrollar una aplicación.

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 se emplea una rama de *backup* o respaldo para guardar ciertos cambios antes de realizar alteraciones importantes o de riesgo sobre el proyecto.

5.6. Modelado de objetos

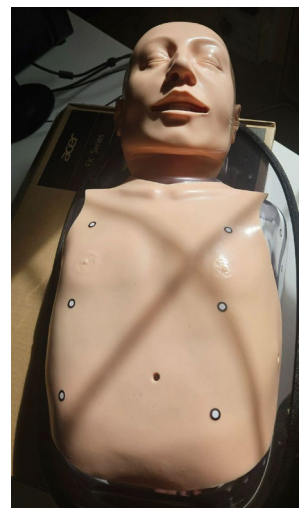
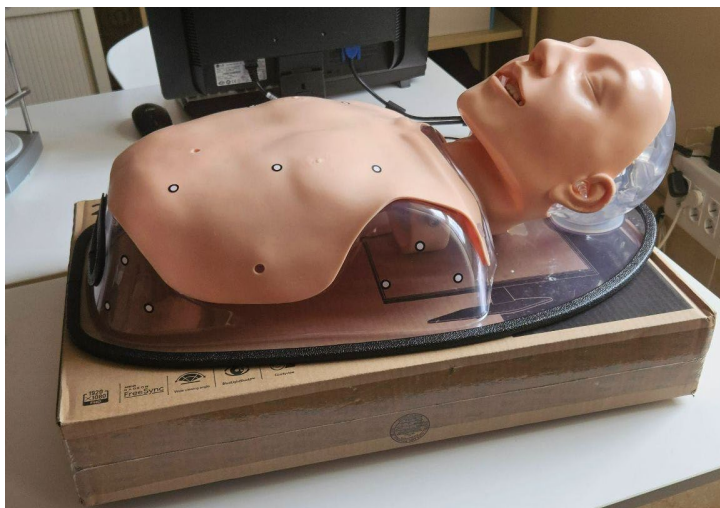
Para el diseño del entorno, los estudiantes de videojuegos han recreado una habitación de hospital a través de elementos obtenidos en librerías. Se añadieron diferentes objetos sanitarios en la habitación de hospital para sumergir más al jugador en el ambiente.





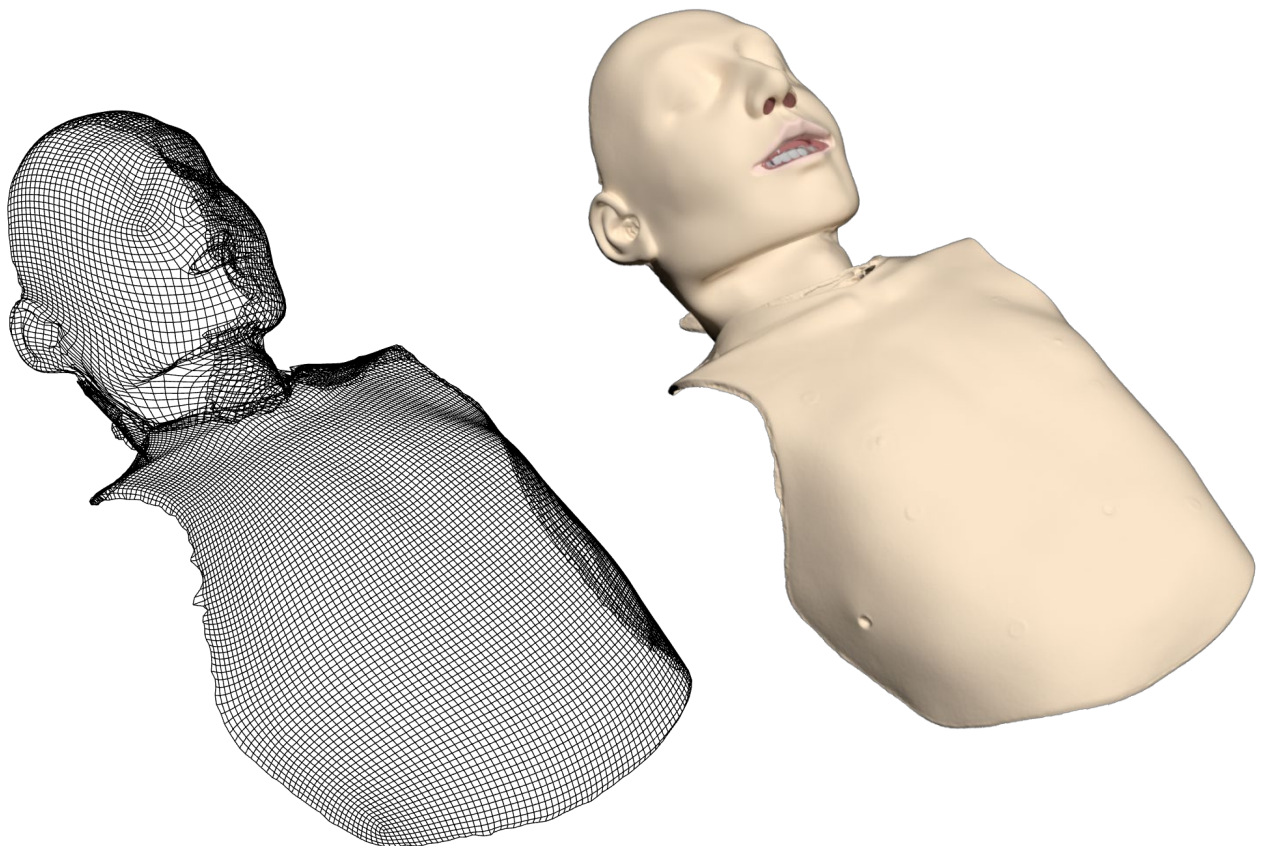
5.7. Escaneado de objetos

La Escuela de Enfermería cedió su maniquí de prácticas para que fuera escaneado y utilizado en la aplicación para introducir la sonda nasogástrica.



A través de la aplicación de Creality Scan y su escáner, los alumnos de videojuegos tuvieron que hacer varios escaneados del maniquí hasta obtener un buen resultado. Tuvieron que cuidar mucho el aspecto de la luz que le daba al maniquí mientras lo escaneaban para que no salieran reflejos. Además, debido a que gran parte de este maniquí es transparente, necesitaron adherirle patrones de reconocimiento en diferentes lugares para que el escáner pudiera digitalizar toda su superficie y obtener así los datos de forma necesarios.

Después de escanear el maniquí, se eliminaron los puntos innecesarios y se creó la malla 3D con la aplicación Creality Scan. Esta malla estaba compuesta por un millón de polígonos por lo que era necesario reducirlos para poder incluir el objeto en Unreal Engine. En el programa de modelado Blender se hizo un diezmado de los polígonos para reducirlos a 14,000. Con esta aplicación también se crearon y fijaron las texturas del maniquí para mejorar la obtenida por el escáner.



5.8. Animaciones

También con Blender, se crearon 3 animaciones distintas de cómo se introduce la sonda en el maniquí. Una de ellas es la forma correcta que llega hasta el estómago y las otras dos son formas erróneas, una pasando a los pulmones y otra a la boca. Estas animaciones se incorporaron posteriormente a la aplicación para que el usuario pudiera observar fácilmente cómo se va introduciendo la sonda.



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 Realidad Virtual de Unreal Engine 5, que ha sido adaptada progresivamente para satisfacer las necesidades específicas del proyecto.

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

Como ya se dijo, es necesario usar un casco o gafas de realidad virtual para poder realizar desplazamientos por el entorno 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

Tanto el movimiento del usuario mediante su propio desplazamiento, como la vista y el desplazamiento mediante teletransporte, son implementados por la propia plantilla del motor.

También, se le ha dado al usuario la propiedad de agarrar elementos con un “*grabber*”.

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

En base a ese objeto se crean los siguientes 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.

Para la creación de la sonda nasogástrica se han estudiado y testado múltiples métodos intentando que tuviera las características físicas adecuadas de un cuerpo lineal deformable. Después de las pruebas se ha decidido usar un modelo de sonda que permite ser agarrado por un extremo, dejando el método abierto para futuras actualizaciones que permitan que esta tenga múltiples puntos de agarre.

6.3. Escenarios recreados

Se ha simulado como escenario, una habitación de hospital siguiendo las indicaciones de las componentes de Enfermería. También se han incorporado al escenario las experiencias de los estudiantes del Grado de videojuegos durante sus estancias en hospitales. Se han colocado los objetos de forma que se asemeje lo máximo posible a una habitación de un hospital tipo.



7. RESULTADOS ALCANZADOS

A pesar de no haber llegado al producto final planteado en un inicio, si se consiguió establecer una beta con su entorno, controles principales y una buena conexión entre las gafas de realidad virtual y el proyecto. Debido al retraso de trabajo primordialmente por los problemas a la hora de crear una sonda nasogástrica que fuera manipulable por el usuario, esta primera versión pre-Alfa se centra en establecer las bases de la práctica.

En esta versión el usuario puede manipular la sonda y se simula la introducción de la sonda en el maniquí que se encuentra en el entorno creado.

En una expansión del proyecto se pasaría a la programación y la mejora de la manipulación de la sonda nasogástrica. También se añadirían widgets para que el usuario tenga la retroalimentación necesaria.



8. CONCLUSIONES

En conclusión, la realización de este trabajo multidisciplinar, formado por Estudiantes y profesores del Grado de Enfermería y del Grado de Desarrollo de Aplicaciones 3D Interactivas y Videojuegos, ha permitido usar una tecnología novedosa y avanzada como es la Realidad Virtual Inmersiva en el campo de la formación sanitaria y la práctica de procedimientos clínicos, gracias a la diversidad de la educación en ambas titulaciones.

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 distintas intervenciones para el desarrollo de los conocimientos y habilidades del usuario.

Además, la aplicación ayuda a reducir el coste de los materiales físicos y equipamientos necesarios para este tipo de prácticas, reduce la necesidad de usar materiales físicos como un maniquí y la posibilidad de cometer errores en un paciente real.

9. GLOSARIO

VR → Realidad Virtual.

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 del software empleado

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

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

<https://play->

<lh.googleusercontent.com/TJtrlE0Wcry2F6cuB4Zexv8UHUyFOv9LhxqXRiONFLOzN5NhfEJq2rnIVQrxI1xo6Q> (icono de Creality Scan)

Fdo. MANUEL PABLO RUBIO CAVERO

Profesor Coordinador del Proyecto

Zamora, 27 de junio de 2025