

Escenario de aprendizaje de realidad mixta que simule los elementos de un entorno médico de una sala posparto afecta el desempeño de los estudiantes de medicina de la Universidad Industrial de Santander en el entrenamiento del manejo de la hemorragia posparto.

María Alejandra Olarte Ruiz

Trabajo de Grado para Optar el Título de Diseñadora Industrial

Director

Jorge Leonardo Soto Garnica

Diseñador Industrial

Codirectora

Adriana Inés González Quitián

Especialista en Ginecología y Obstetricia

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicomecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Bucaramanga

2026

### **Dedicatoria**

A mi familia por su trabajo, sacrificio, apoyo y esfuerzo durante todos estos años, lo que  
me permitió cumplir un sueño más.

A todas las personas que apoyaron el proceso y han hecho posible que este trabajo se  
realice con éxito.

A mi pareja por todo el apoyo y acompañamiento constante durante este proceso.

*“La vida es una obra de teatro que no permite ensayos...Por eso, canta, ríe, baila, llora y  
vive intensamente cada momento de tu vida...Antes que el telón baje y la obra termine sin  
aplausos”.*

*Charles Chaplin*

### **Agradecimientos**

En primer lugar, expreso mi agradecimiento al profesor Luis Eduardo Bautista y al profesor Jorge Leonardo Soto Garnica por su orientación, apoyo y valiosos aportes. Su amplia experiencia y conocimiento brindaron herramientas fundamentales tanto para el desarrollo de este proyecto de investigación como para mi formación profesional.

Asimismo, agradezco a la Escuela de Diseño Industrial y al grupo de Investigación INTERFAZ por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto. Su apoyo y compromiso con el fomento de la investigación en los estudiantes de pregrado han sido fundamentales para fortalecer la importancia de esta disciplina en el campo del Diseño Industrial.

De igual manera, agradezco a los profesionales que participaron en la etapa de empatía y evaluación por su disponibilidad, acompañamiento y sugerencias, las cuales fueron fundamentales para la realización de las pruebas y el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Finalmente, agradezco a mi familia por su constante apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

**Tabla de Contenido**

Introducción .....	17
1. Planteamiento del problema .....	18
1.1. Descripción del problema .....	18
1.2. Contextos que originan la situación de estudio .....	23
1.3. Marco Referencial .....	24
1.3.1. Hemorragia posparto .....	24
1.3.2. Causas de la hemorragia posparto .....	25
1.3.3. Diagnóstico y clasificación clásica de choque hipovolémico de Baskett .....	27
1.3.4. Prevención y manejo clínico de la hemorragia post-parto .....	28
1.3.5. Equipo multidisciplinario .....	30
1.3.6. Dispositivos intrauterinos .....	32
1.3.7. Formación basada en simulación .....	33
1.3.8. Simuladores .....	33
1.3.9. Carga cognitiva y toma de decisiones en situaciones de emergencia .....	34
1.3.10. Teoría de la carga cognitiva .....	34
1.3.11. Fatiga, estrés y desempeño clínico .....	35
1.3.12. Comunicación y trabajo en equipo en contextos de alta responsabilidad .....	36
1.3.13. Gamificación .....	36
1.3.14. Diseño UI (Interfaz de Usuario) .....	36
1.3.15. Experiencia de Usuario (UX) .....	37
1.3.16. Diseño multisensorial .....	37

1.3.17. Producción de contenidos 3D para simulaciones médicas .....	39
1.4. Antecedentes de la situación de estudio .....	39
1.5. Alcances .....	41
1.6. Justificación .....	41
1.7. Formulación de la pregunta que permite abordar la situación de estudio o pregunta de investigación .....	44
2. Grupo de investigación y aporte del estudiante .....	45
2.1. Grupo de investigación .....	45
2.2. Aporte del estudiante .....	45
3. Objetivos .....	47
3.1. Objetivo General .....	47
3.2. Objetivos Específicos .....	47
4. Metodología .....	48
5. Resultados .....	49
5.1. Empatizar .....	49
5.1.1. Revisión de la literatura .....	49
5.1.2. Observación de simulaciones tradicionales .....	55
5.1.3. Experiencia de campo en contexto clínico .....	59
5.1.4. Conclusiones de los encuentros con el personal médico .....	59
5.1.5. Flujo de trabajo .....	60

5.1.6. Análisis de las soluciones que se están dando para el manejo de una hemorragia posparto.....	64
5.1.7. Encuentro con expertos en simulación(Bodystorming).....	73
5.1.8. Usuario arquetipo.....	76
5.1.9. Delimitación del caso clínico.....	78
5.1.10. Diagrama de secuencia de acciones por roles.....	79
5.1.11. Definición de requerimientos y parámetros.....	81
5.2. Idear.....	85
5.2.1. Diagrama de flujo del entorno virtual.....	85
5.2.2. Sketch del entorno.....	89
5.2.2. Listado de elementos necesarios para la construcción del entorno.....	92
5.2.2.1. Recursos 3D.....	92
5.2.2.2. Animaciones.....	94
5.2.2.3. Sonidos.....	95
5.2.4. Diagrama de puesta en escena.....	98
5.3. Prototipar.....	99
5.3.1. Prototipo de baja fidelidad.....	99
5.3.2. Prototipo de mediana fidelidad.....	101
5.3.3. Prototipo de alta fidelidad.....	109
5.4. Testear.....	115
5.4.1. Protocolo de validación con estudiantes.....	115
5.4.1.1. Objetivo.....	116
5.4.1.2. Tareas a evaluar en el entorno de realidad mixta(RM).....	116

5.4.1.3. Diseño metodológico .....	116
5.4.1.4. Variables Controladas y No Controladas .....	117
5.4.1.5. Instrumentos de Medición .....	117
5.4.1.6. Parafernalia .....	117
5.4.2.Documentación de la validación .....	117
5.4.3. Resultados .....	120
5.4.4. Ajustes .....	124
5.4.5. Discusión .....	126
6. Conclusiones .....	127
7.Recomendaciones .....	128
Referencias Bibliográficas .....	130
Apéndices .....	137

**Lista de Tablas**

Tabla 1 Retos para la enseñanza de la clinica en entornos hospitalarios .....	20
Tabla 2 Factores de riesgo de hemorragia posparto .....	25
Tabla 3 Diagnostico y clasificación del grado de choque .....	28
Tabla 4 Medidas de seguridad iniciales .....	29
Tabla 5 Mortalidad materna temprana por tipo y causa principal agrupada, Colombia, 2019-2021 .....	43
Tabla 6 Metodologia del proyecto .....	48
Tabla 7 Palabras clave y ecuaciones de búsqueda del estado del arte .....	50
Tabla 8 Criterios de inclusión y exclusión de la revisión de literatura .....	51
Tabla 9 Resultados de la busqueda bibliográfica .....	52
Tabla 10 Elementos actuales en el laboratorio de simulación en la Universidad Industrial de Santander .....	57
Tabla 11 Benchmarking .....	65
Tabla 12 Lista de deseos para la elaboración del entorno virtual .....	81
Tabla 13 Tabla de requerimientos y parámetros .....	82
Tabla 14 Lista de recursos 3D .....	93
Tabla 15 Lista de animaciones .....	94
Tabla 16 Lista de recursos sonoros .....	97
Tabla 17 Matriz SSC del prototipo de baja fidelidad para la primera fase .....	101
Tabla 18 Matriz SSC del prototipo de fidelidad media .....	108
Tabla 19 Matriz SSC del prototipo de alta fidelidad .....	114
Tabla 20 Resultados encuesta de percepción de fidelidad .....	120

**Lista de Figuras**

Figura 1 Sala de cirugía equipada para procedimientos obstétricos .....	21
Figura 2 Simulador de hemorragia posparto – Entrenador para HPP P97 PRO .....	24
Figura 3 Atonía uterina .....	26
Figura 4 Masaje compresivo bimanual del útero .....	26
Figura 5 Desgarros perineales .....	27
Figura 6 Tarjetas informativas para la asignación de roles .....	31
Figura 7 Balón de Bakri: dispositivo y material necesario .....	32
Figura 8 Inserción y llenado del balón de bakri .....	33
Figura 9 Escenario medico prototipo nivel avanzado .....	41
Figura 10 Video Simulación clínica de la atención medica por hemorragia posparto .....	54
Figura 11 Video capacitación para la Atención Emergencia Obstétrica por Hemorragia ....	54
Figura 12 Registro de visitas durante la clase práctica. ....	57
Figura 13 Ilustración del primer acercamiento del estudiante con el simulador físico. ....	61
Figura 14 Ilustración del estudiante realizando la evaluación de la primera T. ....	61
Figura 15 Ilustración del estudiante llevando a cabo el masaje bimanual .....	62
Figura 16 Ilustración del estudiante insertando el balón artesanal .....	63
Figura 17 Ilustración del debriefing después de la simulación.....	64
Figura 18 Encuentro con expertos en simulación.....	75
Figura 19 Usuario arquetipo .....	77
Figura 20 Diagrama de secuencia de acciones por roles .....	80
Figura 21 Diagrama de flujo del entorno virtual .....	86
Figura 22 Momentos instruccionales .....	87

Figura 23 Momentos de decisión .....	88
Figura 24 Sketchs de alternativas de la configuración de elementos físicos del entorno .....	90
Figura 25 Sketch del entorno del simulador virtual .....	91
Figura 26 Diagrama de puesta en escena .....	98
Figura 27 Prototipo de bajo nivel .....	100
Figura 28 Prototipo de nivel medio .....	102
Figura 29 Pantalla de inicio de nueva etapa .....	103
Figura 30 Pantalla de introducción .....	104
Figura 31 Pantalla de decisión .....	105
Figura 32 Pantalla de instrucciones .....	105
Figura 33 Ubicación del Head-Up Display .....	106
Figura 34 Animaciones realizadas en Blender .....	107
Figura 35 Video de apoyo para la colocación del traje antichoque .....	108
Figura 36 Animación en Blender de los modelos de apoyo .....	110
Figura 37 Creación de texturas en Substance Painter .....	111
Figura 38 Creación del video introductorio del caso .....	112
Figura 39 Tutorial del funcionamiento del entorno virtual .....	113
Figura 40 Estudiante de medicina diligenciando formulario de caracterización y firma del consentimiento informado .....	118
Figura 41 Estudiante de medicina realizando la prueba práctica .....	119
Figura 42 Estudiantes de medicina realizando la encuesta .....	120
Figura 43 Ajuste comportamiento de la sangre .....	124
Figura 44 Ajuste modelo de monitor de signos vitales .....	125

**Lista de Apéndices**

Apéndice A. Afiche Código Rojo.....	137
Apéndice B. Planilla de seguimiento de código rojo.....	138
Apéndice C. Informe de sesión de cocreación.....	139
Apéndice D. Guión clínico HPP.....	144
Apéndice E. Diagrama de secuencia de acciones por roles con animaciones.....	145
Apéndice F. Design kit.....	146
Apéndice G. Guía física previo a la simulación.....	147
Apéndice H. Protocolo de validación.....	151
Apéndice I. Consentimiento informado.....	154
Apéndice J. Cuestionario de percepción de fidelidad.....	155

## Glosario

### **Balón de Bakri o balón artesanal:**

método de control de la hemorragia posparto que consiste en introducir un balón (o un condón con sonda, en contextos de bajos recursos) en el útero para detener el sangrado.

### **Camilla obstétrica:**

superficie adaptada para la atención de partos, utilizada tanto en entornos reales como en simulaciones clínicas.

### **Carga cognitiva:**

cantidad de esfuerzo mental requerido para procesar información y realizar una tarea dentro de un entorno de aprendizaje o simulación.

### **Código rojo:**

protocolo de atención clínica de respuesta inmediata, activado ante la presencia de hemorragia obstétrica severa, especialmente durante el embarazo, el parto o el posparto. Su objetivo principal es disminuir la morbilidad materna mediante la identificación oportuna del sangrado, la coordinación rápida de un equipo multidisciplinario y la aplicación sistemática de medidas diagnósticas y terapéuticas, como la reanimación hemodinámica, el control de la fuente de la hemorragia y el uso racional de hemoderivados. Este código busca optimizar los tiempos de atención y estandarizar la toma de decisiones en situaciones de alto riesgo vital.

### **Debriefing:**

proceso reflexivo posterior a una simulación clínica, en el cual se analizan las acciones, decisiones y resultados con fines de aprendizaje.

**Equipo de parto:**

conjunto de instrumentos médicos básicos necesarios para la atención de un nacimiento y el manejo de emergencias obstétricas.

**Escenario clínico simulado:**

situación recreada que imita un caso médico real, diseñada con fines pedagógicos para evaluar el desempeño de estudiantes o profesionales de la salud.

**Fidelidad del entorno:**

grado de realismo con el que una simulación reproduce las condiciones del mundo real, ya sea a nivel físico, visual o funcional.

**Gamificación:**

aplicación de mecánicas de juego en contextos no lúdicos con el fin de aumentar el compromiso y la motivación.

**Hemorragia posparto (HPP):**

complicación obstétrica grave caracterizada por una pérdida excesiva de sangre después del parto, considerada una de las principales causas de mortalidad materna.

**Heurísticas de usabilidad:**

conjunto de principios o reglas generales utilizadas para evaluar la facilidad de uso y la calidad de interacción de un sistema o interfaz.

**Interacción hombre-máquina:**

proceso mediante el cual los usuarios se comunican e interactúan con sistemas digitales o tecnológicos, en este caso, con el entorno de realidad mixta.

**Modelo físico:**

representación tangible (como un maniquí o fantoma) utilizada para recrear partes del cuerpo humano en procesos de enseñanza y entrenamiento médico.

**Realidad mixta (RM):**

combinación de la realidad aumentada y la realidad virtual, en la que elementos físicos y digitales interactúan en tiempo real.

## Resumen

**Título:** Escenario de aprendizaje de realidad mixta que simule los elementos de un entorno médico de una sala posparto afecta el desempeño de los estudiantes de medicina de la Universidad Industrial de Santander en el entrenamiento del manejo de la hemorragia posparto.\*

**Autor:** María Alejandra Olarte Ruiz\*\*

**Palabras Clave:** Realidad Mixta, Simulación Médica, Hemorragia Posparto, Educación Obstétrica, Emergencias Obstétricas.

**Descripción:** La hemorragia posparto constituye una de las principales causas de morbilidad y mortalidad materna a nivel mundial, lo que hace indispensable fortalecer la formación clínica de los estudiantes de medicina en el reconocimiento temprano y el manejo oportuno de esta emergencia obstétrica. Sin embargo, la enseñanza tradicional enfrenta limitaciones para recrear escenarios clínicos complejos, dinámicos y de alta presión sin poner en riesgo a pacientes reales.

Este trabajo de grado propone el desarrollo y la evaluación de un escenario de aprendizaje basado en realidad mixta que simula los elementos de un entorno médico de una sala posparto, orientado al entrenamiento en el manejo de la hemorragia posparto en estudiantes de medicina de la Universidad Industrial de Santander. El escenario integra el uso de gafas de realidad mixta que presentan información clínica de manera progresiva, así como un diseño sonoro y multisensorial que refuerza el realismo perceptual y la inmersión del estudiante durante la simulación.

El proyecto se enmarca dentro de un enfoque de investigación aplicada, en el cual se analiza tanto el diseño del escenario como su influencia en el desempeño de los estudiantes durante el entrenamiento clínico. A través de la simulación médica, se evalúan aspectos como la comprensión del contexto clínico, la toma de decisiones, la atención a señales críticas y la respuesta ante la progresión de la emergencia, en un entorno controlado y seguro.

Se espera que este trabajo contribuya al fortalecimiento de la educación obstétrica mediante el uso de tecnologías inmersivas, ofreciendo una herramienta replicable que mejore la preparación de los estudiantes frente a emergencias obstétricas y facilite la transferencia del aprendizaje a contextos clínicos reales.

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: Jorge Leonardo Soto Garnica. Diseñador Industrial.

### Abstract

**Title:** A mixed reality learning scenario that simulates the elements of a medical postpartum ward environment affects the performance of medical students at the Universidad Industrial de Santander in training for the management of postpartum hemorrhage.\*

**Author:** María Alejandra Olarte Ruiz

**Key Words:** Mixed Reality, Medical Simulation, Postpartum Hemorrhage, Obstetric Education, Obstetric Emergencies.

**Description:** Postpartum hemorrhage is one of the leading causes of maternal morbidity and mortality worldwide, making it essential to strengthen the clinical training of medical students in the early recognition and timely management of this obstetric emergency. However, traditional teaching methods face limitations in recreating complex, dynamic, and high-pressure clinical scenarios without placing real patients at risk.

This undergraduate thesis proposes the development and evaluation of a mixed reality-based learning scenario that simulates the elements of a postpartum medical environment, aimed at training medical students from the Universidad Industrial de Santander in the management of postpartum hemorrhage. The scenario integrates the use of mixed reality headsets that progressively present clinical information, as well as a sound and multisensory design that enhances perceptual realism and student immersion during the simulation.

The project is framed within an applied research approach, in which both the design of the scenario and its influence on student performance during clinical training are analyzed. Through medical simulation, aspects such as clinical context comprehension, decision-making, attention to critical cues, and responses to the progression of the emergency are evaluated in a controlled and safe environment.

This work is expected to contribute to the strengthening of obstetric education through the use of immersive technologies, offering a replicable training tool that improves student preparedness for obstetric emergencies and facilitates the transfer of learning to real clinical contexts.

\* Degree Work

\*\*Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Industrial Design. Industrial Design Program. Director: Jorge Leonardo Soto Garnica. Industrial Designer.

## Introducción

La hemorragia posparto (HPP) constituye una de las principales causas de morbilidad y mortalidad materna a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente el 25% de las muertes maternas se atribuyen a complicaciones obstétricas, siendo la HPP una de las más críticas (OMS, 2020). En esta misma línea, la Organización de las Naciones Unidas advierte que las cifras continúan siendo alarmantes: "una mujer sigue muriendo durante el embarazo y el parto cada dos minutos en promedio en todo el mundo, eso supone aproximadamente 712 cada día." (ONU, 2023).

En el ámbito de la educación médica, persiste una brecha entre la formación teórica y la práctica clínica; especialmente en el manejo de estas emergencias obstétricas. Los estudiantes de medicina enfrentan limitaciones en el acceso a experiencias prácticas, derivadas de la escasez de recursos educativos y de la baja integración de simulaciones efectivas en los planes de estudio.

En respuesta a esta problemática, el presente proyecto se desarrolla como parte del macroproyecto "Programa de simulación clínica con tecnologías convergentes para el aprendizaje de la atención primaria en urgencias en salud", liderado por el grupo de investigación INTERFAZ. En este marco, se propone el diseño de un entorno de aprendizaje basado en realidad mixta orientado al fortalecimiento de la formación médica en el manejo de la hemorragia posparto, en coherencia con los objetivos del proyecto macro y las líneas de investigación del grupo.

Con el propósito de abordar esta problemática, el estudio se centra en el desarrollo de un entorno de aprendizaje basado en realidad mixta, diseñado para la formación médica en el manejo de la hemorragia posparto, con el fin de ofrecer a los estudiantes un espacio de práctica que les permita fortalecer sus habilidades clínicas sin poner en riesgo a pacientes reales.

A través de la construcción de este escenario virtual, se busca potenciar la adquisición de competencias críticas para el manejo de emergencias obstétricas, contribuyendo así a la formación de profesionales médicos más capacitados y capaces de responder eficazmente ante situaciones de emergencia en la práctica clínica real.

## **1. Planteamiento del problema**

### **1.1. Descripción del problema**

Las principales causas de la hemorragia posparto incluyen la atonía uterina, placenta retenida y traumatismo durante el parto. Maswime y McIntock señalan que esta complicación puede verse exacerbada por intervenciones médicas inadecuadas y falta de reconocimiento oportuno de los factores de riesgo (Maswime y Buchmann, 2017; McIntock y James, 2011).

Esta situación se relaciona, en parte, con las limitaciones presentes en las instituciones educativas, donde las oportunidades de capacitación práctica suelen ser reducidas. Roso (2023) menciona que en su investigación, el autor realizó una encuesta sobre el nivel de competencias clínicas a una población de 70 estudiantes internos de la carrera de Medicina de la Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca, en la cual se evidenció que las estrategias didácticas empleadas por los docentes son regulares. Asimismo, se concluyó que los objetivos de aprendizaje no se alcanzan de manera satisfactoria debido a la deficiencia de espacios para la práctica, la masificación de estudiantes y el tiempo limitado destinado a estas actividades.

De manera similar, a partir de un encuentro con un focus group realizado en la Escuela de Medicina de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander, en el que participaron dos profesoras expertas en el manejo de la hemorragia posparto, se identificaron resultados concordantes con los hallazgos reportados por Roso (2023).

Lo anterior sugiere que resulta fundamental ofrecer experiencias prácticas accesibles que permitan a los estudiantes desarrollar los procedimientos clínicos de manera adecuada. Melo et al. (2018) destacan que una capacitación efectiva se basa en la transferencia del aprendizaje a escenarios del mundo real, aspecto que con frecuencia está ausente en los entornos educativos tradicionales. En ausencia de experiencias de simulación apropiadas, los estudiantes pueden presentar dificultades para aplicar el conocimiento teórico en situaciones clínicas reales. Asimismo, se ha demostrado que la capacitación basada en simulación mejora significativamente las habilidades de gestión de los profesionales de la salud en situaciones de emergencia, incluida la hemorragia posparto (Melo et al., 2018).

Aunado a lo anterior, durante la pandemia por COVID-19 se realizaron diversas adaptaciones a formatos virtuales, obligando a los programas educativos a modificar sus metodologías, lo que limitó aún más las experiencias prácticas presenciales (Manrique-Gutiérrez et al., 2021). Esta situación generó una preocupación adicional respecto a la capacidad de los estudiantes para adquirir competencias clínicas esenciales en situaciones críticas, como la hemorragia posparto, dado que estos formatos no permiten un acercamiento completo a las dinámicas médicas del entorno clínico real.

Por otra parte, la naturaleza colaborativa del manejo de la hemorragia posparto resulta crucial; sin embargo, suele recibir poca atención en los programas de capacitación. Zhang et al. (2022) indican que el establecimiento de equipos colaborativos mejora la capacidad de respuesta ante emergencias obstétricas. De igual manera, Indriyani y Pandin (2021) enfatizan la importancia del trabajo interdisciplinario entre los profesionales de la salud para optimizar el manejo de la hemorragia posparto. En este sentido, la falta de entrenamiento en trabajo en equipo puede comprometer la capacidad de respuesta de los estudiantes ante este tipo de emergencias.

No obstante, la implementación de tecnologías para la capacitación clínica también enfrenta diversos desafíos. Mercado-Cruz et al. (2022) señalan que la educación médica contemporánea se ve afectada por la falta de espacios adecuados, la sobrecarga de estudiantes, la limitada formación pedagógica en educación médica, la reducción del tiempo de práctica en entornos hospitalarios y la necesidad de optimizar los procesos educativos mediante el uso de simulaciones clínicas (**Tabla 1**). Esto evidencia que, aunque el tiempo de permanencia de los estudiantes de pregrado en escenarios clínicos es considerable, este resulta en muchos casos subutilizado.

**Tabla 1**

*Retos para la enseñanza de la clínica en entornos hospitalarios.*

Origen	Retos para la enseñanza de la clínica
Instituciones hospitalarias	Apoyo institucional escaso hacia las actividades de enseñanza.
	Criterios inadecuados para la selección del personal que participa en actividades académicas.
	Estímulos insuficientes para el personal que participa en las actividades académicas.
	Áreas pequeñas (consultorios, quirófanos y salas de hospitalización) y sobrecargadas de estudiantes.
	Insumos hospitalarios limitados, principalmente los relacionados con la protección personal de los profesionales de la salud (cubre bocas, guantes, vestimenta para actividades quirúrgicas, etc.).
	Escasez de espacios para la enseñanza formal (aulas, auditorios y centros de simulación).
	Recursos tecnológicos insuficientes (conectividad a internet, computadoras, proyectores audiovisuales y recursos para simulación clínica).
	Desequilibrio entre la cantidad de pacientes y el número de estudiantes de pre y posgrado.
	Falta de organización en rotaciones clínicas (empalme entre las actividades prioritarias de atención médica y actividades de enseñanza).
	Escasa o nula supervisión y realimentación de los procesos educativos.
Instituciones educativas	Comunicación escasa con las áreas de enseñanza y profesores de los entornos clínicos.
	Escasa o nula supervisión del cumplimiento de los programas académicos.
	Falta de apoyo a las instituciones hospitalarias.
	Aumento en el número de instituciones educativas.
Profesores clínicos	Falta de tiempo por exceso de trabajo clínico y administrativo.
	Falta de interés y disposición para la enseñanza.
	Escasa o nula capacitación en temas de educación médica (estrategias de enseñanza, evaluación y realimentación específicas para entornos clínicos; estrategias para integrar las TAC's en la enseñanza de la clínica; estrategias para enseñar a usar la MBE en la práctica cotidiana; estrategias para enseñar habilidades de comunicación, liderazgo y profesionalismo; estrategias para enseñar habilidades psicomotoras; etc.).
	Desconocimiento de los programas académicos y objetivos de aprendizaje.
	Organización de estrategias educativas improvisadas, sin el consentimiento previo de los enfermos y con poco apego a los derechos de los pacientes.
	Poca participación en actividades académicas por temor a ser expuesto por errores médicos o falta de conocimientos disciplinares.
	Confluencia de estudiantes † procedentes de diferentes instituciones con programas académicos heterogéneos.
Estudiantes	Pocas habilidades para el aprendizaje autorregulado e independiente.
	Falta de compromiso, interés y motivación para aprender.
	Falta de continuidad a los padecimientos de los enfermos.
	Falta de entrenamientos clínicos previos.
	Aumento constante en el número de estudiantes.

*Nota.* Tomado de *Evaluación de competencias clínicas a través de telesimulación: una alternativa para exámenes de altas consecuencias*, por Mercado-Cruz et al. (2022), *Investigación en Educación Médica*, 11(44), 23–33.

En cuanto al entorno físico, el ambiente típico de una sala de cirugía (**Figura 1**) es un espacio altamente controlado, diseñado para maximizar la seguridad y la eficacia de los

procedimientos médicos. Este entorno se caracteriza por la presencia de elementos específicos como iluminación especializada, sonidos ambientales y equipamiento técnico, los cuales influyen directamente en el desarrollo de las intervenciones. Entre estos elementos se encuentran mesas quirúrgicas ajustables, equipos de anestesia, monitores de signos vitales e instrumentos quirúrgicos estériles (Cruz et al., 2022). Asimismo, la iluminación quirúrgica de alta intensidad permite una visualización clara del campo operatorio sin generar sombras que interfieran en el procedimiento (Dávila-Ramírez et al., 2015).

### Figura 1

*Sala de cirugía equipada para procedimientos obstétricos*



*Nota. Tomado de [infraestructuramedica.mx](http://infraestructuramedica.mx)*

Adicionalmente, el movimiento constante del personal médico, los pacientes y la manipulación de equipos y suministros genera un entorno sonoro particular, influenciado por el desplazamiento de camillas, sillas de ruedas y otros dispositivos médicos (Bejarano, 2019).

Otro aspecto relevante es la fidelidad del simulador, la cual, según Sol (2017), se refiere al grado de precisión con el que una simulación reproduce la realidad. Esta puede clasificarse en

función de las habilidades que se desean desarrollar, desde ejercicios cognitivos básicos hasta simulaciones de alta fidelidad que permiten adquirir habilidades psicomotoras, cognitivas, interactivas e interpersonales. En este sentido, los simuladores de alta fidelidad pueden programarse para ofrecer respuestas fisiológicas realistas a las acciones de los estudiantes, favoreciendo la transferencia del aprendizaje a la práctica clínica futura.

De acuerdo con lo anterior, la configuración actual de los espacios de capacitación para estudiantes de Medicina no alcanza un nivel de fidelidad acorde con el entorno médico real requerido para el manejo de la hemorragia posparto.

En relación con la enseñanza de maniobras específicas, como el masaje uterino bimanual, se emplean simuladores físicos de baja fidelidad, como maniqués, para la práctica. No obstante, estos modelos no reproducen con precisión el comportamiento fisiológico de la paciente ni el entorno de una sala posparto, lo que puede generar una percepción incompleta del contexto clínico. Además, dichos simuladores no permiten representar distintos escenarios clínicos asociados a las cuatro causas principales de la hemorragia posparto (tono, trauma, trombina y tejido), lo que se traduce en una experiencia de aprendizaje limitada.

Ante este panorama, se identifica la oportunidad de desarrollar un entorno de simulación derivado del macroproyecto “Programa de simulación clínica con tecnologías convergentes para el aprendizaje de la atención primaria en urgencias en salud”, del grupo de investigación INTERFAZ. Este entorno validado con estudiantes, podría servir como una herramienta que permita a los estudiantes de Medicina de la Universidad Industrial de Santander practicar y consolidar las habilidades requeridas para el manejo de la hemorragia posparto, favoreciendo el desarrollo de procedimientos clínicos con mayor confianza y seguridad en la atención a pacientes reales.

## 1.2. Contextos que originan la situación de estudio

El presente estudio se enmarca en el macroproyecto “Programa de simulación clínica con tecnologías convergentes para el aprendizaje de la atención primaria en urgencias en salud”, desarrollado por el grupo de investigación INTERFAZ. Este macroproyecto tiene como objetivo configurar un proceso de diseño y creación de un producto mínimo viable de simuladores clínicos de alta fidelidad, orientados a la implementación de estrategias de gestión del aprendizaje para la atención de urgencias médicas.

En este contexto, el proyecto se orienta al desarrollo de un escenario de simulación clínica con énfasis en emergencias obstétricas, específicamente en la atención de la hemorragia posparto, en la Universidad Industrial de Santander.

A partir de una entrevista realizada a una profesora experta en ginecología y obstetricia del programa de Medicina de la Universidad Industrial de Santander, se identificó que el proceso de formación de los estudiantes en el manejo de la hemorragia posparto se estructura en tres etapas principales:

*Aula invertida:* Espacio en el que los estudiantes preparan previamente el material de estudio y lo desarrollan en encuentros presenciales, donde se aborda el tema a nivel teórico con el acompañamiento del docente encargado.

*Taller de habilidad:* Encuentro entre estudiantes y docentes basado en simulación clínica. Inicia con el reconocimiento del biomodelo (que representa a una paciente con signos de choque hipovolémico) y del escenario de simulación. Posteriormente, se realiza la explicación de la tarea a desarrollar (briefing) y una demostración por parte del docente. A continuación, el estudiante ejecuta el ejercicio bajo supervisión y finalmente, se lleva a cabo un espacio de retroalimentación conjunta (debriefing).

*Actividad experiencial:* Trabajo independiente basado en simulación, en el cual el estudiante practica de manera autónoma sin la realización de una sesión formal de debriefing.

### 1.3. Marco Referencial

#### 1.3.1. Hemorragia posparto

Karlsson y Pérez Sanz (2009) definen la hemorragia posparto como una pérdida de sangre superior a 500 ml tras un parto vaginal y mayor a 1000 ml en un parto por cesárea. Esta condición representa una de las principales causas de mortalidad materna a nivel mundial; por ende, su manejo adecuado resulta esencial, ya que una intervención médica oportuna puede salvar vidas.

Las causas más frecuentes incluyen la atonía uterina, la retención de placenta, las coagulopatías y las laceraciones del canal de parto. **Figura 2.**

#### Figura 2

*Simulador de hemorragia posparto – Entrenador para HPP P97 PRO*



*Nota. Tomado de 3B Scientific*

### 1.3.2. Causas de la hemorragia posparto

Las causas de la hemorragia posparto incluyen la atonía uterina, los traumatismos o laceraciones, la retención de productos de la concepción y las alteraciones de la coagulación. Una regla mnemotécnica ampliamente utilizada para recordarlas es la de las cuatro “T”: tono, tejido, trauma y trombina (Brogly et al., 2025). **(Tabla 2).**

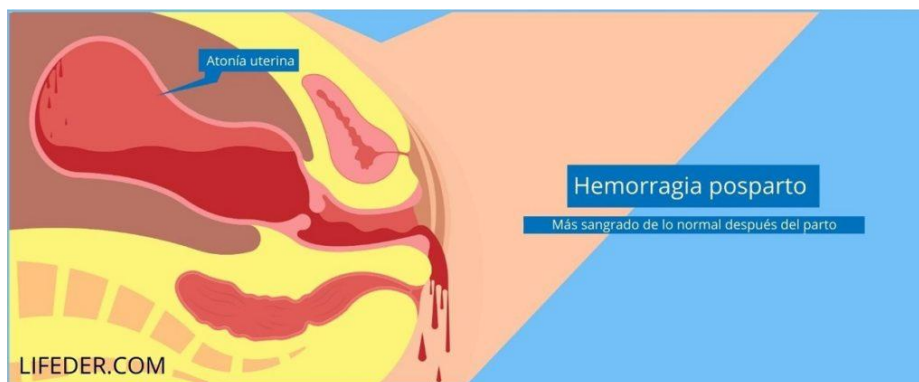
**Tabla 2**

#### *Factores de riesgo de hemorragia posparto*

Etiología	Problema primario	Factores de riesgo, signos
Atonia	Atonia	Uso prolongado de oxitocina
		Multiparidad
	Corioamnionitis	
	Anestesia general	
	Embarazo múltiple	
Sobredistensión uterina	Miomias uterinos	Polihidramnios
		Macrosomía
Trauma genital	Inversión uterina	Tracción excesiva cordón umbilical
	Episiotomía	Cordón umbilical corto
		Placenta de implantación fúndica
	Laceración cervical, vaginal, perineal	Parto instrumentado
		Parto precipitado
Retención tejido placentario	Retención placentaria	Placenta succenturiata
	Placenta acreta	Cirugía uterina previa
		Alumbramiento incompleto de la placenta
Anomalías en la coagulación	Preeclampsia	Hematomas
	Alteraciones de la coagulación (von Willebrand, hemofilia)	Petequias
		Infeción grave
	Embolismo líquido amniótico	Abruptio placentae
	Excesiva reposición de cristaloides	Fiebre, sepsis
	Toma de anticoagulantes	Hemorragia
		Tratamiento anticoagulante

*Nota.* Tomado de *Guía multidisciplinaria para el manejo de la hemorragia posparto*

*Atonía Uterina:* Es la causa más frecuente, siendo responsable del 80-90% de los casos de hemorragia posparto. Entre los factores de riesgo se encuentran la sobredistensión uterina (por gestación múltiple, hidramnios o feto macrosómico), el agotamiento muscular (por partos prolongados o precipitantes y gran multiparidad) y la corioamnionitis (Karlsson & Pérez Sanz, 2009). **Figura 3.**

**Figura 3***Atonía uterina*

*Nota.* Tomado de *Lifeder.com*

Como tratamiento inicial se recomienda realizar masaje uterino mediante compresión fúndica; en caso de respuesta insuficiente, se procede al masaje uterino bimanual (**Figura 4**). Estas acciones deben ejecutarse de forma inmediata y simultánea.

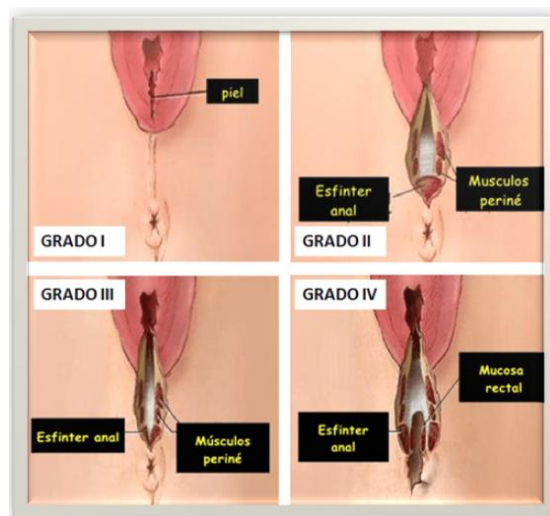
**Figura 4***Masaje compresivo bimanual del útero*

*Nota.* Tomado de *Manual breve de emergencia obstétrica*, por Federación Argentina de Sociedades de Ginecología y Obstetricia (FASGO) (s. f.)

*Traumas:* Hace referencia a desgarros del canal genital, rotura uterina o inversión uterina, constituyendo la segunda causa más frecuente de hemorragia posparto después de la atonía uterina. Generalmente se manifiesta como sangrado vaginal activo, asociado a partos instrumentados o episiotomías, y requiere reparación mediante sutura. En algunos casos, puede presentarse en forma de hematomas (Karlsson & Pérez Sanz, 2009). **Figura 5.**

### Figura 5

#### *Desgarros perineales*



*Nota.* Tomado de *Pelvicare.cl*

#### **1.3.3. Diagnóstico y clasificación clásica de choque hipovolémico de Baskett**

Uno de los aspectos clave en la hemorragia posparto es el diagnóstico precoz, especialmente la identificación del grado de gravedad, lo que permite determinar cuándo es necesario someter a la paciente a vigilancia estrecha e iniciar intervenciones terapéuticas urgentes.

La clasificación propuesta por Baskett permite diferenciar el choque hipovolémico según la pérdida de volumen sanguíneo y los signos clínicos asociados al deterioro hemodinámico

(Baskett, 1990). Este modelo se basa en la relación entre la pérdida de sangre, el estado de conciencia, la frecuencia cardíaca, la tensión arterial y la perfusión periférica. **Tabla 3.**

**Tabla 3**

*Diagnostico y clasificación del grado de choque*

Pérdida de volumen en % y ml (mujer de 50-70 kg)	Sensorio	Perfusión	Pulso	Presión Arterial sistólica (mm/Hg)	Grado de choque
10-15% 500-1000 mL	Normal	Normal	60-90	>90	Ausente
16-25% 1001-1500 mL	Normal y/o agitada	Palidez, frialdad	91-100	80-90	Leve
26-35% 1501-2000 mL	Agitada	Palidez, frialdad, más sudoración	101-120	70-79	Moderado
>35% >2000 mL	Letárgica o inconsciente	Palidez, frialdad, más sudoración y llenado capilar > 3 segundos	>120	<70	Severo

*Nota.* Tomado de *Actualización de consenso de obstetricia: Hemorragia postparto, por Federación Argentina de Sociedades de Ginecología y Obstetricia [FASGO] (2019).*

Para ello, es fundamental realizar una estimación volumétrica del sangrado mediante dispositivos de aspiración con recipientes calibrados en cesáreas; el uso de paños calibrados en partos vaginales; y el pesaje de compresas, toallas o sábanas, diferenciando la sangre del líquido amniótico. Esta clasificación facilita la toma de decisiones rápidas en emergencias obstétricas y la priorización de intervenciones (Baskett, 1990).

#### **1.3.4. Prevención y manejo clínico de la hemorragia post-parto**

Las guías clínicas internacionales recomiendan que todas las mujeres que den a luz, tanto por vía vaginal como por cesárea, reciban un uterotónico preventivo, preferiblemente oxitocina, con el fin de reducir el riesgo de hemorragia posparto. En contextos donde la oxitocina no está

disponible o no se garantiza su calidad, pueden emplearse alternativas como misoprostol, ergometrina o carbetocina, según el contexto clínico y la disponibilidad (FIGO, 2022). **Tabla 4.**

**Tabla 4***Medidas de seguridad iniciales*

Monitorización cada 15 min si paciente estable; intensificar si no control o progresión	
Respiración	Evaluar las vías respiratorias y monitorizar saturación de oxígeno y frecuencia respiratoria Mascarilla O <sub>2</sub>
Tensión y pulso	Monitorizar (SI: shock index)
2 accesos intravenosos 16-18 G	Exámenes de laboratorio: hemograma, plaquetas, perfil de coagulación y pruebas cruzadas Administrar cristaloides para reposición de volumen
Diuresis	Sonda urinaria (diuresis normal > 30 mL/h)
Temperatura	Prevenir hipotermia

*Nota.* Tomado de *Guía multidisciplinaria para el manejo de la hemorragia postparto*

El manejo inicial de la hemorragia posparto constituye una emergencia obstétrica que requiere una intervención inmediata, estructurada y multidisciplinaria, con el objetivo de preservar la estabilidad hemodinámica de la paciente y controlar la fuente del sangrado.

*Código rojo:* El Código Rojo es un protocolo de respuesta inmediata ante la hemorragia obstétrica severa (Vélez-Álvarez et al., 2009). Su objetivo es garantizar intervenciones coordinadas que prevengan el choque hipovolémico y sus complicaciones. Su activación implica la movilización del equipo multidisciplinario, la disponibilidad de insumos y hemoderivados, y la priorización del manejo en sala de partos, quirófano o urgencias. El protocolo completo puede consultarse en el Apéndice A.

Este protocolo contempla líneas de acción simultáneas como el diagnóstico, la estabilización, la reposición de volumen, el control del sangrado y la vigilancia continua, y su aplicación ha demostrado reducir la mortalidad materna (Vélez-Álvarez et al., 2013).

En Colombia, la planilla de seguimiento del Código Rojo funciona además como un instrumento de registro sistemático del manejo de la hemorragia obstétrica, permitiendo documentar cronológicamente las acciones clínicas realizadas (Secretaría Distrital de Salud, 2014, p. 16). Su uso favorece la trazabilidad del proceso asistencial y la mejora continua de la calidad y seguridad de la atención. Constituye una herramienta clave para la trazabilidad del proceso asistencial, la evaluación posterior del manejo realizado y la mejora de la calidad y seguridad en la atención de la hemorragia posparto. La planilla de seguimiento del Código Rojo se puede observar en el Apéndice B.

### ***1.3.5. Equipo multidisciplinario***

Para evitar el desorden durante la atención de situaciones críticas como la hemorragia obstétrica con choque hipovolémico, resulta indispensable organizar al equipo humano asignando funciones específicas previamente entrenadas. Cada integrante del Código Rojo debe cumplir un rol definido para evitar duplicaciones u omisiones. La literatura propone una conformación ideal de cuatro personas, apoyada por sistemas de tarjetas de roles que facilitan el cumplimiento de los objetivos del protocolo (Vélez-Álvarez et al., 2009). **Figura 6.**

**Figura 6***Tarjetas informativas para la asignación de roles*

<p style="text-align: center;"><b>Coordinador (médico)</b></p> <p>Posicionado hacia la parte inferior del cuerpo de la paciente, al lado de la pelvis o de frente a la región perineal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Busque la causa de choque hemorrágico e inicie el tratamiento de la misma.</li> <li>• Trimestre 1: aborto y sus complicaciones, ectópico, mola.</li> <li>• Trimestre 2 y 3: placenta previa, abrupcio de placenta, ruptura uterina.</li> <li>• En hemorragia posparto: causas basadas en el protocolo de la “cuatro T”: tono, trauma, tejido y trombina.</li> <li>• Evacue la vejiga y deje sonda Foley.</li> <li>• Tome la decisión temprana de remisión o de asumir el caso, de acuerdo a la causa y al nivel de atención en el que se encuentre.</li> <li>• Verifique continuamente que los asistentes cumplan sus funciones y defina los cambios a que haya lugar.</li> <li>• Ordene la aplicación de los medicamentos necesarios.</li> <li>• Clasifique el estado de choque y su evolución en el tiempo de reanimación y el reemplazo de volumen.</li> <li>• Envíe la información requerida para los familiares o acompañantes por medio de la persona asignada a esta función.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Asistente 1</b></p> <p>Posicionarse a la cabecera de la paciente, explicarle los procedimientos a seguir y brindarle confianza</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministre oxígeno suplementario: máscara o Ventury a 35 – 50% o cánula nasal a 4 litros/minuto.</li> <li>• Si la paciente está embarazada con más de 20 semanas, verifique que esté en posición con desviación uterina a la izquierda. No aplica posparto.</li> <li>• Anote los eventos en la hoja de registro del “Código Rojo”.</li> <li>• Tome la presión arterial y el pulso.</li> <li>• Monitorice con oximetría de pulso si está disponible.</li> <li>• Registre la temperatura y cubra a la paciente con cobijas para evitar la hipotermia.</li> <li>• Reevalue el estado de choque luego de la infusión de los líquidos e informe al coordinador.</li> <li>• Colabore con el coordinador en la realización de procedimientos si así se requiere.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Asistente 2</b></p> <p>Posicionarse al lado izquierdo de la paciente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantice acceso y funcionamiento de 2 vías venosas con catéter # 14 ó 16: tome muestras sanguíneas (tres tubos) y coloque 2 litros de cristaloideos calientes.</li> <li>• Realice las órdenes de laboratorio necesarias para hemoglobina, hematocrito, plaquetas, TR, TPT, fibrinógeno, pruebas cruzadas y clasificación sanguínea. En instituciones de alta complejidad, también para dímero D, ionograma y pH y gases arteriales, cuando se requieran.</li> <li>• En choque severo: solicite 2 U de glóbulos rojos “O” idealmente Rh negativo.</li> <li>• Aplique los líquidos y medicamentos ordenados por el coordinador.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Circulante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicie el calentamiento de los líquidos, inicialmente 2000 mL a 39°C.</li> <li>• Marque los tubos de muestras sanguíneas, garantice que las muestras sean recogidas por el patinador, lleguen al laboratorio y se inicie su procesamiento.</li> <li>• Llame a más personas, de acuerdo al requerimiento del coordinador.</li> <li>• Puede ser requerido por el coordinador para asistir en algún procedimiento (revisión del canal).</li> <li>• Establezca contacto con la familia y manténgala informada: la información la define el coordinador.</li> </ul>

*Nota.* Tomado de *Código rojo: guía para el manejo de la hemorragia obstétrica*. Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología, 60(1), 34-48.(2009).

### 1.3.6. Dispositivos intrauterinos

Los dispositivos intrauterinos representan uno de los primeros escalones terapéuticos en casos de hemorragia posparto grave por atonía uterina refractaria al manejo farmacológico. Su colocación es sencilla, mínimamente invasiva, presenta altas tasas de éxito y preserva la fertilidad futura. Su integración en las vías clínicas de la HPP ha reducido significativamente la necesidad de procedimientos invasivos como ligaduras arteriales, suturas de compresión uterina y embolización arterial.

*Balón de taponamiento intrauterino:* Funciona mediante la aplicación de presión hidrostática desde el interior del útero hacia sus paredes, reduciendo el sangrado y estimulando la contracción miometrial (Brogly et al., 2025). **Figura 7.**

#### **Figura 7**

*Balón de Bakri: dispositivo y material necesario.*



*Nota.* Tomado de *Guía multidisciplinaria para el manejo de la hemorragia posparto*

Se fabrica con materiales como el látex y tiene un catéter con doble vía para poder instilar fluido estéril tibio para su llenado (500 mL aproximadamente) y la otra vía para poder drenar y controlar el sangrado que se conecta a bolsa colectora (Brogly et al., 2025). **Figura 8.**

**Figura 8**

*Inserción y llenado del balón de bakri*



*Nota.* Tomado de *Manual breve de emergencia obstétrica*, por Federación Argentina de Sociedades de Ginecología y Obstetricia (FASGO) (s. f.)

**1.3.7. Formación basada en simulación**

La formación basada en simulación (SBT) se ha consolidado como un enfoque transformador en la educación médica, proporcionando entornos seguros y controlados para el desarrollo de habilidades técnicas y no técnicas, con impacto positivo en la seguridad del paciente y los resultados clínicos (Elendu et al., 2024).

**1.3.8. Simuladores**

Los simuladores permiten reproducir situaciones clínicas de forma segura y controlada (Lopreiato, 2016, citado en Aguilar-Ortega et al., 2021). En obstetricia, facilitan el entrenamiento en procedimientos complejos y en la gestión de emergencias. Se clasifican según su nivel de fidelidad en simuladores de baja, media y alta fidelidad..

Los simuladores se clasifican de acuerdo con su nivel de realismo y capacidades:

*Simuladores de baja fidelidad:* Modelos anatómicos simples que permiten practicar habilidades básicas.

*Simuladores de fidelidad media:* Incorporan respuesta limitada a la intervención útiles para procedimientos específicos (ej. suturas, exploración).

*Simuladores de alta fidelidad:* Poseen respuesta fisiológica compleja integran sensores, voz, movimientos permiten escenarios críticos y toma de decisiones.

### ***1.3.9. Carga cognitiva y toma de decisiones en situaciones de emergencia***

La atención en emergencias obstétricas, como la hemorragia posparto, exige una toma de decisiones rápida y precisa bajo condiciones de alta incertidumbre y estrés. En estos escenarios, la carga cognitiva aumenta debido a la simultaneidad de tareas, el monitoreo de múltiples señales clínicas y la necesidad de coordinar acciones con el equipo asistencial. Sin embargo, cuando la carga cognitiva supera la capacidad de procesamiento del profesional, se incrementa el riesgo de omisiones, decisiones intuitivas mal calibradas y errores de ejecución (Endsell et al., 2000). La literatura destaca que los modelos de simulación clínica son herramientas efectivas para entrenar la toma de decisiones bajo presión y reducir la tasa de errores asociados (Gordon et al., 2012).

### ***1.3.10. Teoría de la carga cognitiva***

La teoría de carga cognitiva, propuesta por Sweller, explica cómo la capacidad limitada de la memoria de trabajo influye en la forma en que las personas aprenden, procesan información y toman decisiones (van Merriënboer & Sweller, 2010). En contextos de entrenamiento médico, especialmente en situaciones críticas como la hemorragia posparto, la cantidad y el tipo de información que recibe el estudiante puede facilitar o dificultar el aprendizaje (Meguerdichian et al., 2016). Por ello, diseñar una simulación que regule cuidadosamente los estímulos visuales, auditivos y decisionales es clave para garantizar que el aprendiz pueda concentrarse en los elementos clínicos esenciales sin verse abrumado .

Como resultado, los tipos de carga cognitiva se dividen en 3:

*Carga cognitiva intrínseca:* Corresponde al nivel de complejidad inherente al contenido que debe aprenderse, determinada por la cantidad de elementos de información que deben ser procesados simultáneamente en la memoria de trabajo.

*Carga cognitiva extrínseca:* Es generada por la forma en que se presenta la información y el diseño de la instrucción, sin contribuir directamente al aprendizaje.

*Carga cognitiva germinal:* Representa el esfuerzo mental invertido en comprender, relacionar conceptos y lograr aprendizaje profundo; es decir, los recursos de la memoria de trabajo dedicados a procesar la carga intrínseca para la construcción de esquemas cognitivos.

Si la carga cognitiva total (suma de la intrínseca y la extrínseca) supera la capacidad limitada de la memoria de trabajo del estudiante, pueden aparecer errores, respuestas impulsivas o dificultades para retener información clave.

Si la carga cognitiva total (suma de la intrínseca y la extrínseca) supera la capacidad limitada de la memoria de trabajo del estudiante, pueden aparecer errores, respuestas impulsivas o dificultades para retener información clave. Regular la carga cognitiva permite lograr un equilibrio entre realismo (fidelidad) y usabilidad, garantizando que la simulación sea retadora, pero no abrumadora (van Merriënboer & Sweller, 2010).

### ***1.3.11. Fatiga, estrés y desempeño clínico***

La fatiga física y mental constituye un determinante crítico del rendimiento en los profesionales de la salud. Jornadas prolongadas, falta de descanso, presión asistencial y exposición constante a situaciones de riesgo pueden deteriorar el estado atencional, disminuir la precisión motora fina y afectar el razonamiento clínico. En escenarios de emergencia, estos efectos pueden amplificarse, incrementando la probabilidad de errores críticos (Endsley et al., 2000).

### ***1.3.12. Comunicación y trabajo en equipo en contextos de alta responsabilidad***

La medicina es un entorno de trabajo colaborativo en el que la eficacia del equipo influye directamente en los resultados del paciente. Durante una emergencia obstétrica, la comunicación estructurada permite asignar roles claros, priorizar intervenciones y garantizar la continuidad del cuidado (Endsley, 1995). El uso de herramientas como briefings, checklists y protocolos de comunicación cerrada ayuda a mitigar fallos derivados de malentendidos o instrucciones ambiguas. No obstante, la dinámica del equipo puede verse afectada por jerarquías rígidas, diferencias de experiencia o presión temporal, lo que vuelve indispensable el entrenamiento orientado al fortalecimiento de la comunicación interprofesional (Risser et al., 1999).

### ***1.3.13. Gamificación***

La gamificación se entiende como la incorporación de elementos y dinámicas propias del diseño de juegos en contextos no lúdicos, con el objetivo de incrementar la motivación, el compromiso y la participación del usuario. En entornos educativos o formativos, estos recursos permiten transformar actividades tradicionales en procesos más interactivos, aportando retroalimentación inmediata, metas claras y un mayor sentido de progreso. La gamificación no busca convertir la actividad en un juego completo, sino aprovechar mecánicas como puntos, niveles, insignias, desafíos o narrativas para fortalecer la experiencia y favorecer la permanencia del usuario en el sistema (McCarthy & Wright, 2004; Shedroff, 2001).

### ***1.3.14. Diseño UI (Interfaz de Usuario)***

El diseño de interfaz de usuario (UI) se centra en la construcción visual y funcional de los elementos con los que el usuario interactúa dentro de un sistema digital. Su propósito es garantizar que la presentación gráfica sea clara, coherente y accesible, facilitando la lectura, el reconocimiento de patrones y la navegación intuitiva. La UI organiza aspectos como tipografía,

color, iconografía, composición y jerarquía visual para crear entornos comprensibles y consistentes (Lavie & Tractinsky, 2004).

### ***1.3.15. Experiencia de Usuario (UX)***

La experiencia de usuario (UX) abarca la totalidad de percepciones, emociones y respuestas que experimenta una persona al interactuar con un producto, servicio o entorno (Hassenzahl & Tractinsky, 2006). Su objetivo principal es asegurar que la interacción sea significativa, eficiente y satisfactoria, integrando componentes cognitivos, emocionales y funcionales. El diseño UX requiere comprender profundamente al usuario, su contexto, sus necesidades y sus limitaciones, con el fin de diseñar flujos de uso coherentes, procesos accesibles y mensajes claros (McCarthy & Wright, 2004).

### ***1.3.16. Diseño multisensorial***

El diseño multisensorial integra de manera coherente estímulos visuales, auditivos y táctiles, fortaleciendo el realismo perceptual y funcional del escenario clínico. En entornos inmersivos, diversos estudios han demostrado que la combinación de múltiples canales sensoriales contribuye a mejorar la percepción del entorno, la sensación de presencia y el desempeño del usuario, al reducir la carga perceptual y favorecer una experiencia más natural y envolvente (Pinto et al., 2020).

Desde la neurociencia cognitiva, estos efectos se explican por los mecanismos de integración multisensorial del sistema nervioso, mediante los cuales el cerebro combina información de distintos sentidos para construir representaciones mentales más ricas, coherentes y duraderas, facilitando la retención y el recuerdo de información compleja en contextos de aprendizaje y simulación clínica (Stein & Stanford, 2008).

En este sentido, la articulación de un simulador físico tangible —compuesto por paciente, camilla e instrumental real— con un entorno virtual aumentado, visualizado mediante gafas de realidad mixta, permite aproximar la experiencia sensorial a la práctica hospitalaria real, favoreciendo la inmersión y el aprendizaje significativo. El diseño sonoro constituye un componente fundamental en este tipo de entornos, ya que contribuye a orientar la atención del estudiante y refuerza la narrativa clínica del escenario (Wall & Castro, 2020). Asimismo, la aplicación de señales auditivas adaptativas durante la simulación clínica puede apoyar la toma de decisiones y reducir la carga cognitiva del participante al presentar información relevante en momentos clave (Lawson & Kearney, 2021).

Los sonidos de fondo cumplen la función de establecer una base sonora constante que contextualiza el entorno clínico sin interferir directamente con la tarea principal del estudiante, aportando realismo perceptual con una carga cognitiva mínima. En entornos inmersivos, este tipo de sonido ambiental ha demostrado ser clave para reforzar la sensación de presencia sin distraer la atención de los elementos críticos de la tarea (Pinto et al., 2020).

Por su parte, los sonidos de nivel medio aportan dinamismo y verosimilitud al escenario, actuando como indicadores contextuales que permiten anticipar posibles cambios en la situación clínica sin exigir una respuesta inmediata. Este tipo de señales auditivas contribuye a mantener al usuario en un estado de alerta moderada, favoreciendo la comprensión situacional sin generar sobrecarga cognitiva, especialmente en entornos de entrenamiento interactivo (Lawson & Kearney, 2021).

Finalmente, los sonidos incrementales o de mayor intensidad funcionan como marcadores auditivos de urgencia, ya que varían en volumen, ritmo o frecuencia en función de la gravedad del evento clínico, guiando la atención del estudiante y apoyando la toma de decisiones en

momentos críticos. Desde la neurociencia cognitiva, se ha evidenciado que la estimulación auditiva significativa y sincronizada con eventos visuales puede modular la actividad cerebral, incrementando la activación en bandas asociadas a estados de alerta y procesamiento ejecutivo, lo que refuerza la respuesta del usuario ante situaciones de alta presión (Ludyga et al., 2016).

### ***1.3.17. Producción de contenidos 3D para simulaciones médicas***

El modelado poligonal es el método más utilizado en simulaciones interactivas y videojuegos. Consiste en crear modelos a partir de polígonos (generalmente triángulos o cuadriláteros), lo que permite un equilibrio entre precisión visual y optimización del rendimiento. Su estructura facilita la animación y el rigging, siendo ideal para personajes y objetos que requieren deformación.

Uno de los software libres es Blender, el cual es de código abierto que integra en una sola plataforma todo el pipeline de producción 3D: modelado, escultura, rigging, animación, texturizado, simulaciones y renderizado. Esta característica lo convierte en una herramienta especialmente adecuada para proyectos académicos y de simulación médica, donde la versatilidad, la accesibilidad y la posibilidad de personalización son fundamentales. Gracias a su estructura abierta y colaborativa, Blender permite crear prototipos rápidos, modelar escenarios complejos y generar animaciones funcionales sin restricciones de licenciamiento, lo cual favorece su uso en entornos universitarios y proyectos con presupuestos limitados.

## **1.4. Antecedentes de la situación de estudio**

Como antecedente del macroproyecto del grupo de investigación INTERFAZ, se identifica el proyecto de grado titulado “Simulación de un ambiente virtual gamificado para el entrenamiento de estudiantes de medicina en la aplicación del procedimiento de Código Rojo en pacientes obstétricas”, desarrollado por la diseñadora industrial Juliana Alexandra Piñeros Díaz

en el año 2022, bajo la dirección del profesor Juan Carlos Morales Dimarco y la codirección de la doctora Lola Xiomara Bautista Rozo, en la Universidad Industrial de Santander.

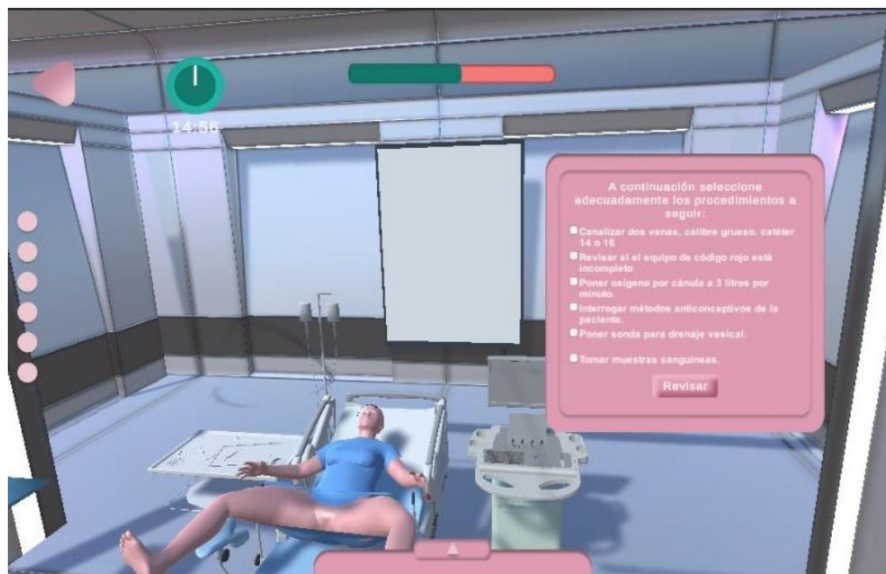
Dicho proyecto tuvo como objetivo el diseño y desarrollo de una interfaz de simulación virtual, apoyada en principios de gamificación, orientada al entrenamiento asincrónico de estudiantes de medicina en la correcta aplicación del protocolo de Código Rojo frente a una hemorragia obstétrica.

La propuesta se fundamentó en metodologías de Diseño Centrado en el Usuario y Design Thinking, lo que permitió la construcción de escenarios virtuales que simulan situaciones clínicas reales, en las cuales el estudiante debe tomar decisiones, coordinar acciones del equipo de salud y aplicar los pasos establecidos en el protocolo clínico. El proyecto alcanzó un nivel de validación mediante pruebas de usabilidad y evaluaciones de adquisición de conocimiento con estudiantes de medicina, evidenciando mejoras en la comprensión del procedimiento y en la toma de decisiones clínicas.

A partir de los resultados obtenidos, se concluyó que el uso de entornos virtuales gamificados constituye una herramienta efectiva de apoyo a la enseñanza clínica, especialmente en contextos donde el acceso a simuladores físicos y a prácticas presenciales es limitado. Este antecedente demuestra el potencial de las tecnologías de simulación como complemento al entrenamiento tradicional en obstetricia y sustenta la pertinencia del presente proyecto, el cual busca profundizar y ampliar el uso de herramientas de simulación para el abordaje de emergencias obstétricas en entornos controlados de aprendizaje (Piñeros Díaz, 2022). **Figura 9.**

**Figura 9**

*Escenario medico prototipo nivel avanzado*



*Nota. Tomado de Simulación de un ambiente virtual gamificado para el entrenamiento de estudiantes de medicina en la aplicación del procedimiento de código rojo en pacientes obstetricas*

**1.5. Alcances**

El proyecto busca desarrollar un prototipo funcional de simulación clínica orientado al entrenamiento en el manejo de la hemorragia posparto, ubicado en un Nivel de Madurez Tecnológica (TRL) 5. Este desarrollo se enmarca en el área de atención de la emergencia por hemorragia posparto y se realizará mediante el diseño detallado del sistema, la integración de un simulador virtual con componentes digitales e interactivos y la validación del escenario en un entorno controlado, con la participación de estudiantes y expertos en ginecología y obstetricia de la Universidad Industrial de Santander.

**1.6. Justificación**

La limitada capacitación en el manejo adecuado de la hemorragia posparto por parte de los estudiantes de medicina puede contribuir al aumento de las tasas de mortalidad materna y de las complicaciones asociadas. Según Luke y Kassie, la falta de proveedores de atención médica

debidamente capacitados para manejar emergencias obstétricas puede provocar retrasos en el diagnóstico y en el inicio del tratamiento, lo que empeora los resultados clínicos en mujeres que experimentan hemorragias severas (Luke et al., 2022; Kassie et al., 2022).

En Colombia, de acuerdo con la clasificación por causa de muerte, el 39,3 % de los casos de mortalidad materna corresponden a muertes maternas directas, mientras que el 60,7 % se asocian a causas indirectas. En relación con las causas directas registradas en el año 2021, el principal factor fue el trastorno hipertensivo asociado al embarazo, que representó el 16,7 % de los casos, evidenciando una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ). En segundo lugar se ubicó la hemorragia obstétrica, con un 10,7 % de los casos ( $p < 0,01$ ), consolidándose como una de las principales causas prevenibles de mortalidad materna. **Tabla 5.**

Durante el año 2021, las entidades territoriales de Vichada, Chocó, Guaviare, Santa Marta, La Guajira, Casanare, Magdalena y Bolívar presentaron las razones de mortalidad materna más altas con más de 100 casos por cada 100.000 nacidos vivos.

Asimismo, las entidades territoriales que presentaron comportamientos inusuales de aumento al comparar el número de casos de los años 2017 a 2020 con el año 2021 fueron Antioquia, Bogotá, Bolívar, Casanare, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Huila, Meta, Quindío, Santander, Santa Marta, Tolima y Valle del Cauca; por su parte, Cauca presentó un comportamiento inusual hacia la disminución (Instituto Nacional de Salud, 2021).

**Tabla 5***Mortalidad materna temprana por tipo y causa principal agrupada, Colombia, 2019-2021*

Razón / Causa agrupada	Total 2019		Total 2020		Total 2021		Valor p
	Casos	%	Casos	%	Casos	%	
<b>DIRECTA</b>	162	54,2	186	44,9	179	39,3	
Trastorno hipertensivo asociado al embarazo	53	17,7	64	15,5	76	16,7	0,05
Hemorragia obstétrica	56	18,7	74	17,9	49	10,7	0,01
Sepsis relacionada con el embarazo	10	3,3	24	5,8	21	4,6	0,025
Evento tromboembólico como causa básica	7	2,3	7	1,7	16	3,5	0,05
Embarazo terminado en aborto con causa directa: sepsis	10	3,3	4	1	3	0,7	0,1
Otras causas directas	18	6	7	1,7	8	1,8	0,05
Embarazo terminado en aborto con causa directa: hemorragia	3	1	6	1,4	2	0,4	0,05
Embarazo terminado en aborto con causa directa: evento tromboembólico	1	0,3	1	0,2	4	0,9	0,1
<b>INDIRECTA</b>	118	39,5	164	39,6	277	60,7	
Otras causas indirectas: Neumonía por COVID-19	0	0	56	13,5	160	35,1	0,2
Otras causas indirectas	45	15,1	38	9,2	54	11,8	0,01
Sepsis no obstétrica: Neumonía	11	3,7	27	6,5	27	5,9	0,05
Sepsis no obstétrica	29	9,7	16	3,9	13	2,9	0,05
Otras causas indirectas: cáncer	9	3	8	1,9	9	2	0,001
Evento tromboembólico como causa básica	7	2,3	13	3,1	6	1,3	0,05
Otras causas indirectas: Tuberculosis	2	0,7	1	0,2	4	0,9	0,1
Otras causas indirectas: malaria	1	0,3	0	0	1	0,2	0,1
Otras causas indirectas: dengue	0	0	0	0	1	0,2	0
VII/ SIDA	3	1	1	0,2	2	0,4	0,05
Otras causas indirectas: Lupus	4	1,3	1	0,2	0	0	0,2
Desconocida/ indeterminada	4	1,3	1	0,2	0	0	0,2
Neumonía por virus influenza H1N1	2	0,7	0	0	0	0	0,2
Otras causas indirectas: Varicela	0	0	1	0,2	0	0	0,2
En estudio	19	6,4	64	15,5	0	0	0,15

*Nota.* Tomado de *Informe de evento: Mortalidad materna (Código 551, 2021)*.

Por otro lado, la falta de experiencia clínica por parte de los médicos puede generar ansiedad y disminución de la confianza en el personal de salud, lo cual impacta negativamente en su desempeño clínico (Hashem et al., 2022; Melo et al., 2018). Esta situación puede traducirse en una respuesta más lenta y menos efectiva en la detección y el tratamiento de la hemorragia posparto.

Las consecuencias de la alta mortalidad materna asociada a la hemorragia posparto se extienden más allá del evento agudo. Muluye y Ramler coinciden en que las mujeres que sobreviven a una HPP pueden enfrentar morbilidades graves, como anemia, complicaciones

derivadas de transfusiones sanguíneas e impactos psicológicos, que afectan su salud y bienestar general (Muluye et al., 2022; Ramler et al., 2019). Además, las implicaciones a largo plazo incluyen la posible pérdida de fertilidad debido a la realización de histerectomías, procedimiento que se lleva a cabo con frecuencia en casos graves de HPP (Ramler et al., 2019).

La formación inadecuada también puede influir negativamente en el desarrollo de habilidades interpersonales y de trabajo en equipo entre los estudiantes de medicina, las cuales son fundamentales para el manejo efectivo de emergencias obstétricas (Nelissen et al., 2014). Este déficit en la capacitación no solo afecta a los futuros profesionales de la salud, sino que también repercute directamente en la calidad de la atención brindada a las pacientes en situaciones críticas.

En este contexto, la formación en entornos de simulación puede contribuir significativamente a reducir la brecha existente entre la teoría y la práctica en la educación médica. Según Olvera-Cortés, los entornos de simulación permiten a los estudiantes experimentar de manera directa y reflexionar sobre su desempeño, facilitando un aprendizaje más profundo y significativo (Olvera-Cortés et al., 2019). Esto resulta especialmente relevante en emergencias obstétricas, donde la toma de decisiones rápida y efectiva puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte.

### **1.7. Formulación de la pregunta que permite abordar la situación de estudio o pregunta de investigación**

¿En qué medida la aplicación de un simulador clínico orientado al entrenamiento en el manejo del Código Rojo por hemorragia posparto impacta la percepción de fidelidad del entorno de aprendizaje durante las practicas de los estudiantes de medicina de la Universidad Industrial de Santander en un entorno de simulación controlado?

## **2. Grupo de investigación y aporte del estudiante**

### **2.1. Grupo de investigación**

INTERFAZ es un grupo de investigación adscrito a la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, avalado por la institución y categorizado actualmente en A por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Las investigaciones desarrolladas por el grupo se enfocan en la solución de problemáticas propias de la región y del país, dando respuesta directa a necesidades sociales que demandan la generación de nuevos productos, servicios o experiencias. De este modo, los proyectos adelantados por sus colaboradores se caracterizan por un alto nivel académico y por su relevancia en el mejoramiento de la sociedad.

### **2.2. Aporte del estudiante**

En el marco del macroproyecto “Programa de simulación clínica con tecnologías convergentes para el aprendizaje de la atención primaria de urgencias en salud” del grupo de investigación INTERFAZ, el presente trabajo se articula específicamente al proyecto “Modelo de integración de tecnologías convergentes para la manufactura de simuladores clínicos para la gestión del aprendizaje y la formación del talento humano en salud”.

El aporte del estudiante consiste en el diseño y desarrollo de un prototipo funcional de simulación clínica orientado al entrenamiento en el manejo del Código Rojo por hemorragia posparto, integrando componentes físicos y digitales que permitan recrear un escenario de emergencia obstétrica en un entorno controlado de laboratorio.

Este trabajo contribuye a la configuración de un producto mínimo viable (PMV) de simulador clínico, alineado con principios de alta fidelidad funcional, usabilidad y pertinencia

pedagógica, como apoyo a estrategias de gestión del aprendizaje en la formación de estudiantes de ciencias de la salud.

Adicionalmente, el proyecto aporta al macroproyecto INTERFAZ mediante la aplicación de metodologías de diseño centrado en el usuario, la incorporación de factores humanos y de carga cognitiva en el diseño del simulador, así como la exploración del uso de tecnologías convergentes para potenciar la toma de decisiones clínicas y el trabajo en equipo durante la atención de urgencias obstétricas, ampliando el alcance de los modelos de simulación clínica desarrollados por el grupo de investigación.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo General**

Diseñar un escenario de aprendizaje de realidad mixta que simule los elementos de un entorno médico de una sala posparto, orientado al entrenamiento en el manejo de la hemorragia posparto por parte de los estudiantes de medicina de la Universidad Industrial de Santander.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

1. Identificar los procesos actuales utilizados por los estudiantes de medicina para el manejo de la hemorragia posparto, con el fin de establecer los requerimientos del entorno virtual de realidad mixta.

2. Construir un entorno de realidad mixta que simule los elementos implicados en el manejo de la hemorragia posparto, con base en la identificación de los procesos actuales, mediante la creación de recursos tridimensionales y bidimensionales que representen el entorno médico

3. Validar el efecto del entorno de realidad mixta desarrollado en el desempeño de los estudiantes de medicina, a través de pruebas de usabilidad que permitan su implementación en un modelo funcional.

## 4. Metodología

**Tabla 6**

*Metodología del proyecto*

Etapa	Objetivo	Actividades o herramientas	Entregables o productos
Empatizar y definir	Identificar los procesos actuales que utilizan los estudiantes de medicina para el manejo de hemorragias postparto, para establecer los requerimientos del entorno virtual de realidad mixta.	- Revisión bibliográfica sobre hemorragia postparto y simulación médica.	- Informe de revisión bibliográfica.
		- Participar en encuentros con el personal médico de la universidad y expertos en simulaciones.	- Lista de elementos actuales en el lab.
		- Definir los requerimientos de aprendizaje y requerimientos técnicos del entorno.	- Usuario Arquetipo.
		- Definir los casos clínicos y maniobras a realizar con el entorno.	- Bodystorming.
			- Storytelling del flujo de trabajo actual.
			- Documento con la definición de requerimientos y parámetros.
Idear y prototipar	Construir un entorno de realidad mixta que simule los elementos del manejo de hemorragias postparto, basado en la identificación de los procesos actuales, mediante la creación de recursos tridimensionales que representen el entorno médico.	- Crear la representación bidimensional del escenario.	- Sketch.
		- Generar el diagrama de puesta en escena.	- Diagrama de flujo del entorno virtual.
		- Crear modelos 3D.	- Listado de elementos necesarios para la construcción del entorno.
		- Texturizar modelos 3D.	- Diagrama de puesta en escena.
		- Animar modelos 3D y partículas.	- Carpeta ZIP de modelos 3D.
		- Integración de sonidos y efectos.	- Carpeta ZIP de texturas. - Carpeta FBX con animaciones. - Carpeta ZIP de sonido.
Validar	Validar el efecto del entorno de realidad mixta desarrollado en el desempeño de los estudiantes de medicina, mediante pruebas de usabilidad para implementarlo en un modelo	- Plantear el protocolo de validación.	- Protocolo de validación.
		- Prueba con usuarios.	- Informe de validación.
		- Analizar los datos recopilados para realizar conclusiones.	- Lista de mejoras a implementar.
		- Ajustar el prototipo.	

*Nota.* Elaboración propia

El estudio adoptó un carácter descriptivo, en tanto documentó de manera detallada el proceso de diseño del simulador, sus componentes, interacciones y decisiones de diseño, así como un carácter de evaluación de aplicación, ya que el objetivo era lograr mejoras paulatinas. Cabe aclarar que no se pretendió medir resultados clínicos ni impactos directos en indicadores médicos.

Desde el enfoque del diseño, se empleó la metodología de Design Thinking, la cual permite abordar problemas complejos a través de procesos iterativos centrados en el usuario, favoreciendo la empatía, la experimentación y la validación continua. Este enfoque resulta especialmente pertinente en el ámbito de la simulación médica, donde confluyen dimensiones cognitivas, emocionales, tecnológicas y pedagógicas.

## **5. Resultados**

### **5.1. Empatizar**

Como primera parte de la metodología de Design Thinking se llevó a cabo la etapa de empatía con el fin de comprender el contexto de uso, las necesidades y las problemáticas de los usuarios involucrados en el proceso de formación. Esta etapa permitió recopilar información relevante que sirvió como base para orientar el desarrollo del proyecto y sustentar las decisiones tomadas en las etapas posteriores del proceso de diseño.

#### ***5.1.1. Revisión de la literatura***

La presente revisión bibliográfica, realizada en la plataforma académica y científica Scopus, tuvo como propósito contextualizar el estado del arte en relación con el uso de simuladores clínicos y tecnologías inmersivas en la formación de estudiantes de medicina y

profesionales de la salud, sirviendo como base conceptual y metodológica para el desarrollo de la propuesta de simulación planteada en este proyecto. **Tabla 7.**

**Tabla 7**

*Palabras clave y ecuaciones de búsqueda del estado del arte*

Revisión de la literatura	
<b>Hemorragia posparto</b>	<b>Simulación medica hemorragia posparto</b>
<b>Palabras clave</b>	
Postpartum hemorrhage, Obstetric simulation, Clinical simulation, Simulation-based medical education, Obstetric emergencies, High-fidelity simulation, Clinical decision-making, Team training in healthcare, Human factors in healthcare.	
<b>Ecuación de búsqueda</b>	
1.("postpartum hemorrhage" OR "obstetric hemorrhage" OR "obstetric emergency") AND ("simulator" OR "simulation" OR "training device" OR "educational model" OR "manikin" OR "high-fidelity simulation") AND ("clinical decision-making" OR "team training" OR "crisis resource management")	2.((postpartum AND hemorrhage OR obstetric AND hemorrhage) AND (simulation AND training OR clinical AND simulation OR obstetric AND simulation) AND (medical AND training OR clinical AND skills OR practical AND skills))

---

AND NOT (surgical OR anesthesia OR  
hysterectomy OR animal)

---

## Tabla 8

### *Criterios de inclusión y exclusión de la revisión de literatura*

#### **Criterios de Inclusión**

- Publicaciones en revistas indexadas en bases de datos reconocidas.
- Artículos publicados entre 2015 y 2025.
- Estudios que aborden simuladores clínicos o dispositivos de entrenamiento para la práctica de atención de la emergencia de hemorragia posparto.
- Trabajos que incluyan información sobre fidelidad, entornos virtuales o impacto educativo en estudiantes de medicina.
- Textos en inglés o español con acceso al texto completo.
- Area temática Medicina,enfermería,multidisciplinario

#### **Criterios de Exclusión**

- Publicaciones anteriores a 2015.
  - Estudios que se enfoquen únicamente en simulación física, sin relación consimulación digital o realidad virtual.
  - Documentos sin acceso completo o en idiomas distintos al inglés y español.
  - Reportes de casos clínicos.
-

**Tabla 9***Resultados de la búsqueda bibliográfica*

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Descripción</b>	<b>N° de artículos</b>
Identificación	Resultados ecuación 1	65
	Resultados ecuación 2	70
	Total identificados	135
Excluidos	Eliminados por criterios de exclusión	97
	Artículos excluidos por título y resumen (no cumplen criterios)	34
	Artículos que cumplen criterios de inclusión	4
Incluidos		

Los estudios analizados evidencian que la simulación clínica constituye una estrategia formativa eficaz para el entrenamiento en el manejo de emergencias obstétricas, particularmente la hemorragia posparto, al permitir el desarrollo integrado de habilidades técnicas y no técnicas en entornos controlados y seguros. De manera consistente, la literatura señala que los programas de simulación estructurados fortalecen la toma de decisiones bajo presión, el liderazgo, la comunicación y el trabajo en equipo, competencias esenciales para la atención oportuna de

eventos críticos. Asimismo, se observa que los escenarios de simulación priorizan las etiologías más frecuentes y clínicamente relevantes de la hemorragia posparto, especialmente la atonía uterina y el trauma del canal del parto, favoreciendo el reconocimiento temprano de la causa y la aplicación secuencial de los algoritmos de manejo.

De forma complementaria, se destaca el valor de los enfoques híbridos de simulación, que combinan pacientes estandarizados con simuladores parciales, ya que permiten entrenar simultáneamente habilidades clínicas, técnicas, emocionales y comunicativas en contextos altamente realistas. Los estudios reportan que este tipo de simulación favorece la reflexión clínica, la identificación de fortalezas y debilidades, y el aprendizaje colaborativo, incluso cuando el impacto inmediato en la confianza del estudiante es moderado. Además, se resalta la importancia del realismo del escenario, la definición clara de roles y la inclusión de espacios estructurados de retroalimentación, como el debriefing, para potenciar el aprendizaje significativo.

De manera paralela, se realizó una revisión de videos de prácticas de simulación de hemorragia posparto desarrolladas por universidades e instituciones gubernamentales, con el objetivo de identificar los elementos materiales, las acciones clínicas, las interacciones entre los participantes y las condiciones del entorno necesarias para reproducir de manera fiel el escenario en un simulador de realidad mixta.

El primer video corresponde a una colaboración entre la Escuela de Medicina de la Universidad del Tolima y el Programa Maternidad Segura del Hospital San Rafael del Espinal, cuyo objetivo fue realizar una dramatización sobre la actuación adecuada frente a una hemorragia obstétrica. **Figura 10.**

**Figura 10**

*Video Simulación clínica de la atención medica por hemorragia posparto*



*Nota.* Tomado del video *Código Rojo Hemorragia Obstétrica 720p*

El segundo video fue elaborado por la Secretaría Distrital de Salud y presenta la secuencia de intervenciones vigentes según la Resolución 3280 de 2018 del Ministerio de Salud y Protección Social, concebido como insumo para el fortalecimiento de competencias del personal responsable de la atención de eventos obstétricos en el Distrito. **Figura 11.**

**Figura 11**

*Video capacitación para la Atención Emergencia Obstétrica por Hemorragia*



*Nota.* Tomado del video *Simulación Atención Emergencia Obstétrica por Hemorragia*

Estos materiales audiovisuales fueron analizados de manera sistemática, registrando los componentes recurrentes de cada práctica, tales como los instrumentos utilizados, la secuencia de pasos clínicos, los tiempos de actuación, los roles de estudiantes y docentes, y los comportamientos no técnicos relacionados con la comunicación, la coordinación y la toma de decisiones. Este proceso permitió identificar patrones, reconocer los componentes críticos del procedimiento y determinar qué elementos debían representarse físicamente, cuáles podían trasladarse al entorno virtual y cuáles requerían una integración híbrida para garantizar una experiencia formativa coherente con la práctica clínica real.

### ***5.1.2. Observación de simulaciones tradicionales***

Continuando con la metodología de Design Thinking, se realizaron entrevistas presenciales a dos docentes del área de ginecología y obstetricia del laboratorio de simulación de la Universidad Industrial de Santander. El objetivo de estas entrevistas fue comprender el contexto actual de entrenamiento de los estudiantes, identificar falencias del entrenamiento tradicional, conocer el nivel de preparación con el que los estudiantes llegan a las prácticas y reconocer las expectativas frente al entorno a desarrollar.

A partir de las entrevistas, se identificó que la metodología empleada para la enseñanza del manejo de la emergencia por hemorragia posparto se basa inicialmente en el estudio de material teórico y, posteriormente, en prácticas con simuladores físicos. En primer lugar, el docente asigna la lectura de artículos científicos o guías técnicas relacionadas con la hemorragia posparto antes de la clase, con el fin de resolver dudas y reforzar conocimientos bajo la modalidad de aula invertida. Posteriormente, se realiza un encuentro denominado taller de habilidad, en el cual se inicia con el reconocimiento del biomodelo y del escenario de simulación, seguido de una explicación de la tarea (briefing) y finalizando con un espacio de reflexión y

retroalimentación (debriefing). Finalmente, los estudiantes realizan horas de trabajo independiente en el laboratorio de simulación, destinadas a la práctica con el simulador físico, orientadas al fortalecimiento de habilidades procedimentales y a la retención del protocolo completo.

Tras este análisis, se concluyó que los elementos disponibles para la práctica del manejo de la emergencia por hemorragia posparto no ofrecen un entorno de inmersión suficiente que impacte de manera significativa las habilidades prácticas y la toma de decisiones de los estudiantes. En consecuencia, los futuros profesionales presentan una exposición limitada a la complejidad clínica y a las condiciones reales propias de una situación de emergencia obstétrica.

Si bien existe un maniquí para la simulación física, los docentes coinciden en que el aprendizaje a través de esta herramienta resulta insuficiente, ya que permite únicamente la práctica de maniobras específicas, como el masaje bimanual y la inserción del balón artesanal.

Además, señalaron que el simulador físico tradicional no prepara psicológicamente a los estudiantes para enfrentar la presión, el estrés y la toma de decisiones que caracterizan una emergencia real. Durante las prácticas, surgen múltiples dudas relacionadas con el diagnóstico, la postura correcta para realizar las maniobras, la administración de líquidos y el comportamiento general del entorno clínico de una sala de posparto. Esto resulta especialmente relevante, dado que el propósito del curso es que el estudiante sea capaz de reconocer, clasificar y brindar un tratamiento oportuno a pacientes con hemorragia posparto.

Posteriormente, se realizó una observación directa y no participativa de diversas simulaciones tradicionales con maniqués físicos en el laboratorio de simulación, con el propósito de analizar el rol de cada estudiante, el nivel de estrés experimentado, el realismo del

escenario, la claridad en la toma de decisiones y el grado de preparación obtenido a través de la práctica. **Figura 12.**

### Figura 12

*Registro de visitas durante la clase práctica.*



Durante estas observaciones se evidenció que los estudiantes cometían errores de manera recurrente y requerían correcciones constantes por parte del docente, especialmente en aspectos relacionados con la postura, la administración de medicamentos, la ejecución del masaje bimanual y la inserción del balón de Bakri. Asimismo, se identificaron los elementos que conformaban la simulación (**Tabla 10**), así como la ausencia de componentes clave, tales como la simulación de sangre, reacciones fisiológicas de la paciente, sonidos y comportamientos realistas del entorno, lo cual generaba un escenario poco tensionante que no reflejaba la gravedad de la emergencia.

### Tabla 10

*Elementos actuales en el laboratorio de simulación en la Universidad Industrial de Santander*

Elementos actuales en el laboratorio de simulación
Camilla
Maniquí físico

Portasueros

---

Elementos para el armado del balon artesanal (alternativa económica para el balon de bakri)

---

Suero

---

Elementos para la administración de medicamentos

---

Valvas

---

Traje antichoque

---

Medicamentos

---

Instrumental quirúrgico

---

Estas observaciones permitieron reconocer las limitaciones espaciales, los recursos físicos disponibles y el tipo de interacción multisensorial experimentada por los estudiantes. Si bien el escenario cuenta con los elementos básicos necesarios para la recreación del manejo de la hemorragia posparto como el maniquí físico, la camilla y los dispositivos para la administración de medicamentos, se evidencian limitaciones para reproducir de manera integral la complejidad del evento clínico.

Se consideró fundamental la participación activa de los docentes de medicina y obstetricia, dado que no solo evalúan el desempeño estudiantil, sino que también definen los contenidos académicos, validan los procedimientos clínicos y participan en los procesos de enseñanza-aprendizaje. La literatura señala que la inclusión de expertos clínicos en el diseño de simuladores es clave para garantizar el realismo, la pertinencia pedagógica y la validez del contenido (Issenberg et al., 2005). Los docentes manifestaron que el entorno virtual debería incorporar la simulación de sangre, la administración de medicamentos y el uso del traje

antichoque, así como incluir múltiples casos de hemorragia posparto, abarcando etiologías como la atonía uterina y el trauma del canal del parto.

Asimismo, destacaron la necesidad de integrar referencias visuales claras que orienten la correcta ejecución de las maniobras clínicas, ya que muchas guías existentes se limitan a representaciones bidimensionales, lo que genera confusión en los estudiantes. La incorporación de visualizaciones más completas contribuiría a una mejor comprensión y ejecución de los procedimientos.

### ***5.1.3. Experiencia de campo en contexto clínico***

La comprensión corporal del usuario mejora la calidad del diseño de interfaces inmersivas. En este sentido, con el fin de profundizar en la comprensión del problema y mejorar la calidad del diseño de la inmersión, se participó directamente en la práctica clínica asumiendo el rol del estudiante, bajo la supervisión de la docente. Esta experiencia permitió comprender las acciones, maniobras, posturas corporales y decisiones que debe tomar el estudiante durante la atención de una hemorragia posparto.

Este ejercicio resultó fundamental para identificar posibles interferencias entre el entorno virtual y el desempeño físico, así como para definir la correcta adaptación de los elementos bidimensionales y tridimensionales del entorno, asegurando que no comprometieran la ejecución de las actividades clínicas.

### ***5.1.4. Conclusiones de los encuentros con el personal médico***

A partir de las entrevistas y del análisis del proceso formativo en el laboratorio de simulación, se evidenció una brecha en la preparación práctica de los estudiantes de medicina para el manejo de la hemorragia posparto. Si bien existen recursos físicos que permiten abordar la emergencia de manera básica, estos no ofrecen un nivel de realismo ni de inmersión suficiente

para reproducir las condiciones clínicas, cognitivas y emocionales propias de un escenario real, lo que limita el desarrollo integral de habilidades prácticas y de toma de decisiones bajo presión.

En este contexto, la simulación clínica se reconoce como una estrategia pedagógica fundamental para el fortalecimiento de competencias como la identificación oportuna de la emergencia, el manejo adecuado de maniobras, la administración de tratamientos y la toma de decisiones clínicas seguras. No obstante, los hallazgos evidencian la necesidad de complementar los simuladores físicos con herramientas que permitan una comprensión espacial más clara de los procedimientos, una mejor orientación en la ejecución de las maniobras y una mayor exposición a escenarios de estrés clínico. Estos resultados respaldan la pertinencia de desarrollar una propuesta de simulación con mayor nivel de inmersión, orientada a mejorar la comprensión, el desempeño y la confianza de los estudiantes.

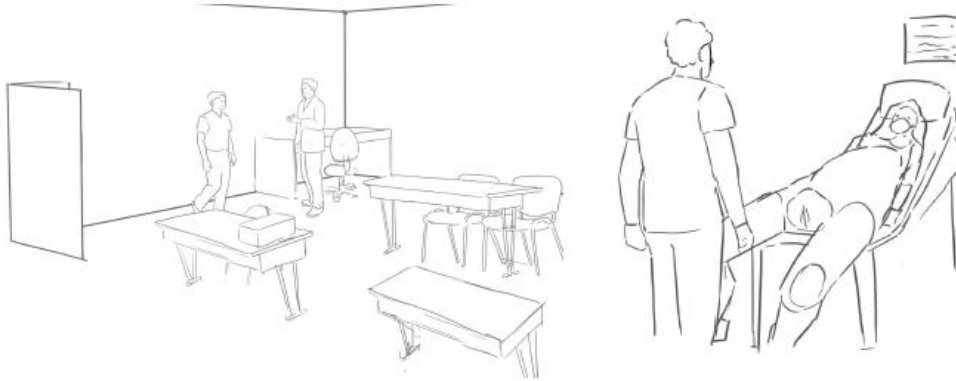
#### ***5.1.5. Flujo de trabajo***

Actualmente, los estudiantes de medicina de la Universidad Industrial de Santander siguen un flujo de trabajo estructurado para el manejo de la hemorragia posparto durante las prácticas de simulación clínica en el laboratorio de la Facultad de Salud:

El procedimiento inicia en una sala de simulación amplia y adecuadamente iluminada, donde se dispone un simulador físico que representa a una paciente posparto, ubicado sobre una camilla y rodeado del instrumental médico necesario (**Figura 13**). El maniquí presenta características anatómicas realistas, incluyendo la distensión abdominal propia del periodo posparto.

**Figura 13**

*Ilustración del primer acercamiento del estudiante con el simulador físico.*



El estudiante se aproxima a la paciente simulada, quien presenta signos compatibles con shock hipovolémico. Como primer paso, evalúa el tono uterino ubicándose frente a la paciente y colocando su mano izquierda sobre el abdomen, realizando la palpación con la técnica en forma de “C” o pinza. Tras confirmar la presencia de tono uterino, establece el diagnóstico de hemorragia posparto, ordena la evacuación vesical y procede a la valoración del estado de choque. **Figura 14.**

**Figura 14**

*Ilustración del estudiante realizando la evaluación de la primera T.*

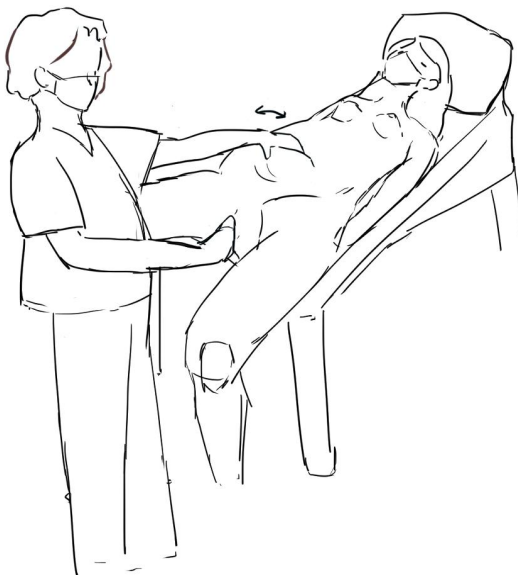


De manera simultánea, indica la administración de los medicamentos correspondientes e inicia el masaje bimanual. Para ello, introduce inicialmente dos dedos de la mano derecha en el canal vaginal y, de forma progresiva, avanza hasta introducir la mano con el pulgar recogido, formando un puño. Con la mano izquierda, ubicada de manera perpendicular al abdomen, alcanza el fondo uterino, luxa el útero hacia anterior y ejecuta el masaje bimanual hasta lograr una respuesta adecuada, mientras solicita el segundo bolo de líquidos intravenosos. **Figura 15.**

Ante la ausencia de respuesta al masaje bimanual y a los primeros uterotónicos, el estudiante indica la colocación del traje antichoque, la administración del tercer uterotónico y procede a la elaboración del balón uterino artesanal utilizando hilo, un condón y una sonda.

### **Figura 15**

*Ilustración del estudiante llevando a cabo el masaje bimanual*



Posteriormente, se posiciona frente a la paciente, le explica la situación clínica y coordina con el equipo de salud la preparación de los insumos necesarios. Mientras la enfermera mantiene las valvas para permitir la visualización del canal vaginal, el estudiante toma el labio anterior del

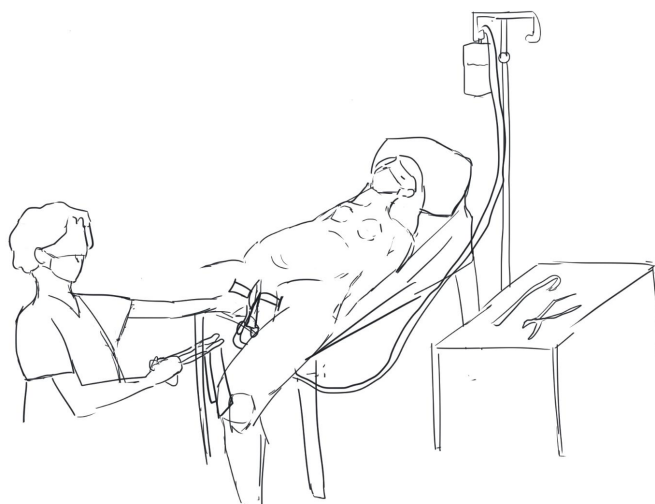
cuello uterino con una pinza para facilitar la introducción del balón. Al ser diestro, asegura el balón por el lado derecho, verificando su correcta posición tras la liberación de las pinzas. Durante la introducción del balón de Bakri, solicita apoyo para horizontalizar el útero, permitiendo completar la inserción hasta el fondo uterino. Finalmente, libera la pinza y mantiene la sonda en su lugar mientras la retira lentamente. **Figura 16.**

A continuación, solicita la sonda para la evacuación de líquidos y realiza el procedimiento correspondiente. Con el fin de evitar el descenso del balón, procede al empaquetamiento vaginal, para lo cual utiliza dos pinzas Foerster y una compresa estéril húmeda doblada en cuatro partes. Introduce progresivamente la compresa hasta completar el empaquetamiento.

Si la hemorragia persiste, el estudiante realiza la revisión del canal vaginal, identifica la presencia de un desgarro cervical y procede a su sutura. Posteriormente, repite el empaquetamiento vaginal y finalmente indica la remisión de la paciente al siguiente nivel de atención.

### **Figura 16**

*Ilustración del estudiante insertando el balón artesanal*



Una vez finalizada la simulación, se lleva a cabo una discusión grupal posterior, que permite a los estudiantes compartir experiencias, reflexionar sobre sus decisiones clínicas y aprender a partir de los aciertos y errores propios y de sus compañeros. **Figura 17.**

### **Figura 17**

*Ilustración del debriefing después de la simulación*




#### ***5.1.6. Análisis de las soluciones que se están dando para el manejo de una hemorragia posparto.***

Como parte del proceso metodológico del proyecto, se realizó un ejercicio de benchmarking con el objetivo de analizar y comparar soluciones existentes relacionadas con la simulación clínica para el manejo de la hemorragia posparto. Esta actividad permitió identificar enfoques pedagógicos, niveles de fidelidad, recursos tecnológicos y estrategias de interacción presentes en simuladores físicos, virtuales y de realidad extendida, así como reconocer su propuesta de valor, ventajas y desventajas. **Tabla 11.**


**Tabla 11***Benchmarking*

MamaNatalie -Simulador de parto(1,199 dólares)		
Imágenes	Descripción	Propuesta de valor
	<p>Simulador portátil/“wearable” desarrollado para entrenamiento en manejo del tercer estadio del parto y hemorragia posparto. Puede simular sangrado realista, masaje uterino, extracción manual de placenta, compresión bimanual, etc.</p>	<p>Solución coste-efectiva y específica para PPH que permite practicar múltiples maniobras clave con montaje rápido; ideal para cursos masivos y formación básica/ intermedia.</p>
Desventajas	Ventajas	Link de referencia
<p>Menor fidelidad global que simuladores full-manikin; las capacidades avanzadas de respuesta fisiológica (vital, integración con monitores) son limitadas. No sustituye por completo un simulador de alta fidelidad para entrenamiento de equipos complejos.</p>	<p>Bajo coste relativo (para la funcionalidad que ofrece), fácil transporte y montaje, diseñado explícitamente para PPH, buena documentación educativa, disponible en versiones “global health” (pensadas para países de recursos limitados).</p>	<p><a href="https://laerdal.com/la/products/simulation-training/obstetrics-pediatrics/mamanatalie/">https://laerdal.com/la/products/simulation-training/obstetrics-pediatrics/mamanatalie/</a></p>

Imágenes	Descripción	Propuesta de valor
	<p>Simulador de parto multi-escenario (tabletop / wearable) para practicar vaginal exams, parto normal, complicaciones (breech, shoulder dystocia) y algunos módulos de c-section en versiones ampliadas.</p>	<p>Herramienta de bajo/mid coste para práctica de habilidades específicas y tareas (task trainer), buen complemento para sesiones de skills-lab.</p>

Desventajas	Ventajas	Link De Referencia
<p>No simula respuestas fisiológicas complejas ni sangrado programable a niveles altísimos; requiere complementación con escenarios y supervisión experta para entrenamientos avanzados.</p>	<p>Accesible, modular, fácil de usar, versátil (se puede usar con estandarized patients o como tabletop), apropiado para gran volumen de prácticas.</p>	<p><a href="https://laerdal.com/la/products/simulation-cts/simulation-training/obstetrics-pediatrics/mamabirthie/">https://laerdal.com/la/products/simulation-cts/simulation-training/obstetrics-pediatrics/mamabirthie/</a> VIDEO <a href="https://www.youtube.com/watch?v=U_FC3LuvTK">https://www.youtube.com/watch?v=U_FC3LuvTK</a></p>

PROMPT Flex / PROMPT(1,683 dólares)

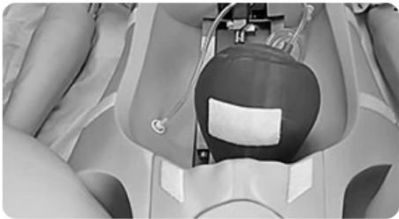
Imágenes	Descripción	Propuesta de Valor
	<p>Sistema de simulación obstétrica modular (PROMPT Flex / Advanced) pensado para entrenamiento multiprofesional;</p>	<p>Plataforma robusta, modular y validada para entrenamiento interprofesional en parto y</p>



existen módulos específicos para complicaciones; combina para hemorragia posparto (PPH fidelidad suficiente con module) que simulan útero posibilidad de atónico, sangrado, etc. customización pedagógica.

Desventajas	Ventajas	Link de Referencia
<p>Coste inicial mayor que task-trainers; requiere logística, espacio y mantenimiento; curva de aprendizaje para el facilitador y la calibración del sistema.</p>	<p>Alta fidelidad anatómica, módulos especializados (incluido PPH), pensado para formación de equipos, facilidades para workshops y cursos, buen historial de uso clínico.</p>	<p><a href="https://laerdal.com/la/products/simulation-training/obstetrics-pediatrics/prompt-flex-f4d2a0c9/">https://laerdal.com/la/products/simulation-training/obstetrics-pediatrics/prompt-flex-f4d2a0c9/</a></p>

Gaumard — NOELLE(1,199 dólares)

Imágenes	Descripción	Propuesta de valor
 <p>Postpartum Activity</p>	<p>Maniquí obstétrico de alta fidelidad con múltiples escenarios programables (parto, hemorragia, cesárea, reanimación neonatal, etc.). Viene como solución integral (mujer+neonato+monitores).</p>	<p>Simulación de alto realismo funcional y físico, ideal para entrenamiento avanzado de equipos en escenarios complejos (PPH, codigos obstétricos).</p>



Desventajas	Ventajas	Link de Referencia
<p>Coste elevado, requiere mantenimiento y personal técnico, inversión en espacio y entrenamiento de instructores.</p>	<p>Amplia gama de escenarios, programable, soporte de monitorización y respuesta clínica realista; ampliamente aceptado en unidades de simulación de hospitales.</p>	<p><a href="https://www.gaumard.com/s575-100">https://www.gaumard.com/s575-100</a></p>


---

SimX (plataforma VR)

Imágenes	Descripción	Propuesta de valor
	<p>Plataforma de realidad virtual multiusuario con biblioteca de casos (incluye escenarios de PPH). Permite entrenamiento individual y en equipo, con debriefing y creación de casos. Funciona con cascos VR y PC.</p>	<p>Permite entrenar escenarios clínicos repetibles a bajo costo marginal por usuario, escalable y con posibilidad de personalizar protocolos locales; muy útil para formación de toma de decisiones, comunicación y teamwork.</p>

Desventajas	Ventajas	Link de referencia
Menos sensación háptica (no reemplaza la manipulación física), requiere hardware VR, posible mareo en algunos usuarios, dependencia de infraestructura informática.	Escalabilidad, feedback y trazabilidad digital, posibilidad de entrenar equipos remotos y replicar escenarios estandarizados.	<a href="https://www.simxvr.com/marketplace/postpartum-hemorrhage-hospital/">https://www.simxvr.com/marketplace/postpartum-hemorrhage-hospital/</a>

Obstetric MR™ (asociado a simuladores VICTORIA / parto avanzado)


Imágenes	Descripción	Propuesta de valor
	Obstetric MR™ es un sistema de realidad mixta que combina el simulador físico VICTORIA S2200 con visualización holográfica mediante gafas (HoloLens 2). Permite ver estructuras internas, movimientos fetales y cambios fisiológicos en tiempo real mientras se realizan maniobras sobre el maniquí. Es uno de los sistemas más avanzados en simulación obstétrica híbrida	Ofrecer entrenamiento de alta fidelidad que integra tacto real + visualización interna, permitiendo comprender tanto las maniobras externas como su impacto fisiológico interno. Facilita la práctica de emergencias poco frecuentes y mejora el aprendizaje colaborativo y el debriefing.
Desventajas	Ventajas	Link de referencia

Requiere infraestructura, Integración realista de modelo <https://www.gaumard.com/>  
 mantenimiento y personal físico + hologramas internos. [obstetric-mr](#)  
 técnico. Visualización anatómica y  
 Curva de aprendizaje para uso fisiológica en tiempo real.  
 de la plataforma. Escenarios de parto normal y  
 Parte virtual sin emergencias obstétricas.  
 retroalimentación háptica Trabajo colaborativo entre  
 completa. varios estudiantes.  
 Retroalimentación para análisis  
 posterior.

---

 Health Scholars — Obstetric Hemorrhage VR
 

---

Imágenes	Descripción	Propuesta De Valor
	<p>Suite VR específica para labor &amp; delivery que incluye módulo de obstetric hemorrhage; diseñada para entrenamiento de competencias clínicas y no-técnicas (comunicación, liderazgo).</p>	<p>Soluciones VR con foco en resultados clínicos (reducción de mortalidad evitables) y entrenamiento de habilidades de equipo en escenarios de alto riesgo.</p>
Desventajas	Ventajas	Link de referencia

costos de implementación por caso clínico validado en VER VIDEO licencias y hardware; limitado colaboración con grandes hospitales (ej. NYC Health + sentido táctil. Hospitals), orientado a cambios de comportamiento y resultados.

[https://youtu.be/esdq4lhe\\_-s](https://youtu.be/esdq4lhe_-s)

---

*Nota.* Elaboración propia

La revisión de las soluciones disponibles evidencia que tanto los simuladores físicos como los virtuales cumplen roles complementarios en el fortalecimiento de competencias clínicas. Los simuladores físicos continúan siendo fundamentales debido a su capacidad para proporcionar retroalimentación táctil realista, permitir la ejecución precisa de maniobras y favorecer el aprendizaje procedimental directo, aspectos indispensables en escenarios de alta exigencia como la atención obstétrica.

Por su parte, las plataformas virtuales —incluyendo realidad virtual, aumentada y mixta— amplían significativamente las posibilidades de entrenamiento al permitir la visualización de procesos internos, la simulación de complicaciones poco frecuentes y la recreación de entornos clínicos dinámicos sin riesgo para el paciente. Asimismo, favorecen la repetición ilimitada de escenarios, el aprendizaje progresivo y la integración de habilidades cognitivas, comunicacionales y de trabajo en equipo. Sin embargo, su principal limitación radica en la ausencia de retroalimentación háptica completa, así como en la necesidad de infraestructura tecnológica y capacitación especializada del personal.

A partir de este análisis, se identificaron características y estrategias relevantes que aportan valor a los procesos de enseñanza y aprendizaje en entornos de simulación clínica.

En este sentido, el simulador MamaNatalie plantea el uso de un dispositivo portátil operado por una persona que realiza una dramatización activa, lo que permite incorporar el componente humano para aumentar el realismo de la experiencia. De manera similar, Laerdal — MamaBirthie plantea la dramatización como elemento central del entrenamiento, aunque introduce la posibilidad de uso de forma estática al permitir que el simulador sea colocado sobre una superficie, ampliando los contextos de aplicación.

Por su parte, el simulador Prompt Flex plantea la integración de un software de evaluación que permite registrar el desempeño del estudiante en áreas como el trabajo en equipo y la comunicación, facilitando la identificación de fortalezas y oportunidades de mejora. Adicionalmente, plantea el uso de una aplicación de realidad aumentada que complementa el modelo físico, permitiendo la visualización de información digital desde dispositivos móviles al ser posicionados frente al simulador.

Asimismo, Gaumard — NOELLE plantea una experiencia de simulación más integral al permitir la dramatización desde etapas previas al ingreso a la sala de cirugía. Este simulador incorpora una batería portátil como elemento clave, lo que posibilita su transporte y uso en diferentes escenarios clínicos, fortaleciendo la continuidad narrativa de la simulación.

En relación con la visualización de procesos internos, el simulador Obstetric Mr plantea el uso de tecnología tipo ghost para comprender el comportamiento interno de la pelvis durante el parto, representando los movimientos mediante códigos de color que evidencian los cambios y desplazamientos internos. De igual manera, Health Scholars plantea el uso de comandos de voz y la participación de un equipo médico virtual, manteniendo información crítica visible de forma

constante, como signos vitales y listas de verificación de tareas, y presentando un resultado final del desempeño del estudiante. Finalmente, SimX plantea la visualización de los comportamientos y respuestas de la madre durante el proceso de simulación, aportando una comprensión más completa de la experiencia materna.

#### ***5.1.7. Encuentro con expertos en simulación(Bodystorming)***

La fase de empatizar, dentro del enfoque de Design Thinking, incluyó un ejercicio fundamental de cocreación con expertos en tecnologías inmersivas, cuyo propósito principal fue comprender las posibilidades, limitaciones y oportunidades en el diseño de un simulador mixto para la atención de la hemorragia posparto. Para ello, se organizó una sesión colaborativa con dos figuras clave en el desarrollo de experiencias interactivas en Colombia: John Ayala, CEO de Fryos Games, y Jeff Cárdenas Parra, CEO de Dreams Uncorporated.

La empresa Fryos Games ha trabajado en proyectos que integran mecánicas de juego con tecnologías emergentes, mientras que Dreams Uncorporated (reconocida internacionalmente por desarrollos como el videojuego Cris Tales) ha explorado herramientas avanzadas de animación, diseño 3D y entornos interactivos vinculados a experiencias virtuales. Ambos expertos aportaron su conocimiento en realidad virtual, flujos de interacción y narrativa inmersiva para fortalecer el proceso de ideación del proyecto. Para consultar el informe de la sesión de cocreación, diríjase al Apéndice C.

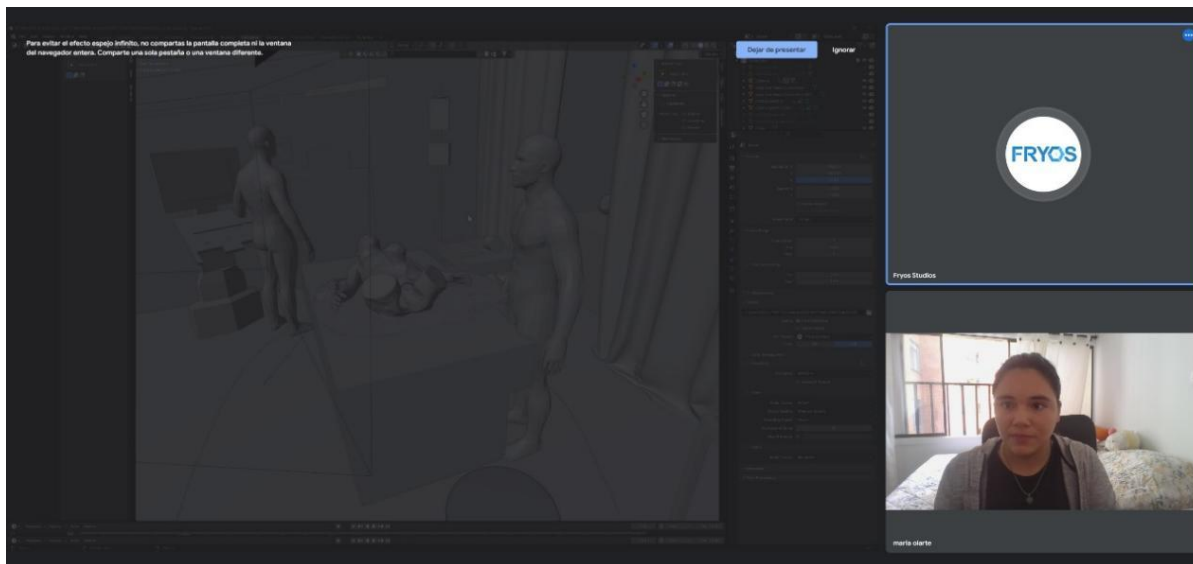
El objetivo central de esta sesión fue desarrollar un brainstorming estructurado, orientado a identificar mecanismos de interacción, requerimientos espaciales y estrategias inmersivas que pudieran ser implementadas dentro del simulador. Para maximizar la concreción de las ideas, se empleó una metodología específica conocida como bodystorming, la cual permite que los participantes conceptualicen soluciones mediante el uso del cuerpo, objetos físicos y

recreaciones espaciales. Esta herramienta resulta especialmente pertinente para proyectos de realidad mixta, pues facilita visualizar cómo los usuarios interactúan simultáneamente con elementos virtuales y componentes físicos del entorno.

La sesión combinó tres tipos de recursos:

1. Materiales 2D de ideación: post-its, papel y marcadores para el registro de ideas rápidas.
2. Materiales de prototipado físico de mediana fidelidad: palitos de madera, plastilina, cartón, cinta y pegante, empleados para construir representaciones tridimensionales del espacio, objetos y elementos interactivos del simulador.
3. Exploración virtual mediante gafas de realidad aumentada: los expertos pudieron visualizar el entorno proyectado y discutir cómo los objetos virtuales debían integrarse de manera coherente en el espacio físico.

El bodystorming permitió a los participantes actuar físicamente las posibles interacciones del simulador, incluyendo la ubicación de paneles virtuales, los movimientos del usuario, los puntos de vista dentro de las gafas y la relación entre el simulador físico y el entorno digital. Las maquetas evolucionaron durante la sesión, dado que cada participante agregaba o modificaba estructuras para complementar las ideas en construcción, lo cual dio lugar a un proceso iterativo y dinámico en el que la creatividad se apoyó tanto en lo tangible como en lo virtual. **Figura 18.**

**Figura 18***Encuentro con expertos en simulación*

La sesión permitió identificar elementos clave para el desarrollo del simulador:

-La necesidad de integrar de forma equilibrada el simulador físico con las capas informativas virtuales, evitando interferencias perceptivas.

-La importancia de una navegación guiada, paso a paso, pensada para estudiantes en formación.

-El valor de integrar elementos visuales y sonoros que respondan al ritmo de la emergencia y apoyen la toma de decisiones.

-La relevancia de desarrollar interacciones simples, claras y coherentes con la carga cognitiva propia de escenarios de emergencia.

-La posibilidad de que el usuario seleccione la dosificación del medicamento que ordenará.

-La opción de que el sistema permita ejecutar la simulación completa o segmentos específicos de esta.

-El diseño de un tutorial progresivo, en el que el aprendizaje se construya por etapas y no de forma simultánea.

-La presentación de un contexto clínico inicial al inicio de la simulación.

-La inclusión de un menú de acceso rápido ubicado cerca del campo visual del usuario.

#### ***5.1.8. Usuario arquetipo***

El usuario arquetipo, denominado Cristian Avendaño, corresponde a un estudiante de Medicina de 20 años, de sexo masculino, que cursa octavo semestre y se encuentra inscrito en el curso de Ginecología y Obstetricia en la Universidad Industrial de Santander. Cuenta con una experiencia media en simulaciones clínicas, así como en el uso de tecnologías de realidad virtual y videojuegos.

Su principal objetivo es poner a prueba sus conocimientos bajo presión en un entorno que se aproxime a la realidad clínica, buscando desarrollar habilidades como la respuesta rápida ante emergencias, el manejo del estrés y la toma de decisiones clínicas. Su motivación se basa en la aspiración de convertirse en un médico destacado, para lo cual valora experiencias de entrenamiento realistas que lo preparen para enfrentar situaciones críticas.

No obstante, manifiesta frustraciones asociadas a las simulaciones tradicionales, tales como la dificultad para ejecutar correctamente todas las maniobras, la falta de orientación clara para el seguimiento de protocolos y la imposibilidad de practicar en escenarios que reproduzcan adecuadamente la presión propia de una emergencia real.


En cuanto al contexto de uso, emplea el simulador de manera individual en el laboratorio de Ginecología y Obstetricia, durante uno o dos días, con el fin de completar sus horas de práctica. Entre sus principales limitaciones se encuentra el tiempo reducido disponible para el uso de herramientas de realidad virtual, debido a la carga académica y al trabajo independiente.

Finalmente, espera un entorno de simulación cómodo y seguro, con información clara y comprensible en la interfaz que no interfiera con su desempeño, así como un sistema de retroalimentación principalmente auditivo, complementado con apoyos visuales limitados que refuercen la comprensión del procedimiento. **Figura 19.**

**Figura 19**

*Usuario arquetipo*

# CRISTIAN AVENDAÑO



La fortuna favorece a la mente preparada.  
— Louis Pasteur

---

### INFORMACIÓN GENERAL

**EDAD:** 20 años  
**OCUPACIÓN:** Estudiante de medicina de la Universidad Industrial de Santander  
**ESTADO CIVIL:** Soltero  
**LOCALIZACIÓN:** Bucaramanga  
**SEXO:** MASCULINO  
**NIVEL ACADÉMICO:** 8° semestre de Medicina, inscrito en el curso de Ginecología y Obstetricia en la Universidad Industrial de Santander  
**EXPERIENCIA EN SIMULACIONES CLINICAS:** Media  
**EXPERIENCIA EN VR Y VIDEOJUEGOS:** Media  
**FRECUENCIA DE USO:** Uno o dos días.  
**LUGAR DE USO:** Laboratorio de Ginecología y obstetricia.

### NECESIDADES Y EXPECTATIVAS

- Que la información presentada en la interfaz sea clara, comprensible y no interfiera con su desempeño.
- Feedback constante

### FRUSTRACIONES

- No poder realizar correctamente todas las maniobras.
- Siente que no tiene la información clara sobre el protocolo a la hora de actuar.
- El tiempo de las prácticas es muy limitado.

### OBJETIVOS

- Poner a prueba sus conocimientos bajo presión en un entorno cercano a la realidad clínica.
- Desarrollar Respuesta rápida ante emergencias, manejo del estrés, toma de decisiones clínicas.

### MOTIVACIONES

- Aspira a ser un médico destacado; desea triunfar y ganar experiencia realista que lo prepare para situaciones críticas.

### ***5.1.9. Delimitación del caso clínico***

A partir de las consultas realizadas con docentes especialistas en ginecología y obstetricia, se descartó la inclusión de etiologías de baja frecuencia o de manejo altamente especializado dentro del escenario de simulación, priorizando aquellas causas de hemorragia posparto que representan la mayor proporción de casos en la práctica clínica y que resultan pertinentes para el nivel de formación de los estudiantes de medicina. Esta decisión se fundamentó en la necesidad de garantizar un escenario formativo coherente con la realidad asistencial y con las competencias esperadas en el contexto académico.

En este proceso, la profesora Adriana contribuyó de manera significativa al proporcionar un guión clínico estructurado, en el cual se definía la participación y el rol de cuatro actores, permitiendo organizar el desarrollo del caso y asegurar la coherencia narrativa y pedagógica de la simulación. El guión clínico se encuentra en el Apéndice D.

El análisis del estado del arte evidenció que los simuladores y escenarios de entrenamiento reportados en la literatura se centran principalmente en el abordaje inicial de la hemorragia posparto, con énfasis en la identificación temprana del sangrado y el manejo de la atonía uterina como causa principal. En coherencia con estos hallazgos, la propuesta de simulación plantea avanzar un paso adicional mediante la incorporación de un escenario clínico que permita al estudiante reconocer y manejar las principales causas de la hemorragia posparto: la atonía uterina y el trauma.

Este alcance busca cubrir el escenario básico más frecuente en la práctica clínica, ofreciendo al estudiante la posibilidad de entrenar la toma de decisiones, la secuencia adecuada de intervenciones y la aplicación de maniobras y tratamientos correspondientes. De este modo, se establece un escenario inicial de simulación con potencial de evolución hacia versiones de

mayor complejidad, que integren condiciones clínicas más avanzadas, como las otras causas de la hemorragia posparto, y un mayor nivel de inmersión.

#### **5.1.10. Diagrama de secuencia de acciones por roles**

Dentro de la fase de definición de la metodología Design Thinking, se realizó una sesión de trabajo con el semillero INTERFAZ con el objetivo de validar, depurar y estructurar el abordaje clínico del escenario de hemorragia posparto por atonía uterina. Este encuentro permitió revisar de manera detallada el flujo de atención previamente construido a partir de la observación en campo, la revisión documental y las consultas con el cuerpo docente.

Bajo la orientación de la profesora Adriana, experta en el área materno-perinatal y líder del proceso formativo en el laboratorio de simulación, se precisó el orden lógico y la secuencia de las acciones clínicas, así como la distribución de responsabilidades entre los distintos actores involucrados, incluyendo estudiantes, docentes y equipo de apoyo.

Adicionalmente, se definió la articulación entre el simulador físico utilizado en las prácticas presenciales y el entorno virtual propuesto para el proyecto, estableciendo con claridad qué acciones corresponden a cada plataforma y los momentos de transición entre ambas.

Como resultado de este proceso, se consolidó un diagrama de secuencia de acciones por roles que integra los pasos y subpasos críticos del manejo de la hemorragia posparto, dividido por etapas denominadas momentos (siendo 16 momentos en total los que componen el caso). Estos momentos constituyen la agrupación de las acciones de cada rol y cimentaron la base para el diseño del escenario de simulación y la integración coherente de los componentes físicos y virtuales, garantizando fidelidad clínica, coherencia pedagógica y alineación con los estándares de simulación en salud. **Figura 20.**

**Figura 20***Diagrama de secuencia de acciones por roles*

	COORDINADOR	ASISTENTE 1	ASISTENTE 2	CIRCULANTE
MOMENTO 1	Evaluar tono	Colocar oxígeno	Canalizar 2 accesos venosos	Calentar bolsa de líquidos endovenosos
MOMENTO 2	Evacuar la vejiga	Tomar signos vitales e informar	Pasar sonda vesical	Recibir muestras sanguíneas y trasladarlas al laboratorio
MOMENTO 3	Evaluar el estado del choque (Índice de choque)	Controlar la temperatura de la paciente	Pasar primer bolsa de líquidos	Llamar la ambulancia
MOMENTO 4	Ordenar medicamentos	Llevar registro de actividades realizadas	Pasar medicamentos ordenados por el coordinador	Informar a la familia del estado de la paciente
MOMENTO 5	Iniciar masaje bimanual	Tomar signos vitales e informar		Avisar al sitio de referencia
MOMENTO 6	Ordenar segundo uterotónico	Llevar registro de actividades realizadas	Pasar segundo uterotónico	Calentar segunda bolsa de líquidos
MOMENTO 7	Reevaluar el estado de choque	Tomar signos vitales e informar	Pasar segunda bolsa de líquidos	Apoyar en actividades solicitadas
MOMENTO 8	Ordenar traje antishock	Llevar registro de actividades realizadas	Colocar el traje antishock	Apoyar al A1 en colocar el traje antishock
MOMENTO 9	Ordenar tercer uterotónico	Tomar signos vitales e informar	Pasar tercer uterotónico	Apoyar en actividades solicitadas
MOMENTO 10	Reevaluar NO respuesta	Llevar registro de actividades realizadas	Pasar tercer bolsa de líquidos	
MOMENTO 11	Solicitar balón hidrostático	Tomar signos vitales e informar	Preparar instrumentación	Apoyar con masaje bimanual
MOMENTO 12	Insertar el balón	Llevar registro de actividades realizadas	Apoyar en la inserción	
MOMENTO 13	Realizar empaquetamiento vaginal	Tomar signos vitales e informar	Apoyar con la instrumentación	
MOMENTO 14	Revisar el canal vaginal	Llevar registro de actividades realizadas	Ayudar con las valvas	Apoyar en actividades solicitadas
MOMENTO 15	Suturar desgarro	Tomar signos vitales e informar	Apoyar en la sutura	
MOMENTO 16	Realizar empaquetamiento vaginal	Llevar registro de actividades realizadas	Apoyar con la instrumentación	Coordinar traslado de camilla a ambulancia

### ***5.1.11. Definición de requerimientos y parámetros***

Partiendo de las necesidades de los usuarios y teniendo en cuenta el alcance proyectado, se identificaron los siguientes deseos a los que se llegó con el equipo de trabajo para el desarrollo de un entorno virtual de aprendizaje orientado a la atención de la hemorragia posparto:

#### **Tabla 12**

##### *Lista de deseos para la elaboración del entorno virtual*

- 
- 1.El entorno debe permitir que el docente encargado pueda identificar el resultado obtenido de cada estudiante

---

  - 2.El sistema debe presentar contenido introductorio que permita contextualizar el caso clínico.

---

  - 3.El sistema debe incluir un tutorial interactivo que explique el funcionamiento del entorno previo al inicio de la simulación.

---

  - 4.La simulación debe presentar el caso clínico completo de atonía uterina.

---

  - 5.El sistema debe permitir la ejecución de segmentos específicos del caso clínico.

---

  - 6.Debe disponerse de una guía física que introduzca al estudiante acerca de los resultados esperados de la simulación.

---

  - 7.Los elementos del entorno deben ser coherentes con una sala de atención posparto.

---

  - 8.El entorno debe responder a las acciones del usuario mediante retroalimentación inmediata.

---

  - 9.La interacción con el sistema no debe obstruir la experiencia principal de la simulación.

---

  - 10.Deben incluirse contenidos de apoyo para momentos clave del procedimiento.

---

  - 11.Los recursos audiovisuales del sistema deben garantizar un funcionamiento adecuado, evitando interferencias en el rendimiento durante la simulación.

12.El entorno debe antener un nivel adecuado de carga cognitiva durante la simulación.

13.El entorno debe ser ser intuitivo para el usuario.

A partir de los deseos identificados junto con los usuarios y el equipo de trabajo, se definieron los requerimientos y parámetros presentados a continuación (**Tabla 13**), con el propósito de establecer de manera clara y estructurada las condiciones necesarias para el diseño y desarrollo del entorno virtual de aprendizaje. Estos requerimientos permiten traducir las necesidades detectadas en criterios concretos que orientan la implementación del sistema, especificando la forma en que cada uno de los objetivos planteados será abordado para garantizar una experiencia de simulación coherente, funcional y alineada con los resultados de aprendizaje esperados.

**Tabla 13**

*Tabla de requerimientos y parámetros*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Parámetro/Unidad de medida</b>	<b>Valor(es) de aceptación</b>	<b>Parte o componente relacionado</b>	<b>Test</b>
Funcionalidad	Registro previo (login) del estudiante	Cumple / No cumple	Cumple	Menu principal	Verificación práctica
	Contextualizar al estudiante sobre el caso	Cumple / No cumple	Cumple	Guía física	Verificación práctica

	Proporcionar instrucciones sobre el manejo del entorno	Cumple / No cumple	Cumple	Tutorial	Verificación práctica
	Reproducir el caso clínico de atonía uterina.	Cumple / No cumple	Cumple	Todo el entorno	Verificación con expertos
	Permite al estudiante volver a ejecutar segmentos específicos del caso clínico	Cumple / No cumple	Cumple	HUD	Verificación práctica
Usabilidad	Priorizar interacciones que no generen sobrecarga motora	Tipo de interacción	Comando de voz	Todo el entorno	Verificación práctica
	Proporcionar introducción previa del caso al estudiante	Cumple / No cumple	Cumple	Introducción	Verificación práctica

	Mantener un nivel de carga cognitiva adecuado	Nº de estímulos por momento	$\leq 3$	Todo el entorno	Verificación práctica
	Uso intuitivo para estudiantes y docentes	Cuestionarios de aceptación	Calificación mayor al 70%	Todo el entorno	Validación práctica
Diseño del Entorno Virtual	Incluir contenido de apoyo para momentos clave	Cumple / No cumple	Cumple	Todo el entorno	Verificación práctica
	Optimización del rendimiento	Píxeles Nº de triángulos Cantidad de textura por malla	$\leq 1024 \times 1024$ 4 $\leq 15000$ 1	Todo el entorno	Verificación práctica
Retroalimentación	Proporcionar retroalimentación al estudiante	Recurso visual y/o sonoro de confirmación	Vista y oído	Todo el entorno	Verificación práctica
Realismo	Implementar una representación coherente del entorno clínico	Checklist	100%	Todo el entorno	Verificación práctica

## 5.2. Idear

La etapa de Idear se desarrolló a partir de los resultados obtenidos en la fase de Definición, en la cual se establecieron los criterios clínicos, pedagógicos y técnicos que debía cumplir el sistema de simulación propuesto. Con base en estos insumos, esta etapa tuvo como objetivo principal responder a las necesidades identificadas y a los parámetros previamente definidos.

Como parte fundamental del proceso de ideación, se desarrollaron prototipos de distintos niveles de fidelidad (baja, media y alta), los cuales fueron validados de manera iterativa en diferentes instancias con docentes expertos y usuarios clave. Estas validaciones permitieron obtener retroalimentación temprana, identificar oportunidades de mejora y orientar la evolución del diseño hacia una propuesta más sólida y funcional.

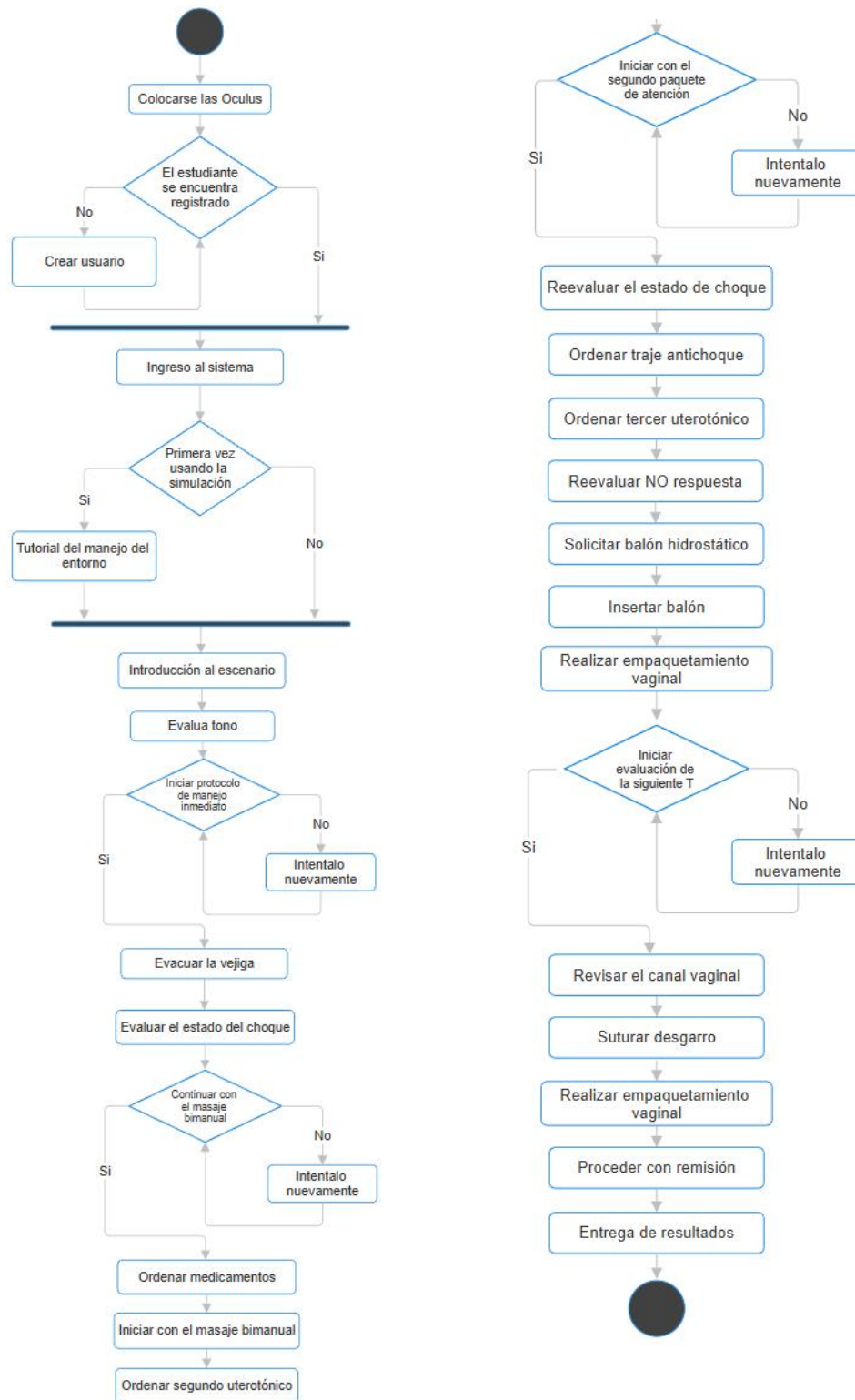
Es importante señalar que esta etapa se concibió como un punto de partida para el desarrollo de una visión de producto a largo plazo, en la cual futuros proyectos puedan profundizar en la incorporación de estrategias como la gamificación y el uso de herramientas TIC aplicadas al aprendizaje de procedimientos clínicos. De esta manera, la etapa de Idear no solo permitió consolidar la propuesta actual, sino también sentar las bases para su evolución y escalabilidad dentro del contexto educativo.

### 5.2.1. Diagrama de flujo del entorno virtual

Se elaboró el diagrama de flujo de trabajo en el entorno virtual **Figura 21**, con base en el diagrama de secuencia de acciones por roles realizado en etapas anteriores con el objetivo de plantear el recorrido del estudiante desde que se coloca las gafas de realidad mixta hasta la finalización de la simulación.

Figura 21

Diagrama de flujo del entorno virtual



En primer lugar, de acuerdo al diagrama de secuencia de acciones por roles realizado anteriormente, se definieron los momentos instruccionales, en los cuales el estudiante debe seguir un conjunto de pasos acompañados de información de apoyo proporcionada por el entorno, con el objetivo de reforzar los conocimientos previamente adquiridos. Como resultado, los momentos instruccionales corresponden a los momentos de la simulación N° 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15 y 16. **Figura 22.**

**Figura 22***Momentos instruccionales*

	COORDINADOR	ASISTENTE 1	ASISTENTE 2	CIRCULANTE
MOMENTO 2	Evacuar la vejiga	Tomar signos vitales e informar	Pasar sonda vesical	Recibir muestras sanguíneas y trasladarlas al laboratorio
MOMENTO 4	Ordenar medicamentos	Llevar registro de actividades realizadas	Pasar medicamentos ordenados por el coordinador	Informar a la familia del estado de la paciente
MOMENTO 5	Iniciar masaje bimanual	Tomar signos vitales e informar		Avisar al sitio de referencia
MOMENTO 7	Reevaluar el estado de choque	Tomar signos vitales e informar	Pasar segunda bolsa de líquidos	Apoyar en actividades solicitadas
MOMENTO 8	Ordenar traje antichoque	Llevar registro de actividades realizadas	Colocar el traje antichoque	Apoyar al AT en colocar el traje antichoque
MOMENTO 9	Ordenar tercer uterotónico	Tomar signos vitales e informar	Pasar tercer uterotónico	Apoyar en actividades solicitadas
MOMENTO 10	Reevaluar NO respuesta	Llevar registro de actividades realizadas	Pasar tercer bolsa de líquidos	
MOMENTO 11	Solicitar balón hidrostático	Tomar signos vitales e informar	Preparar instrumentación	Apoyar con masaje bimanual
MOMENTO 12	Insertar el balón	Llevar registro de actividades realizadas	Apoyar en la inserción	
MOMENTO 14	Revisar el canal vaginal	Llevar registro de actividades realizadas	Ayudar con las valvas	Apoyar en actividades solicitadas
MOMENTO 15	Suturar desgarro	Tomar signos vitales e informar	Apoyar en la sutura	
MOMENTO 16	Realizar empaquetamiento vaginal	Llevar registro de actividades realizadas	Apoyar con la instrumentación	Coordinar traslado de camilla a ambulancia
PROCEDER CON REMISION				

En segundo lugar, se definieron los momentos de decisión (**Figura 23**), en los cuales el estudiante, a diferencia de los momentos instruccionales, debe analizar la información presentada y seleccionar la opción que considere adecuada para continuar con la simulación. Estos momentos corresponden a los números 1, 3, 6 y 13, ya que representan los puntos más críticos del escenario, donde el estudiante debe evaluar los signos vitales, el sangrado y el estado general de la paciente para determinar el siguiente paso del procedimiento. En caso de que el estudiante seleccione una respuesta incorrecta, el sistema proporcionará retroalimentación con el fin de permitirle intentarlo nuevamente y reforzar el aprendizaje de la respuesta correcta.

### Figura 23

#### *Momentos de decisión*

	COORDINADOR	ASISTENTE 1	ASISTENTE 2	CIRCULANTE
MOMENTO 1	Evaluar tono	Colocar oxígeno	Canalizar 2 accesos venosos	Calentar bolsa de líquidos endovenosos
MOMENTO 3	Evaluar el estado del choque (índice de choque)	Controlar la temperatura de la paciente	Pasar primer bolsa de líquidos	Llamar la ambulancia
MOMENTO 6	Ordenar segundo uterotónico	Llevar registro de actividades realizadas	Pasar segundo uterotónico	Calentar segunda bolsa de líquidos
MOMENTO 13	Realizar empaquetamiento vaginal	Tomar signos vitales e informar	Apoyar con la instrumentación	

Asimismo, se hizo énfasis en la distinción de etapas dentro del flujo de la simulación. Desde el momento número 1 hasta el 6 corresponde al primer paquete de respuesta a la emergencia; del momento 7 al 14 corresponde al segundo paquete, aplicado cuando la hemorragia persiste tras el tratamiento inicial; y, finalmente, los momentos 15 y 16 corresponden a la sutura del desgarro. A partir de lo anterior, se propuso una segmentación clara que facilitara al estudiante la comprensión de la categorización de los momentos.

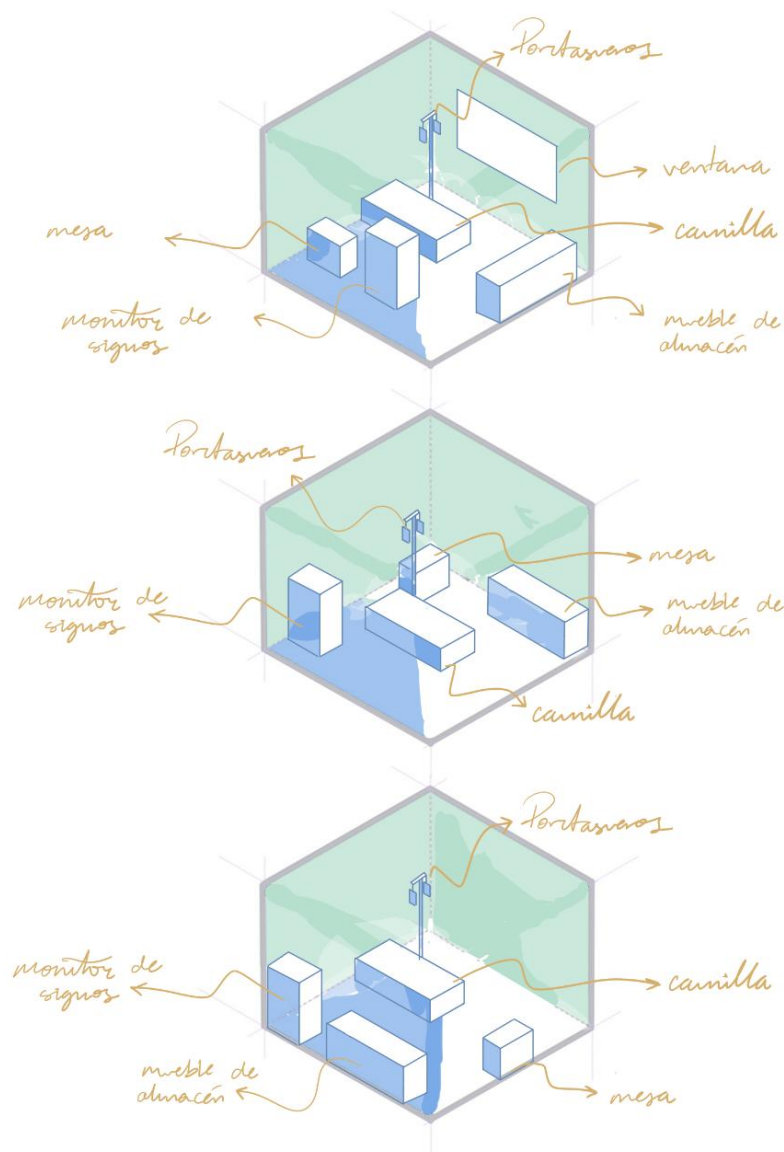
Por otro lado, se incluyeron dentro del diagrama de flujo las secciones correspondientes a la identificación del estudiante, el tutorial del sistema y la introducción a la simulación, en concordancia con los requerimientos N° 1, 3 y 7, respectivamente.

### ***5.2.2. Sketch del entorno***

Como parte de la etapa de Ideación, se realizó el análisis de los videos de referencia en los que se evidencian distintas configuraciones del espacio físico y la disposición de elementos como el monitor de signos vitales, el mueble de almacenamiento, la camilla, la mesa auxiliar y el portasueros. A partir de este análisis, se desarrollaron tres alternativas de configuración espacial mediante 3 sketch volumétricos de tipo “black box” (**Figura 24**), los cuales permitieron representar de manera simplificada la ocupación y relación de los elementos dentro del espacio. Estas alternativas fueron consultadas y evaluadas junto con expertos, siendo seleccionada la segunda propuesta por presentar un mayor nivel de aceptación.

**Figura 24**

*Sketchs de alternativas de la configuración de elementos físicos del entorno*



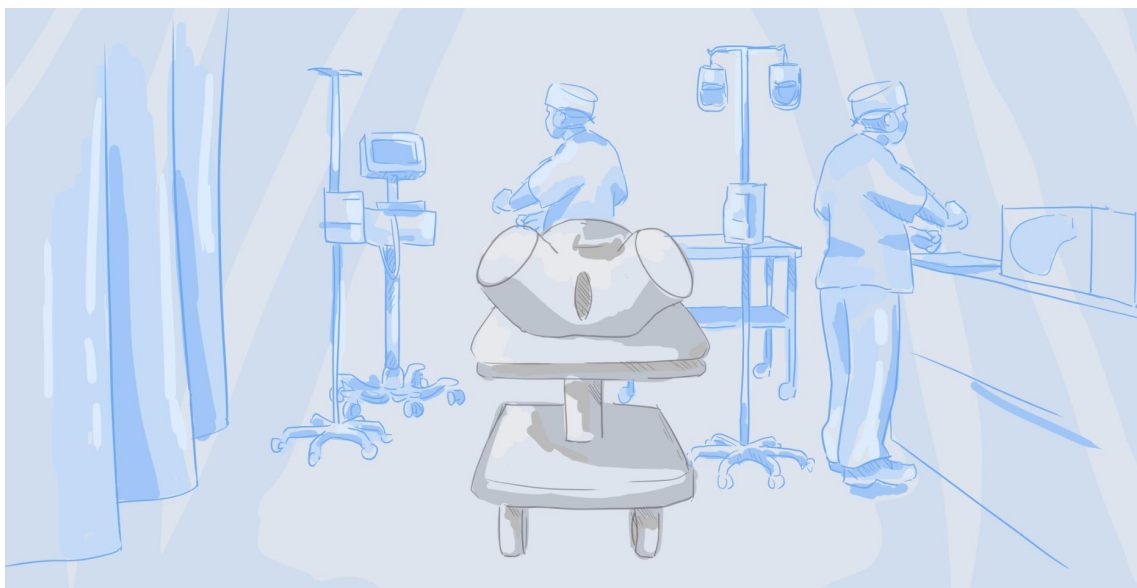
Con base en esta propuesta validada, se procedió al desarrollo de la representación gráfica detallada de la solución, se realizó un sketch final (**Figura 25**) en la aplicación Clip Studio. Este recurso permitió generar un primer avance bidimensional del entorno, visualizando cómo se esperaba que fuera la interacción, cuáles serían las partes tridimensionales del entorno

virtual (identificadas con tonos azules) y cuáles corresponderían al entorno físico (identificadas con tonos grises).

Este análisis permitió contemplar la relación entre los elementos virtuales y los aspectos físicos del espacio disponible en el laboratorio de simulación. A partir de la observación del entorno, se concluyó que el escenario 3D no podría abarcar aproximadamente 9 m<sup>2</sup>, debido a que los estudiantes que realizan las simulaciones podrían interferir indirectamente con la experiencia como consecuencia de las limitaciones espaciales del laboratorio.

### Figura 25

*Sketch del entorno del simulador virtual*



El sketch permitió dar respuesta inicial al requerimiento número 13, relacionado con la implementación de una representación coherente del entorno clínico, haciendo énfasis en los recursos 3D principales necesarios para la correcta contextualización del estudiante.

### ***5.2.2. Listado de elementos necesarios para la construcción del entorno***

De manera complementaria, se realizaron listados detallados de los elementos necesarios para la construcción del entorno completo de simulación, incluyendo recursos 3D, animaciones y elementos sonoros:

**5.2.2.1. Recursos 3D.** La lista de recursos 3D (**Tabla 14**), de la simulación se organizó en tres categorías principales, de acuerdo con su función dentro del entorno de realidad mixta y su aporte al proceso de aprendizaje del estudiante.

En primer lugar, se incluyeron los modelos 3D correspondientes al entorno clínico y a los actores involucrados en el escenario, los cuales permiten contextualizar la simulación y mantener la coherencia espacial con un escenario obstétrico real.

En segundo lugar, se definieron recursos 3D de apoyo instruccional, consistentes en animaciones tipo ghost de la pelvis y estructuras anatómicas relevantes, utilizadas para guiar la ejecución de maniobras como el masaje bimanual y la inserción del balón de Bakri. Este formato permite visualizar de manera interna los efectos de las maniobras, aspecto considerado fundamental para el aprendizaje, de acuerdo con la necesidad identificada por el docente.

Finalmente, se incorporaron recursos visuales dinámicos, como sistemas de partículas para la representación de la sangre, los cuales, si bien no corresponden a modelos 3D tradicionales, cumplen un rol clave en la simulación al reforzar la comprensión del estado clínico y la urgencia del escenario, sin comprometer el rendimiento ni la claridad visual del entorno.

**Tabla 14***Lista de recursos 3D*

Recursos 3D
<b>1.Entorno y actores</b>
Pantalla De Monitorizacion De Signos
Carpeta De Seguimiento
Medicamentos
Manta Termica
Venocllisis
Suero
Porta Suero
Carro De Instrumentos
Paciente
Camilla
Mascarilla
Cortinas
Canula
Médico
<b>2.Apoyo instruccional</b>
Pelvis
Pinzas foester
Balon De Bacri
<b>3.Recursos visuales dinámicos</b>

---

 Sangre
 

---

**5.2.2.2. Animaciones.** La lista de animaciones (Tabla 15), se definió a partir del Apéndice E, en el cual se organizan las acciones requeridas para cada actor involucrado en el escenario de simulación, de acuerdo con su rol dentro del flujo del procedimiento clínico. Estas animaciones permiten representar de manera secuencial las acciones necesarias para el desarrollo del escenario y apoyar la toma de decisiones del estudiante.

En el caso de la paciente, no se incluyeron animaciones procedimentales específicas, dado que su participación se limita a respuestas fisiológicas básicas, como la respiración agitada, las cuales cumplen una función contextual dentro de la simulación.

Adicionalmente, se incorporaron animaciones complementarias que no están directamente asociadas a un actor en particular, pero que resultan fundamentales para el cumplimiento de los objetivos pedagógicos del sistema. Entre estas se incluyen la animación del sangrado, la animación de apoyo pedagógico tipo ghost para la inserción del balón de Bakri y la animación guía para la correcta ejecución del masaje bimanual, las cuales permiten reforzar la comprensión de los procedimientos y facilitar el aprendizaje práctico del estudiante.

### Tabla 15

#### *Lista de animaciones*

Animaciones
<b>1. Actores</b>
Respiración agitada
Poner oxígeno
Agarrar objeto

---

---

Escribir

Canalización

Cargar sabana

Abrir microondas

Colgar bomba de infusión

Masaje bimanual

Entregar sonda folley

## **2.Complementarias**

Sangre

Inserción Balón de bakri(Ghost)

Masaje bimanual(Ghost)

---

**5.2.2.3. Sonidos.** Para el diseño sonoro de la simulación (Tabla 16), los elementos seleccionados se organizaron en tres niveles de intensidad auditiva, basados en la percepción de distancia y prominencia dentro del entorno virtual. Esta clasificación permite aplicar un sistema de audio por capas (layered sound) que responde al contexto de la simulación, ajustando la sensación de presión y atención del participante según la etapa del proceso:

*Nivel alto (sonidos prioritarios y con mayor volumen):* Corresponde a la respiración de la madre agitada y pitido del monitor. Estos sonidos son constantes, de alta presencia acústica y están diseñados para captar la atención inmediata.

*Nivel medio (sonidos ambientales relevantes):* Corresponde a los Pasos afuera, ajustes de equipos médicos y ventilación. Estos aportan contexto y ambiente, ubicándose por debajo de los

sonidos de prioridad, aportan contexto y refuerzan la sensación de presencia sin desplazar los sonidos prioritarios.

*Nivel bajo (sonidos de fondo sutiles):* Corresponde a Murmuros de gente y puerta cerrando. Se perciben como capas ambientales de baja intensidad, enriqueciendo la escena sin competir con los elementos clave.

Este enfoque responde a los principios del diseño sonoro inmersivo y del audio interactivo. Los sonidos de fondo se utilizaron como una base sonora constante destinada a establecer el contexto clínico del escenario, aportando realismo perceptual sin interferir con la tarea principal del estudiante ni incrementar significativamente la carga cognitiva (Pinto et al., 2020).

De manera complementaria, los sonidos de nivel medio se emplearon para aportar dinamismo y verosimilitud al entorno, funcionando como indicadores contextuales que mantienen un estado de alerta moderado, en concordancia con investigaciones sobre señales auditivas adaptativas en simulación clínica (Lawson & Kearney, 2021).

Finalmente, los sonidos incrementales se diseñaron para variar su intensidad y frecuencia en función de la gravedad del cuadro clínico, actuando como marcadores auditivos de urgencia que orientan la atención y apoyan la toma de decisiones en momentos críticos, tal como lo respaldan estudios en neurociencia cognitiva (Ludyga et al., 2016).

En las secciones instruccionales, donde se presenta contenido pedagógico y se requiere una atención sostenida, los sonidos de nivel medio se mantendrán a un volumen estándar, mientras que los sonidos prioritarios adquirirán mayor presencia sin resultar alarmantes. En los momentos críticos de la simulación, definidos como pantallas de decisión, todas las capas sonoras incrementarán su intensidad relativa con el objetivo de transmitir una mayor sensación

de urgencia y presión, contribuyendo a una experiencia más inmersiva y representativa del entorno clínico simulado.

**Tabla 16**

*Lista de recursos sonoros*

Recursos sonoros
<b>1.Nivel alto</b>
Pitido de monitor
Respiración agitada o jadeante
<b>2.Nivel medio</b>
Pasos del personal médico fuera de la sala
Ajustes de equipos médicos (seringas, suero, inflado del balón de Bakri)
Ventilación mecánica
<b>3.Nivel bajo</b>
Murmullos de personal médico (indicaciones, llamadas de emergencia)
Puerta cerrando

Finalmente, estos listados funcionaron como un insumo técnico y organizativo clave para planificar el desarrollo del sistema, garantizar la coherencia entre sus componentes y facilitar la transición desde la ideación hacia las etapas de prototipado y desarrollo del prototipo final.

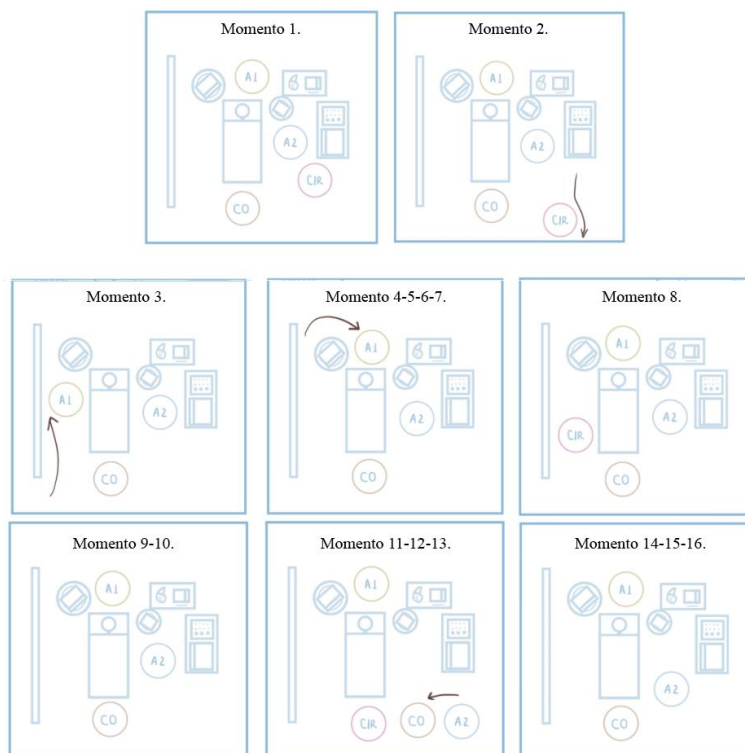
### 5.2.4. Diagrama de puesta en escena

Por otro lado, se llevó a cabo la elaboración de un diagrama de puesta en escena con el propósito de representar de manera secuencial el funcionamiento de los distintos actores involucrados en el escenario de simulación, así como su ubicación y relación espacial dentro del entorno de realidad mixta. Para facilitar la lectura e interpretación del diagrama, los actores fueron identificados mediante abreviaturas: A1 y A2 para los actores principales, CO para el coordinador y CIR para el personal circulante.

Este diagrama se construyó a partir del sketch desarrollado previamente, lo que permitió contemplar de manera más precisa la disposición de los elementos bidimensionales dentro del entorno virtual, evitando la saturación visual de la experiencia y favoreciendo una interacción más clara y fluida para el estudiante. **Figura 26.**

**Figura 26**

*Diagrama de puesta en escena*



De acuerdo con el análisis del diagrama de puesta en escena, se concluyó que la información de soporte se ubicaría preferentemente en el lateral izquierdo del campo visual del estudiante, ya que esta zona permanece mayormente despejada durante el desarrollo de la simulación y permite un acceso constante sin interferir con las acciones principales. Por otro lado, la información relacionada con la ejecución de maniobras específicas, como el masaje bimanual y la inserción del balón de Bakri, se dispondría en el lateral derecho, dado que este contenido se presenta de manera puntual y en momentos específicos de la simulación. Esta distribución contribuye a evitar la saturación visual y favorece una experiencia de usuario más fluida y organizada.

### **5.3. Prototipar**

Durante esta etapa se desarrollaron tres prototipos correspondientes a los niveles de baja, media y alta fidelidad, con el objetivo de validar progresivamente el diseño, el flujo de la simulación y la interacción del usuario con el entorno propuesto.

#### ***5.3.1. Prototipo de baja fidelidad***

El prototipo de baja fidelidad se desarrolló con el propósito de permitir iteraciones rápidas durante el proceso de diseño, facilitando la identificación temprana de ajustes y oportunidades de mejora antes de avanzar hacia niveles superiores de fidelidad. Este tipo de prototipo no representa el funcionamiento completo del sistema final, sino que se enfoca en la evaluación conceptual y estructural del entorno.

Para la construcción de este prototipo se utilizó el software Blender, con el objetivo de generar un primer acercamiento visual al entorno de simulación propuesto. Esta herramienta permitió definir y comunicar de manera clara la disposición espacial y la ubicación de los diferentes actores involucrados, incluyendo al estudiante. **Figura 27.**

**Figura 27***Prototipo de bajo nivel*

En el desarrollo del prototipo se optó por la utilización de maniqués genéricos y elementos básicos de representación, como volúmenes simples y cajas, con el fin de indicar la ubicación y función de los distintos componentes dentro del escenario. Esta decisión responde a que el prototipo corresponde a una etapa de baja fidelidad, en la cual se prioriza la evaluación de la estructura general, el flujo de la simulación y la interacción del usuario, por encima del nivel de detalle visual o del realismo de los modelos empleados.







De este modo, el prototipo de baja fidelidad funcionó como una base conceptual sobre la cual se realizaron ajustes iniciales y se orientó el desarrollo posterior del sistema de realidad mixta.

Como resultado de esta etapa, se elaboró una matriz STOP-START-CONTINUE (SSC) (**Tabla 17**), con el fin de organizar de manera estructurada la revisión y el análisis de los

referentes estudiados durante el proceso de diseño. Esta herramienta permitió clasificar los elementos identificados en tres categorías: aquellos aspectos que debían detenerse (Stop) por no aportar valor o generar confusión en el proceso formativo; los que debían iniciarse o incorporarse (Start) por representar oportunidades de mejora o innovación; y los que debían mantenerse (Continue) por demostrar efectividad y pertinencia dentro del contexto de la simulación clínica.

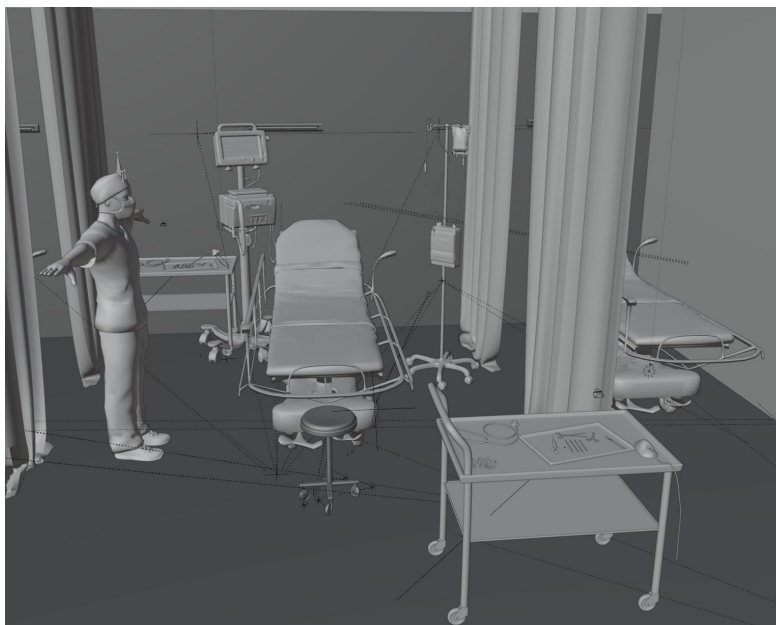
**Tabla 17**

*Matriz SSC del prototipo de baja fidelidad para la primera fase*

Start	Stop	Continue
-Inclusión de un tutorial del funcionamiento y colocación del traje antichoque con el objetivo de reforzar los conocimientos de este.		
		
		

### **5.3.2. Prototipo de mediana fidelidad**

Una vez definida la estructura general del sistema y los principales requerimientos clínicos y pedagógicos, se desarrolló un prototipo de fidelidad media con el objetivo de profundizar en el diseño del entorno y evaluar de manera más precisa el flujo de acciones y la coherencia clínica del escenario de simulación de hemorragia posparto. **Figura 28.**

**Figura 28***Prototipo de nivel medio*

En esta etapa se incorporaron las pantallas propuestas en la aplicación Figma por la estudiante Catalina Granados, quien fue la encargada de diseñar y mantener la coherencia visual y gráfica de las interfaces del entorno virtual y de la plataforma de aprendizaje. Para consultar el Design Kit propuesto, véase el Apéndice F.

La disposición de los elementos visuales dentro del entorno de realidad mixta se definió a partir de principios ergonómicos contemporáneos aplicados al diseño de interfaces inmersivas. A partir de los aportes de Zhang et al. (2025) sobre la relación entre la orientación de las superficies informativas, la eficiencia de interacción y la comodidad del usuario en entornos virtuales y aumentados, se establecieron criterios orientados a reducir la fatiga física y cognitiva durante tareas prolongadas. En coherencia con estos planteamientos, y retomando los lineamientos propuestos por Singh (2025) en relación con la ergonomía visual en entornos inmersivos, se definió que los paneles de información se orientaran de manera casi perpendicular a la línea de visión del usuario, con una ligera inclinación hacia atrás entre aproximadamente  $10^\circ$  y  $20^\circ$ .

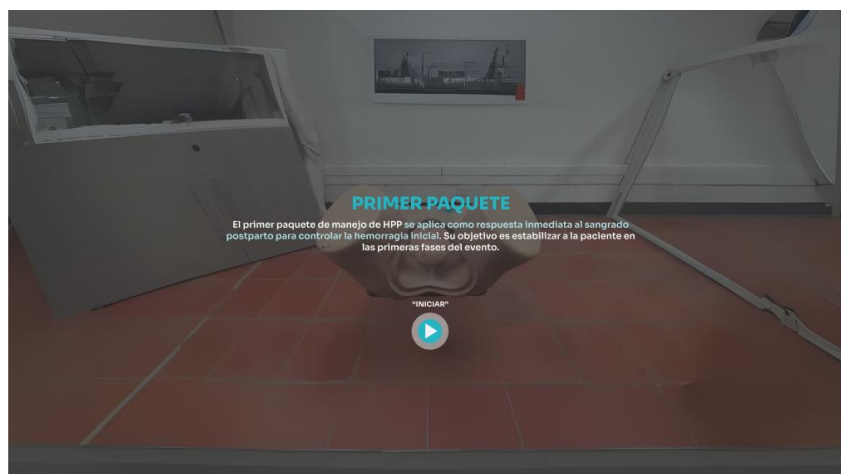
respecto a la vertical y se ubicaran ligeramente por debajo del nivel de los ojos, favoreciendo una lectura confortable y una menor tensión muscular en cuello y cabeza durante la interacción con el sistema.

La integración de las pantallas permitió explorar la disposición de los elementos informativos, su legibilidad y su relación con las acciones que debía ejecutar el estudiante durante el escenario clínico. A partir de la observación y del diagrama de puesta en escena previamente realizado, se definió que la ubicación de las pantallas se establecería según su categoría:

*Pantalla de nueva etapa:* Las pantallas correspondientes al inicio de una nueva etapa **Figura 29**, se diseñaron para ocupar la totalidad del campo visual del estudiante, con el propósito de centrar su atención en la información introductoria y evitar la presencia de estímulos simultáneos. Esta decisión permitió que, en las fases iniciales de cada etapa, el estudiante comprendiera con claridad el contexto y los objetivos a desarrollar, sin distracciones provenientes del entorno o de otros elementos de la interfaz, facilitando así una transición progresiva entre etapas.

## Figura 29

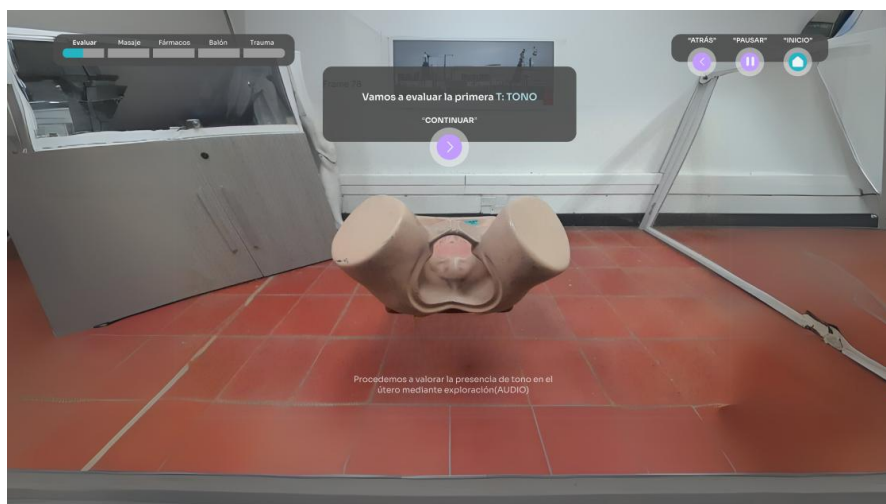
*Pantalla de inicio de nueva etapa*



*Pantalla de introducción:* Se incorporó una pantalla informativa **Figura 30**, presentada inmediatamente después de la pantalla de inicio de nueva etapa, en la cual se indica de manera concisa la primera acción que debe realizar el estudiante. Esta pantalla se ubicó en la zona superior de la pelvis de la paciente, con el fin de mantener la información dentro del campo visual principal del usuario y facilitar una transición fluida hacia la ejecución de la acción clínica correspondiente.

### Figura 30

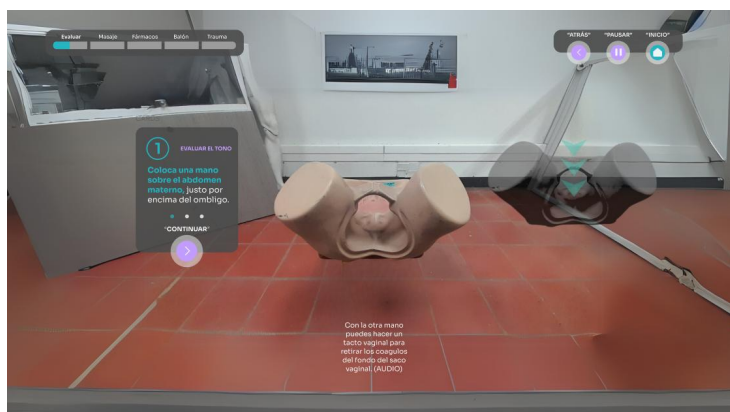
*Pantalla de introducción*



*Pantalla de decisión:* Las pantallas de decisión (**Figura 31**), se ubicaron en el centro de la interfaz con el propósito de concentrar la atención del estudiante en la información crítica que debía analizar para realizar la elección correspondiente. Esta disposición responde a la necesidad de que la toma de decisiones se lleve a cabo de manera rápida y bajo un alto nivel de presión, reforzado por el diseño sonoro previamente definido. Asimismo, la ubicación central permitió reducir la carga cognitiva asociada a la redistribución de la atención visual, favoreciendo el procesamiento efectivo de la información.

**Figura 31***Pantalla de decisión*

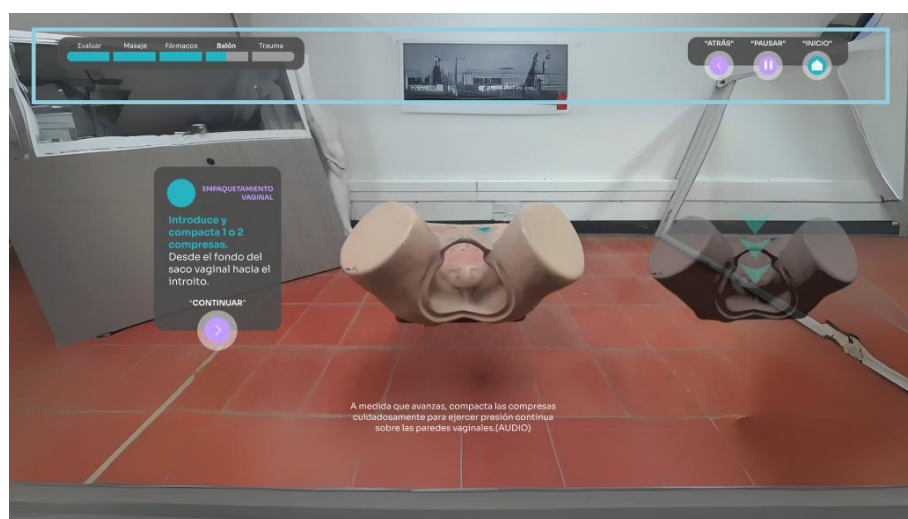
*Pantalla de contenido instruccional:* En cuanto a la ubicación de las pantallas de contenido instruccional (**Figura 32**), se dispusieron en el lateral derecho del entorno, en coherencia con lo establecido a partir del diagrama de puesta en escena. De igual manera, los modelos de apoyo pedagógico tipo ghost se ubicaron en este mismo sector, con el fin de mantener una relación espacial directa entre la información instruccional y la zona anatómica de mayor relevancia durante la simulación. Esta proximidad permitió facilitar la consulta de la información sin requerir desplazamientos visuales amplios, contribuyendo a la reducción de la carga cognitiva y a una integración más fluida entre la instrucción y la acción.

**Figura 32***Pantalla de instrucciones*

En relación con la ubicación del HUD (Head-Up Display) (**Figura 33**), este se dispuso en la zona superior del campo visual del estudiante, con el fin de evitar la saturación del área central de la experiencia, destinada a la presentación de información crítica y a la ejecución de las acciones principales de la simulación. El HUD se organizó en dos secciones laterales: una orientada a indicar el estado y la etapa del proceso en la que se encuentra el estudiante, y otra destinada a ofrecer opciones adicionales de interacción con el entorno, manteniendo así la información de seguimiento siempre accesible sin interferir con la atención focal requerida.

### Figura 33

#### *Ubicación del Head-Up Display*



Por otro lado, se propuso reducir la cantidad de información presentada en las pantallas, priorizando la comunicación de los contenidos más relevantes de forma textual y trasladando parte de la información complementaria al canal auditivo. Esta decisión se tomó a partir de las observaciones realizadas por la profesora Adriana, quien identificó una alta carga de información textual que podía generar sobrecarga cognitiva y una percepción de complejidad innecesaria durante algunos momentos de la simulación.

Esta estrategia permitió, además, reforzar la percepción de fidelidad del escenario, dado que en contextos reales de emergencia clínica la información suele transmitirse de manera verbal por parte de los miembros del equipo de salud mientras se analiza la situación, favoreciendo una experiencia más cercana a la práctica clínica real.

Adicionalmente, el prototipo incluyó la creación del rigging y el desarrollo de animaciones para los personajes (**Figura 34**), utilizando la herramienta Mixamo para la generación de animaciones básicas y Blender para la elaboración de animaciones específicas. Este proceso permitió dotar a los modelos de movimiento y expresividad, facilitando la representación de acciones coherentes con los roles de cada actor dentro del escenario clínico.

### Figura 34

#### *Animaciones realizadas en Blender*

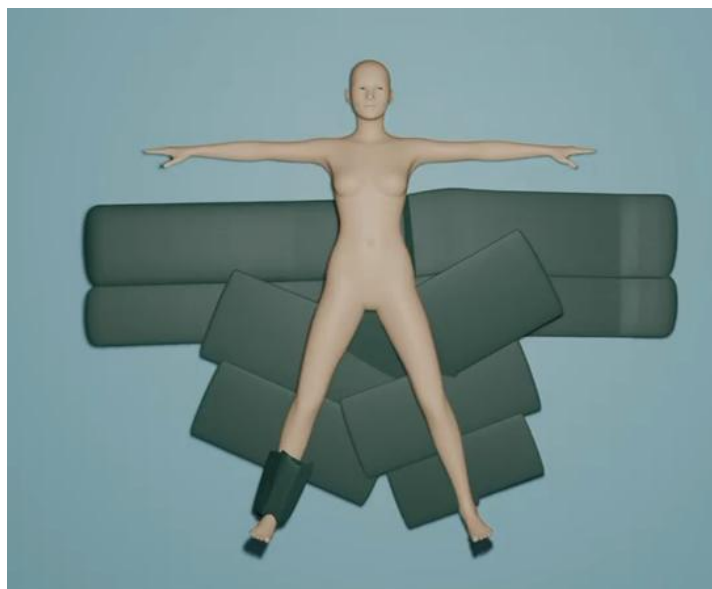


Por último, se desarrolló un video de apoyo animado para la correcta colocación del traje antichoque (**Figura 35**), en el cual se presenta de manera secuencial el orden adecuado para la instalación de cada uno de sus componentes y la ubicación correcta de las distintas partes del

dispositivo. Este recurso audiovisual tuvo como objetivo facilitar la comprensión del procedimiento y reforzar la correcta ejecución de la técnica dentro del entorno de simulación.

### Figura 35

*Video de apoyo para la colocación del traje antichoque*



El propósito principal de este prototipo de fidelidad media fue validar el flujo de acciones clínicas y la coherencia del manejo de la hemorragia posparto dentro del escenario propuesto. Para ello, se incluyó la totalidad de las pantallas y componentes previstos para el sistema, lo que permitió una evaluación integral de la secuencia de pasos, la carga informativa y la interacción del usuario con el entorno de realidad mixta.

### Tabla 18

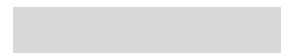
*Matriz SSC del prototipo de fidelidad media*

Start	Stop	Continue
-Inclusión de tutorial a modo de entender el funcionamiento	-Ingresar a la simulación sin ningun contexto previo.	

---

del sistema previo a la simulación.

-Inclusión de material de apoyo para la realización de maniobras



-Inclusión recurso audiovisual para representar el monitoreo constante luego del parto.

---

### ***5.3.3. Prototipo de alta fidelidad***

El prototipo final del sistema de simulación en realidad mixta fue desarrollado íntegramente en el motor Unity, integrando los componentes visuales, interactivos y sonoros necesarios para ofrecer una experiencia formativa de alta fidelidad. Esta versión representó la consolidación de los aprendizajes obtenidos en las etapas previas de prototipado y fue la utilizada en el proceso de validación con estudiantes.

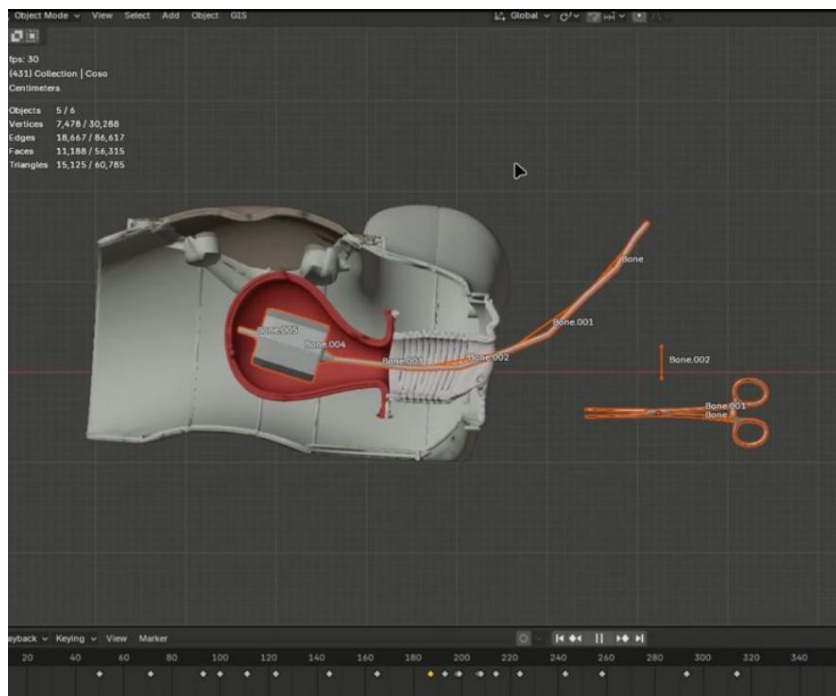
En la etapa de ideación del proceso de diseño se definió el desarrollo de animaciones y recursos visuales específicos (**Figura 36**), orientados a apoyar la comprensión y correcta ejecución de las maniobras clave para el manejo de la hemorragia posparto dentro del entorno virtual. En este marco, se realizaron animaciones correspondientes a procedimientos como el masaje bimanual y la inserción del balón de Bakri, con el propósito de reforzar el aprendizaje procedimental y guiar al estudiante de manera clara y secuencial.

Asimismo, se desarrollaron modelos tridimensionales específicos para los tutoriales de estas maniobras, diseñados con un tratamiento visual tipo ghost o semitransparente, permitiendo

la visualización interna de las estructuras anatómicas y facilitando la comprensión de la ubicación de las manos, la dirección de los movimientos y los efectos internos generados por la acción externa del estudiante.

### Figura 36

*Animación en Blender de los modelos de apoyo*



Adicionalmente, se incorporaron animaciones complementarias no asociadas directamente a un actor en particular, pero fundamentales para el cumplimiento de los objetivos pedagógicos de la simulación. Entre estas se incluye la representación del sangrado mediante un sistema de partículas desarrollado en Unity. Estos recursos permitieron enriquecer la experiencia de simulación, reducir la ambigüedad presente en guías tradicionales y fortalecer la comprensión espacial y funcional de los procedimientos clínicos dentro del entorno de realidad mixta.

En relación con el acabado visual, se realizó el desarrollo de las texturas **Figura 37**, de los modelos tridimensionales mediante el uso del software Substance Painter. No obstante, para este prototipo se exportaron únicamente los mapas de color base y normal, decisión acorde con el

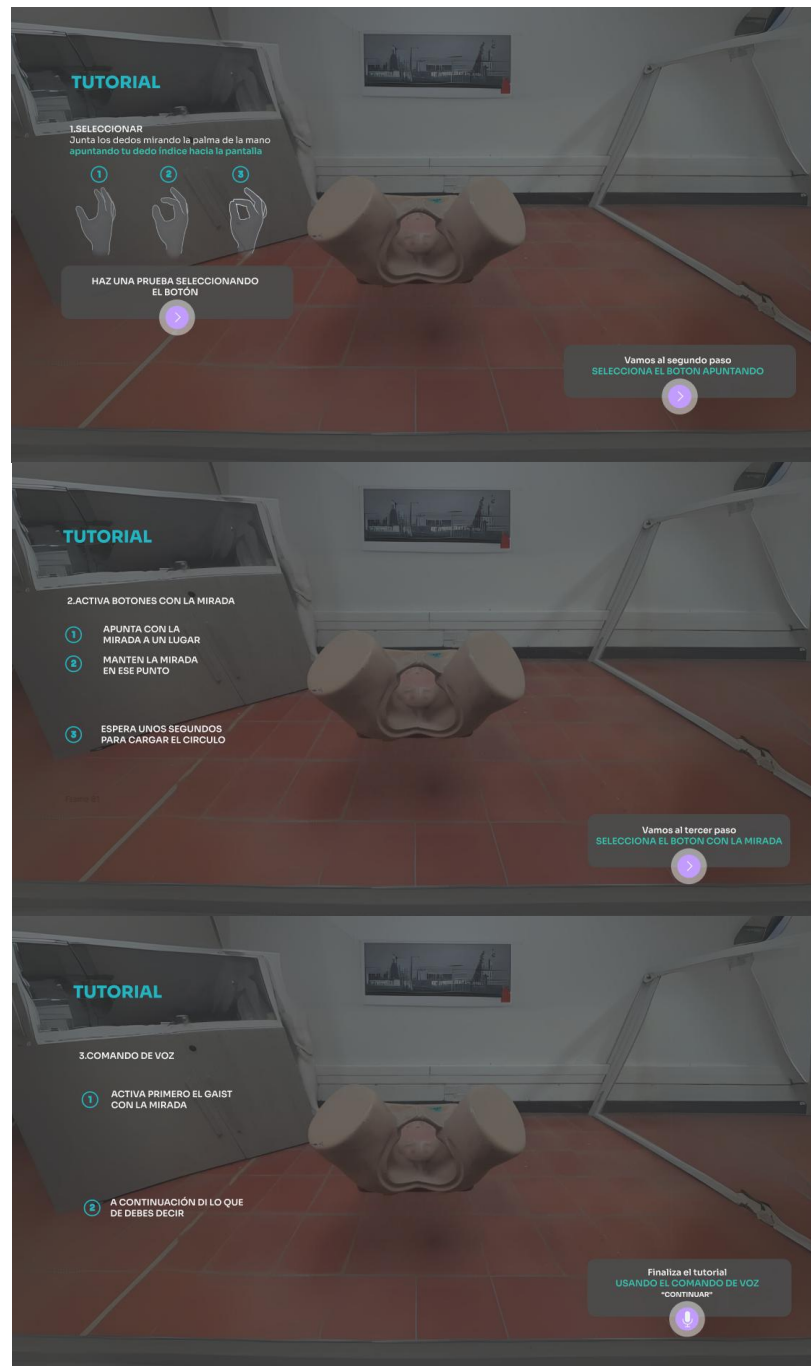


**Figura 38**

*Creación del video introductorio del caso*



Adicionalmente, se desarrolló un tutorial introductorio **Figura 39**, sobre el funcionamiento del entorno virtual, con el objetivo de familiarizar al usuario con los mecanismos de interacción del sistema antes de iniciar la simulación. En una primera etapa, el tutorial explicó el proceso de selección de elementos dentro del entorno; posteriormente, se instruyó al usuario en la activación de botones mediante el uso de la mirada como método de interacción. Finalmente, se presentó el uso de comandos de voz, permitiendo al estudiante comprender y practicar esta modalidad de control, garantizando así una interacción más fluida y una adecuada comprensión del funcionamiento general del sistema.

**Figura 39***Tutorial del funcionamiento del entorno virtual*

Por otro lado, a partir de la matriz STOP–START–CONTINUE (SSC) correspondiente al prototipo de fidelidad media, se diseñó e integró una guía física con el propósito de comunicar al

estudiante los alcances esperados de la simulación, la cual puede consultarse en el Apéndice IG. En dicha guía se presentan de manera estructurada los criterios de evaluación, el contexto clínico de la paciente, los objetivos de la actividad, el desarrollo de la simulación y las acciones que debe realizar el estudiante, con el fin de orientar su participación y facilitar una comprensión integral del ejercicio.

Este prototipo no solo buscó reforzar la fidelidad perceptual del entorno, sino también favorecer el entrenamiento de habilidades no técnicas, como la gestión del estrés, la atención selectiva y la priorización de acciones en contextos de alta demanda cognitiva. En este sentido, el componente sonoro actuó como un elemento activo dentro de la experiencia de simulación, integrándose de forma coherente con los estímulos visuales y las interacciones del sistema, y contribuyendo a una experiencia formativa más cercana a la práctica clínica real.

Finalmente, el prototipo de alta fidelidad, al integrar de manera coherente los componentes físicos, virtuales y auditivos, permitió evaluar de forma integral la experiencia de simulación y constituyó la base para la validación de la percepción de fidelidad del sistema en el contexto académico.

### Tabla 19

*Matriz SSC del prototipo de alta fidelidad*

Start	Stop	Continue
-Ubicar la pantalla los signos vitales de manera permanente en el monitor de signos vitales.	-El modelo 3D actual de signos vitales no es acorde con el modelo de una sala de cirugía.	

## 5.4. Testear

### 5.4.1. *Protocolo de validación con estudiantes*

Con el objetivo de evaluar la funcionalidad, la percepción del realismo y la utilidad del sistema desarrollado, se realizó una prueba de validación con estudiantes de Medicina en un escenario de entrenamiento en hemorragia posparto. Esta prueba permitió analizar la percepción de los usuarios respecto a la interacción con el sistema y su aporte al aprendizaje clínico, sirviendo como base para la valoración del desempeño y la identificación de oportunidades de mejora. El protocolo de validación puede consultarse en el Apéndice H.

Para la validación del prototipo se diseñó un instrumento de evaluación basado en una escala tipo Likert, ampliamente utilizada en estudios de usabilidad, experiencia de usuario y evaluación de simulaciones virtuales, dado que permite medir percepciones subjetivas de manera estructurada y comprensible para los participantes. Esta escala facilita la recolección de datos relacionados con variables como la claridad de la información, la utilidad del sistema, el nivel de inmersión y la percepción de presión durante la simulación, aspectos clave para la evaluación del prototipo desarrollado.

Como referente metodológico se tomó el trabajo presentado por Coro-Montanet et al. (2023), en el cual se propone un instrumento con múltiples indicadores para la evaluación de la fidelidad y el realismo en escenarios de simulación clínica. No obstante, con el fin de reducir la fatiga del evaluador y evitar la redundancia en las respuestas, se realizó una selección y síntesis de los indicadores, reduciendo el instrumento a diez ítems generales enfocados en los aspectos más relevantes del prototipo.

Esta decisión permitió facilitar la comprensión del instrumento, disminuir la carga cognitiva de los participantes y favorecer la consistencia en la evaluación. Asimismo, se optó por

una escala de cinco puntos, considerando que ofrece un equilibrio adecuado entre sensibilidad y facilidad de respuesta, lo cual contribuye a mejorar la confiabilidad de los datos obtenidos. Estudios previos han señalado que las escalas Likert de cinco puntos resultan apropiadas en contextos educativos y de simulación, al permitir obtener información válida sin generar confusión en los participantes (Joshi et al., 2015).

**5.4.1.1. Objetivo.** Evaluar la percepción de fidelidad de la interfaz de realidad mixta propuesta, en comparación con la clase tradicional, en estudiantes de Medicina que recibieron formación sobre el protocolo de Código Rojo, con el fin de valorar su aceptación y utilidad como herramienta de apoyo al aprendizaje.

**5.4.1.2. Tareas a evaluar en el entorno de realidad mixta(RM).** Realizar el componente de masaje bimanual y Ordenar los medicamentos.

**5.4.1.3. Diseño metodológico.** Tipo de Investigación: Descriptiva, con diseño no experimental, orientada a la evaluación de una aplicación de realidad mixta a partir de la percepción de los usuarios.

Unidad Experimental: Estudiante de Medicina que interactúa con la interfaz de realidad mixta desarrollada para el manejo del protocolo de Código Rojo.

Universo: Estudiantes de medicina.

Población: 13 estudiantes UIS matriculados a partir del octavo nivel.

Muestra: Participantes que hayan participado en la clase de atención HPP de la materia de ginecología en el último semestre, seleccionados por conveniencia (muestra no probabilística). Los participantes fueron estudiantes que habían recibido previamente la clase tradicional en el semestre actual, criterio que permitió asegurar que los contenidos estuvieran frescos en su memoria.

**5.4.1.4. Variables Controladas y No Controladas.** Variables Controladas:-Entorno físico: Todos los estudiantes realizan la prueba en el mismo laboratorio/sala con las mismas condiciones técnicas.-Materiales y recursos: Mismos dispositivos de realidad mixta, mismas gafas y mandos.-Procedimiento e instrucciones: Todos los participantes reciben el mismo instructivo estandarizado para ambos tratamientos.

Variables No Controladas:-Características individuales: Nivel de experiencia previa con plataformas digitales o entornos XR, motivación personal, cansancio o estrés al momento de la prueba.-Factores contextuales: Diferencias en la clase tradicional recibida, distracciones externas, variaciones en la concentración o factores ambientales fuera del control del investigador.

**5.4.1.5. Instrumentos de Medición.** Formulario de caracterización: datos sociodemográficos (edad, semestre, género, experiencia previa con plataformas digitales o VR). Cuestionario de percepción de fidelidad: (Escala de Likert, 10 ítems)

**5.4.1.6. Parafernalia.** Celular para videograbaciones. Cuestionarios de percepción de fidelidad (impresos). Formulario de caracterización. Lapiceros. Incentivos (bonos de regalo). Simulador físico. Gafas (dispositivo de realidad mixta). Consentimiento informado (documento).

#### **5.4.2.Documentación de la validación**

El proceso de validación del escenario de simulación en realidad mixta se estructuró en cuatro fases secuenciales, con una duración total aproximada de 20 minutos por participante, orientadas a evaluar la percepción de fidelidad del sistema propuesto.

La sesión inició con la bienvenida al participante y una explicación general del propósito de la prueba, enfatizando que el objetivo principal no era evaluar el conocimiento médico ni el desempeño clínico del estudiante, sino recoger su percepción respecto al nivel de fidelidad, realismo e integración del entorno de simulación **Figura 40**. Posteriormente, se procedió a la

entrega y diligenciamiento del formulario de caracterización del participante, junto con la firma del consentimiento informado, garantizando el cumplimiento de los principios éticos de la investigación. Para ver el formato de consentimiento informado dirigirse al apéndice I.

#### **Figura 40**

*Estudiante de medicina diligenciando formulario de caracterización y firma del consentimiento informado*



Antes de iniciar la experiencia, se brindó una explicación básica sobre el uso de las gafas y los controles del entorno de realidad mixta, así como las indicaciones generales de interacción con el sistema. A continuación, el estudiante ejecutó de manera guiada las tareas definidas para la validación del escenario (**Figura 41**), las cuales incluyeron: el inicio del programa y acceso a la experiencia de simulación, la realización del componente de masaje bimanual, la solicitud y

ordenamiento de medicamentos mediante interacción directa y comandos de voz, y la grabación de un clip de pantalla de aproximadamente cinco segundos como evidencia del uso del sistema. Estas actividades permitieron evaluar la comprensión del entorno, la fluidez de la interacción y la percepción de realismo de las acciones clínicas simuladas.

### Figura 41

*Estudiante de medicina realizando la prueba práctica*



Una vez finalizada la prueba práctica **Figura 42**, el participante diligenció un cuestionario de percepción de fidelidad basado en una escala tipo Likert compuesta por diez ítems. En cada afirmación, el estudiante indicó su grado de acuerdo o desacuerdo según su experiencia durante la simulación, permitiendo obtener información estructurada sobre aspectos como realismo visual, coherencia clínica, facilidad de uso e integración entre los componentes físicos y virtuales. Para ver la encuesta dirigirse al apéndice J.

**Figura 42***Estudiantes de medicina realizando la encuesta*

La sesión concluyó con un espacio de retroalimentación abierta tipo debriefing, en el que se recogieron comentarios cualitativos sobre las fortalezas del sistema, así como posibles aspectos a mejorar. Finalmente, se agradeció la participación del estudiante y se realizó la entrega de la compensación correspondiente.

**5.4.3. Resultados**

Se realizaron un total de 13 validaciones con estudiantes en el laboratorio de simulación los cuales arrojaron los siguientes resultados con la encuesta:

**Tabla 20***Resultados encuesta de percepción de fidelidad*

Preguntas	Resultado
1. La simulacion refleja de forma realista un	El 30,77% de los estudiantes se encuentra

caso de hemorragia posparto y el manejo clinico correspondiente	totalmente de acuerdo con la afirmación anterior , el 38,46% se encuentra de acuerdo y el 30,77% Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
2. la paciente simulada expresa dolor, emociones y reacciones acordes a la emergencia	El 7,69% de los estudiantes se encuentra totalmente de acuerdo con la afirmación anterior , el 53,85% se encuentra de acuerdo, el 23,08% Ni de acuerdo ni en desacuerdo y el 15,38% esta en desacuerdo.
3. los signos vitales, el sangrado y otros indicadores fisiologicos se perciben creibles y cambian de acuerdo con mis intervenciones	El 30,77% de los estudiantes se encuentra totalmente de acuerdo con la afirmación anterior , el 38,46% se encuentra de acuerdo, el 15,38 % Ni de acuerdo ni en desacuerdo y el 15,38% esta en desacuerdo.
4. la apariencia de la paciente, medicos sangre y dispositivos clinicos se percibe coherente con un entorno obstetrico real	El 53,85% de los estudiantes se encuentra totalmente de acuerdo con la afirmación anterior , el 15,38% se encuentra de acuerdo, el 15,38 % Ni de acuerdo ni en desacuerdo y el 15,38% esta en desacuerdo.
5. los sonidos de la simulación (voces, alarmas, ruidos fisiologicos son claros, oportunos y realistas)	El 69,23% de los estudiantes se encuentra totalmente de acuerdo con la afirmación anterior , el 15,38 % esta de acuerdo y el 15,38% esta en desacuerdo.
6. la integración entre los elementos virtuales y los objetos reales es precisa,sin errores que	El 30,77% de los estudiantes se encuentra totalmente de acuerdo con la afirmación anterior ,

rompan la inmersión	el 46,15% se encuentra de acuerdo, el 23,08 % Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
7. el sistema responde de manera coherente y predecible a mis preguntas, ordenes y maniobras.	El 30,77% de los estudiantes se encuentra totalmente de acuerdo con la afirmación anterior , el 53,85% se encuentra de acuerdo, el 15,38 % Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
8. la interacción entre la paciente, los medicos animados y yo ,se da de forma natural y fluida.	El 30,77% de los estudiantes se encuentra totalmente de acuerdo con la afirmación anterior , el 53,85% se encuentra de acuerdo, el 15,38 % Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
9. el ambiente fisico (mobiliario, iluminacion, distribucion y equipos) se asemeja al de una sala de partos real.	El 46,15% de los estudiantes se encuentra totalmente de acuerdo con la afirmación anterior , el 30,77% se encuentra de acuerdo, el 15,38 % Ni de acuerdo ni en desacuerdo y el 7,69% Esta completamente en desacuerdo.
10. la simulación me ayudo a tomar desiciones, liderar el caso y practicar maniobras criticas sin obstaculos tecnicos.	El 53,85% de los estudiantes se encuentra totalmente de acuerdo con la afirmación anterior y el 46,15% se encuentra de acuerdo.

De manera global, los resultados evidencian una percepción predominantemente positiva de la simulación. En la mayoría de los ítems, más del 70 % de los participantes se ubicó en las categorías de acuerdo o totalmente de acuerdo, lo que sugiere una alta aceptación del sistema y una experiencia satisfactoria durante el entrenamiento.

Los ítems 1, 2 y 3 evaluaron el realismo del caso de hemorragia posparto, la expresión emocional de la paciente simulada y la coherencia de los signos vitales y del sangrado. Entre el 61,54 % y el 69,23 % de los participantes estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo con estas afirmaciones. No obstante, se registraron respuestas neutrales y algunos desacuerdos, principalmente en el ítem relacionado con la expresión de emociones y dolor, lo que sugiere oportunidades de mejora en este componente del sistema.

Los ítems 4, 5 y 9 estuvieron orientados a evaluar la apariencia visual de la paciente y los dispositivos clínicos, la calidad de los sonidos de la simulación y la similitud del ambiente físico con una sala de partos real. Esta dimensión obtuvo las valoraciones más altas del cuestionario, con más del 69 % de los estudiantes totalmente de acuerdo en la mayoría de los ítems, lo que indica que estos elementos contribuyen de manera significativa a la inmersión y credibilidad del entorno simulado.

Los ítems 6, 7 y 8 evaluaron la integración entre los elementos virtuales y los objetos reales, así como la coherencia de la respuesta del sistema y la fluidez de la interacción con la paciente y el equipo médico animado. Más del 76 % de los participantes manifestó estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con estas afirmaciones, evidenciando una interacción estable y sin interrupciones técnicas relevantes durante la simulación.

El ítem 10 evaluó la utilidad de la simulación para la toma de decisiones, el liderazgo del caso y la práctica de maniobras críticas. En este ítem, el 100 % de los participantes se ubicó en las categorías de acuerdo o totalmente de acuerdo, lo que evidencia que el sistema cumple efectivamente su propósito formativo.

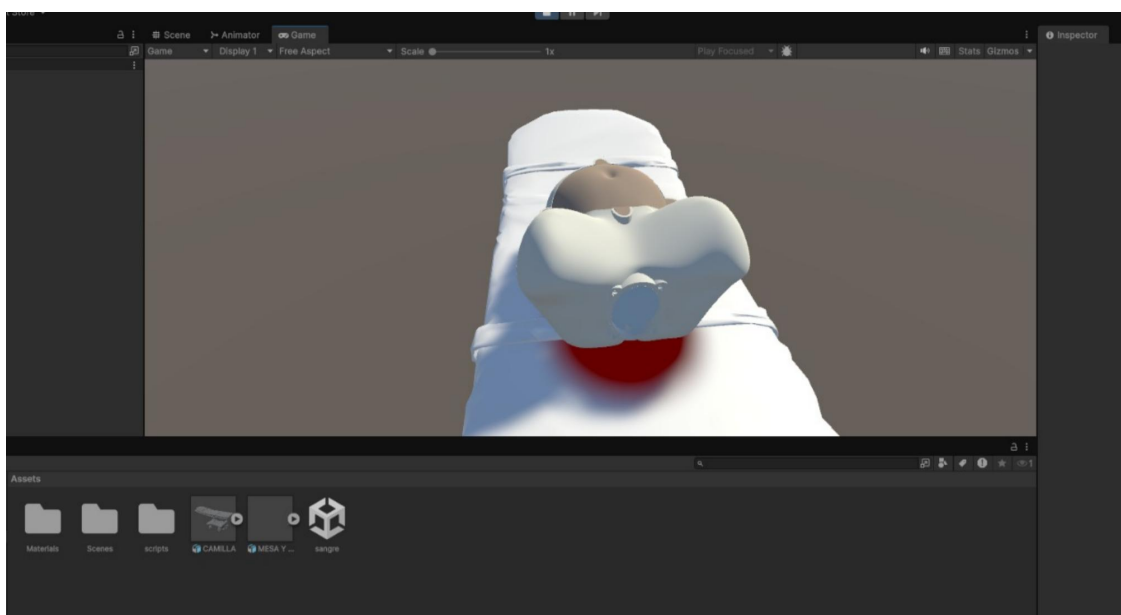
#### 5.4.4. Ajustes

Tras las instancias de validación y el análisis integral del escenario de simulación, se realizaron ajustes finales orientados a mejorar la coherencia clínica, la claridad pedagógica y la viabilidad técnica del sistema de realidad mixta. Estos ajustes no implicaron modificaciones en el alcance del caso clínico seleccionado, sino refinamientos en componentes específicos del entorno físico y virtual, con el fin de fortalecer la experiencia formativa del estudiante.

Uno de los ajustes realizados correspondió al comportamiento y la ubicación de la representación del sangrado (**Figura 43**) dentro del escenario tomando de referencia los simuladores físicos incluidos en el benchmarking. A partir de la retroalimentación obtenida, se redefinieron estos elementos para que su manifestación resultara más coherente con la progresión clínica de la hemorragia posparto por atonía uterina, evitando ambigüedades en la identificación del evento y favoreciendo una interpretación más clara por parte del estudiante durante el desarrollo de la simulación.

#### Figura 43

*Ajuste comportamiento de la sangre*

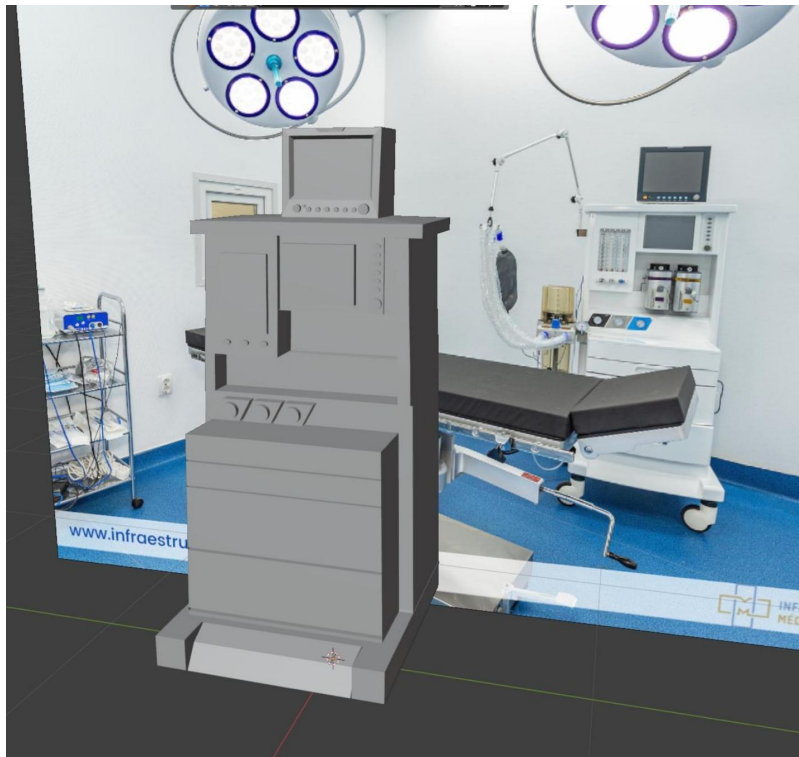


Adicionalmente, se llevó a cabo el ajuste modelo de monitor de signos vitales (**Figura 44**), con el propósito de optimizar su legibilidad, ubicación e integración dentro del entorno de realidad mixta. Este ajuste permitió mejorar la relación entre la información visual presentada y las decisiones clínicas que debe tomar el estudiante, reforzando el vínculo entre los cambios fisiológicos simulados y las acciones esperadas durante el manejo de la emergencia obstétrica.

En conjunto, estos ajustes finales contribuyeron a consolidar un escenario de simulación más preciso, funcional y alineado con los objetivos formativos del proyecto, asegurando una mayor fidelidad clínica y una experiencia de aprendizaje más clara y efectiva para los estudiantes de medicina.

#### **Figura 44**

*Ajuste modelo de monitor de signos vitales*



#### 5.4.5. Discusión

Los resultados de la evaluación indican una percepción mayoritariamente positiva de la simulación de hemorragia posparto en realidad mixta, evidenciando su aceptación y pertinencia como herramienta de entrenamiento clínico. En general, los estudiantes valoraron favorablemente la percepción del realismo, la interacción y la utilidad del sistema.

En la dimensión de realismo clínico y fisiológico (ítems 1, 2 y 3), la mayoría de los participantes consideró que el caso simulado y la respuesta del sistema son coherentes con una emergencia obstétrica real. No obstante, la presencia de respuestas neutrales y algunos desacuerdos, especialmente en relación con la expresión emocional de la paciente simulada, sugiere la necesidad de fortalecer este componente para aumentar la sensación de realismo.

La dimensión de realismo audiovisual y ambiental (ítems 4, 5 y 9) obtuvo las valoraciones más altas, lo que indica que la apariencia visual, el ambiente físico y los estímulos sonoros contribuyen significativamente a la inmersión. Este hallazgo refuerza la importancia del diseño del entorno como elemento clave en la simulación clínica.

Respecto a la integración e interacción en realidad mixta (ítems 6, 7 y 8), los resultados evidencian una experiencia fluida y coherente, sin interrupciones técnicas relevantes, lo que respalda la viabilidad de este enfoque para el entrenamiento clínico.

Finalmente, la utilidad para la toma de decisiones, el liderazgo y la práctica de maniobras críticas (ítem 10) fue valorada positivamente por la totalidad de los participantes, confirmando el valor pedagógico del sistema. En conjunto, los resultados destacan como fortalezas el entorno audiovisual y la interacción, y señalan como principal oportunidad de mejora la representación emocional de la paciente simulada. Las conclusiones deben interpretarse considerando el tamaño reducido de la muestra ( $n = 13$ ).

## 6. Conclusiones

El desarrollo de este trabajo permitió identificar y analizar las limitaciones existentes en la formación práctica de los estudiantes de medicina para el manejo de la hemorragia posparto en el laboratorio de simulación, particularmente en lo relacionado con el nivel de inmersión, la comprensión espacial de las maniobras y la toma de decisiones bajo condiciones de presión clínica. A partir de este diagnóstico, se justificó la necesidad de proponer una solución que fortaleciera el proceso formativo mediante el uso de una simulación más estructurada y coherente con la práctica real.

Como resultado del proceso metodológico basado en Design Thinking, que incluyó benchmarking, revisión bibliográfica, observación en campo, encuentros con expertos en simulación y la definición de un usuario arquetipo, se logró delimitar un escenario clínico específico de hemorragia posparto por atonía uterina. Esta delimitación respondió tanto a la frecuencia de presentación de la condición en la práctica clínica como a su pertinencia para el nivel de formación de los estudiantes, permitiendo focalizar el diseño del escenario en el desarrollo de competencias clínicas básicas y transversales.

Uno de los principales aportes del trabajo fue la construcción y validación de un diagrama secuencial de acciones clínicas por roles, el cual organiza de manera clara el paso a paso del manejo de la hemorragia posparto, integrando las funciones del estudiante, el docente y el equipo de apoyo. Este instrumento constituye una base sólida para el diseño del escenario de simulación, al garantizar coherencia pedagógica, fidelidad clínica y alineación con los estándares de simulación en salud.

Asimismo, el trabajo contribuye al contexto académico local al proponer una alternativa de simulación que integra recursos físicos existentes con el diseño de un entorno virtual,

orientado a evolucionar hacia una experiencia de realidad mixta. Esta propuesta representa un avance frente a los modelos tradicionales de simulación de baja fidelidad, al ofrecer un enfoque modular y escalable que puede adaptarse a distintos niveles de complejidad y ampliarse hacia otras causas de hemorragia posparto.

En conjunto, de acuerdo con los procesos de validación realizados, se evidencia que el entorno de realidad mixta desarrollado tiene un efecto positivo en el desempeño de los estudiantes de medicina en el manejo de la hemorragia posparto. Los resultados obtenidos a través de las pruebas de usabilidad y de desempeño indican que el escenario facilita la comprensión del protocolo de atención, mejora la toma de decisiones clínicas y favorece la ejecución ordenada de las acciones requeridas durante una emergencia obstétrica.

En este sentido, la validación del prototipo demuestra que el entorno de realidad mixta es una herramienta pertinente y funcional como apoyo a los procesos de formación médica, aportando al cierre de la brecha existente entre la formación teórica y la práctica clínica en el manejo de la hemorragia posparto.

## **7.Recomendaciones**

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda que futuros desarrollos de la propuesta de simulación amplíen progresivamente el escenario clínico incorporando las otras causas de hemorragia posparto incluidas en el enfoque de las “4T”, particularmente aquellas no abordadas en la presente investigación. Esta ampliación permitiría fortalecer la capacidad de los estudiantes para identificar de manera diferencial el origen del sangrado, favoreciendo un razonamiento clínico más completo y una toma de decisiones más ajustada a la práctica real.

Asimismo, se sugiere que la integración de estas etiologías adicionales se realice de manera escalonada, manteniendo el nivel de complejidad acorde al perfil del estudiante y a los objetivos pedagógicos del curso. La incorporación gradual de nuevos escenarios facilitaría la adaptación del sistema de simulación existente, permitiendo su uso como una herramienta formativa modular que pueda evolucionar sin comprometer la claridad del aprendizaje ni la coherencia del diseño original.

### Referencias Bibliográficas

- Aguilar-Ortega, C. O., Córdova Aguiar, F., Del Pino Mijares, M. F., Sánchez Páez, A. B., & Zamudio Sánchez, T. V. (2021). *Niveles de simulación y clasificación de simuladores. En Simulación. Innovación en el aprendizaje médico de posgrado* (pp. 45-65). Edición y Farmacia SA de CV.
- Baskett, P. J. F. (1990). *ABC of major trauma: Management of hypovolaemic shock*. *British Medical Journal*, 300, 1453–1457.
- Bejarano, M. (2019). *Los cirujanos y el trabajo en equipo*. *Revista Colombiana De Cirugía*, 34(2), 112-113. <https://doi.org/10.30944/20117582.104>
- Brogly, S. B., et al. (2025). *Guía multidisciplinar para el manejo de la hemorragia posparto*. *Secretaría Distrital de Salud*. (2014). *Guía de hemorragia posparto: Código rojo*. *Secretaría Distrital de Salud*. [https://www.saludcapital.gov.co/dds/publicaciones/guia%20maternidad-codigo%20rojo\\_7a.pdf](https://www.saludcapital.gov.co/dds/publicaciones/guia%20maternidad-codigo%20rojo_7a.pdf)
- Coro-Montanet, G., Pardo Monedero, M. J., Sánchez Ituarte, J., Wagner Porto Rocha, H., & Gomar Sancho, C. (2023). *Numerical assessment tool to measure realism in clinical simulation*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20, 2247. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032247>
- Cruz, R., Tapia, N., Calderón, V., Maura, M., & Espin, B. (2022). *Nursing staff performance in laparoscopic surgical procedures*. *Salud Ciencia Y Tecnología*, 2,144. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2022144>

Dávila-Ramírez, F., Díaz-Villamil, N., Fajardo-Granados, D., & Jiménez-Cruz, C. (2015).

*Calidad de higiene en salas de cirugía por luminometría de adenosín trifosfato.*

Gerencia Y Políticas De Salud, 13(27). <https://doi.org/10.11144/javeriana.rgyeps13-27.chsc>

Elendu, C., Amaechi, C., Okatta, A. U., Amaechi, E. C., Elendu, T. C., Ezech, C. P., & Elendu,

I. D. (2024). *El impacto de la formación basada en simulación en la educación médica: una revisión.* *Medicine (Baltimore)*, 103(27), e38813.

<https://doi.org/10.1097/MD.00000000000038813>

Endsell, J. E., Sales, F., & Johnston, J. (2000). *Does stress lead to a loss of team perspective?*

*Journal of Human Performance in Extreme Environments*, 5(1), 7.

Federación Argentina de Sociedades de Ginecología y Obstetricia. (s. f.). *Manual breve de*

*emergencia obstétrica.* <https://www.fasgo.org.ar/images/Manual-Breve-Emergencia-Obstetrica.pdf>

Gordon, M., Darbyshire, D., & Baker, P. (2012). *Non-technical skills training to enhance*

*patient safety: a systematic review.* *Medical Education*, 46(11), 1042–1054.

Hashem, S., El-Kholy, E., & Abo-Hatab, T. (2022). *Effect of high fidelity simulation on intern*

*students' competency regarding clinical guidelines for active management of the third*

*stage of labor.* *Tanta Scientific Nursing Journal*, 25(22), 49-67.

<https://doi.org/10.21608/tsnj.2022.241898>

Indriyani, D. and Pandin, M. G. R. (2021). *Nursing treatments and collaboration of*

*postpartum hemorrhage patients as efforts to prevention of maternal mortality: a*

*literature review.* <https://doi.org/10.20944/preprints202104.0040.v1>

Instituto Nacional de Salud. (2021). *Informe de evento: Mortalidad materna (Código 551)*.

*Subdirección de Prevención, Vigilancia y Control en Salud Pública, Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública.*<https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/MORTALIDAD%20MATERNA%20INFORME%202021.pdf>

Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. K. (2015). *Likert scale: Explored and explained. British Journal of Applied Science & Technology, 7(4), 396–403.*  
<https://doi.org/10.9734/BJAST/2015/14975>

Karlsson, H., & Pérez Sanz, C. (2009). *Hemorragia posparto. Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 32(Suplemento 1), 159–167.*  
[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272009000200014](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000200014)

Kassie, B., Ahmed, B., & Degu, G. (2022). *Predictors of time to recovery from postpartum hemorrhage in debre markos comprehensive specialized hospital, northwest, ethiopia, 2020/21. BMC Pregnancy and Childbirth, 22(1).* <https://doi.org/10.1186/s12884-022-04834-5>

Lavie, T., & Tractinsky, N. (2004). *Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of web sites. International Journal of Human-Computer Studies, 60(3), 269–298.*

Lawson, B. D., & Kearney, P. E. (2021). *Application of adaptive auditory cues in clinical simulation: Effects on performance and cognitive load. Simulation in Healthcare, 16(5), 310–318.* <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000512>

Luke, N., Risseeuw, R., & Mercado, F. (2022). *Concealed uterine rupture in the broad ligament in an unscarred uterus with postpartum hemorrhage. Cureus.*  
<https://doi.org/10.7759/cureus.26041>

- Ludyga, S., Gerber, M., Brand, S., Holsboer-Trachsler, E., & Pühse, U. (2016). *Effects of auditory stimulation on executive functions and cortical activity: A systematic review*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 68, 719–731. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.06.012>
- Manrique-Gutiérrez, G., Motte-García, E., Naveja, J., Sánchez-Mendiola, M., & Gutiérrez-Cirlos, C. (2021). *Cambios y estrategias de la educación médica en respuesta a la pandemia por covid-19*. *Investigación en Educación Médica*, 10(39), 79-95. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2021.39.213607>
- Maswime, S., & Buchmann, E. (2017). *A systematic review of maternal near miss and mortality due to postpartum hemorrhage*. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*.doi: 10.1002/ijgo.12096
- McCarthy, J., & Wright, P. (2004). *Technology as experience*. MIT Press.
- McLintock, C., & James, A. H. (2011). *Obstetric hemorrhage*. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 9, 1441–1451. <https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2011.04398.x>
- Melo, B. C. P. d., Falbo, A. R., Sørensen, J. L., Merriënboer, J. J. G. v., & Vleuten, C. v. d. (2018). *Self-perceived long-term transfer of learning after postpartum hemorrhage simulation training*. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 141(2), 261-267. <https://doi.org/10.1002/ijgo.12442>
- Mercado-Cruz et al. *"Innovaciones en la enseñanza de la clínica: experiencia de la Facultad de Medicina de la Universidad Westhill"* *Revista mexicana de educación médica*(2022) <http://dx.doi.org/10.24875/RMEM.M220000011>

- Muluye, G., Woretaw, L., Girma, B., & Tumebo, T. (2022). *Risk factors of primary postpartum hemorrhage among postnatal mothers in the public hospital of southern tigray, ethiopia, 2019: a case-control study*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1821260/v2>
- Nelissen, E., Ersdal, H., Østergaard, D., Mduma, E., Broerse, J. E. W., Evjen-Olsen, B., ... & Stekelenburg, J. (2014). *Helping mothers survive bleeding after birth: an evaluation of simulation-based training in a low-resource setting*. *Acta Obstetrica Et Gynecologica Scandinavica*, 93(3), 287-295. <https://doi.org/10.1111/aogs.12321>
- Olvera-Cortés, H., López, S., López-González, S., & Leal-Farfán, R. (2019). *Perspectiva de los egresados como facilitadores en simulación dentro del centro de enseñanza y certificación de aptitudes médicas*. *Revista Latinoamericana De Simulación Clínica*, 1(2), 75-81. <https://doi.org/10.35366/rsc192c>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). *Mortalidad materna*. Acceso en septiembre de 2024. Tomado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/maternal-mortality>
- Piñeros Díaz, J. A. (2022). *Simulación de un ambiente virtual gamificado para el entrenamiento de estudiantes de medicina en la aplicación del procedimiento de código rojo en pacientes obstétricas* [Trabajo de grado de pregrado, Universidad Industrial de Santander].
- Pinto, D., Ingenito, A., Góngora, C., & Santello, M. (2020). *The impact of multisensory integration and perceptual load in virtual reality settings on performance, workload and presence*. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 590304. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.590304>

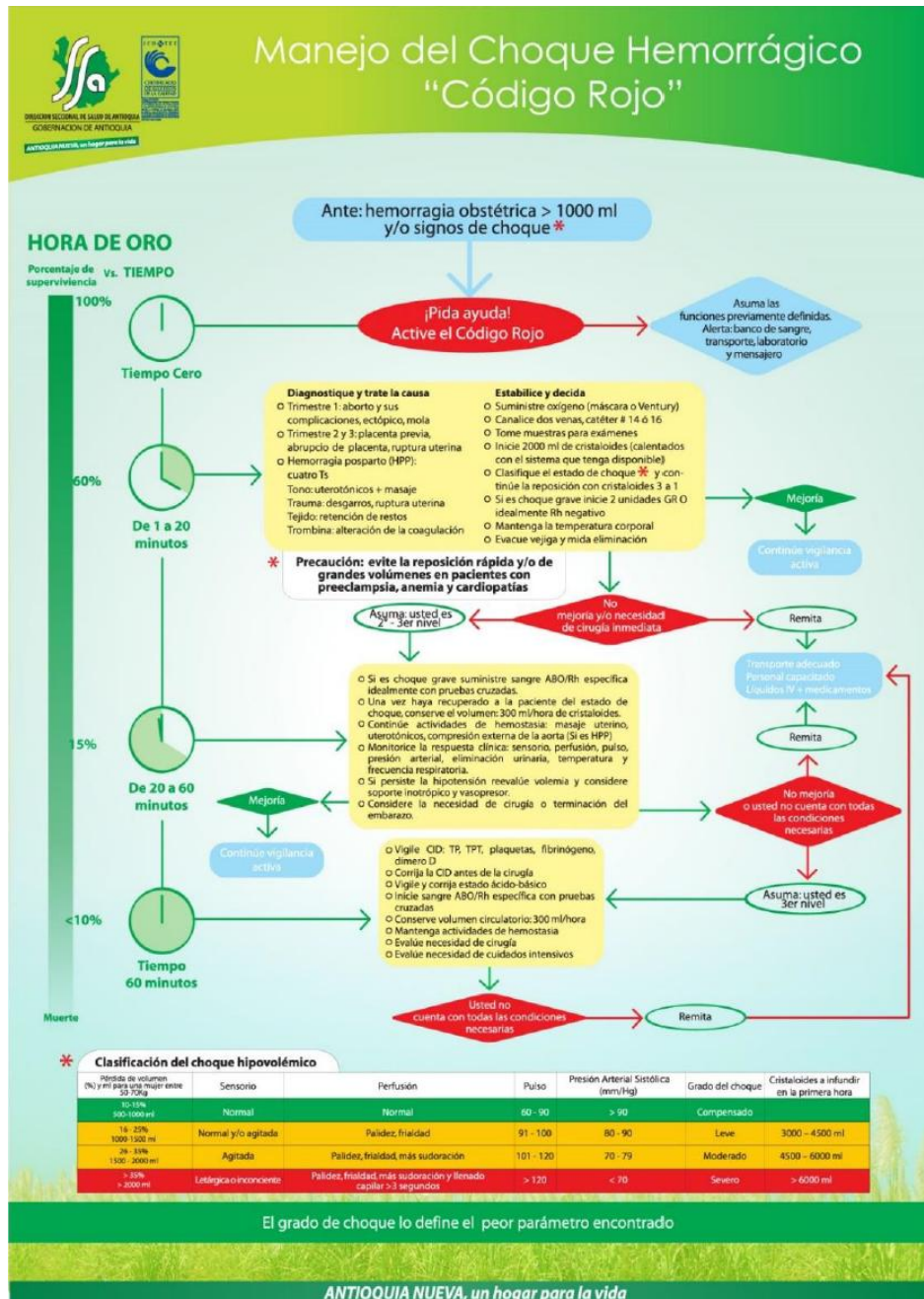
- Ramler, P., Akker, T., Henriquez, D., Zwart, J., Roosmalen, J., Lith, J., ... & Bom, J. (2019). *Women receiving massive transfusion due to postpartum hemorrhage: a comparison over time between two nationwide cohort studies*. *Acta Obstetrica Et Gynecologica Scandinavica*, 98(6), 795-804. <https://doi.org/10.1111/aogs.13542>
- Roso. (2023). *La simulación médica en internos de la carrera de medicina de la Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5). [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i5.8631](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8631)
- Secretaría Distrital de Salud. (2014). *Guía de hemorragia posparto: Código rojo*. [https://www.saludcapital.gov.co/dds/publicaciones/guia%20maternidad-codigo%20rojo\\_7a.pdf](https://www.saludcapital.gov.co/dds/publicaciones/guia%20maternidad-codigo%20rojo_7a.pdf)
- Singh, A. K., et al. (2025). *VR/AR in ergonomics and workspace design: A dual-perspective analysis of applications and implications*. *Applied Ergonomics*, 129, 104612. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2025.104612>
- Sol, J. (2017). *La fidelidad en la simulación se refiere al grado en que un simulador replica la realidad, y puede ser clasificada según el logro de las habilidades que se pretenden conseguir*. *Revista de Educación Médica Continuada IM*, 7(83), 171-176. <https://indoc.uca.es/articulos/sol-201700083171-tra.pdf>
- Stein, B. E., & Stanford, T. R. (2008). *Multisensory integration: Current issues from the perspective of the single neuron*. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(4), 255–266. <https://doi.org/10.1038/nrn2331>
- United Nations Office at Geneva. (2025). *Aid cuts threaten progress in ending maternal mortality, UN agencies warn*. <https://www.ungeneva.org/en/news->

media/news/2025/04/105117/aid-cuts-threaten-roll-back-progress-ending-maternal-mortality


- Van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2010). *Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies*. *Medical Education*, *44*(1), 85-93.
- Vélez-Álvarez, G. A., Agudelo-Jaramillo, B., Gómez-Dávila, J. G., & Zuleta-Tobón, J. J. (2009). *Código rojo: guía para el manejo de la hemorragia obstétrica*. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, *60*(1), 34–48. <https://doi.org/10.18597/rcog.352>
- Vélez-Álvarez, G. A., Zuleta-Tobón, J. J., Gómez-Dávila, J. G., Osorio-Castaño, J. H., Londoño-Cardona, J. G., & Velásquez Penagos, J. A. (2013). *Guía de práctica clínica para la prevención y el manejo de la hemorragia posparto y complicaciones del choque hemorrágico*. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, *64*(4), 425–450.
- Wall, J. C., & Castro, R. (2020). *Auditory display design for immersive training systems: Enhancing situational awareness and guidance in virtual environments*. Tomado de *Journal of Simulation and Training*, *6*(2), 89–104.
- Zhang, X., Tan, Y., & Ru, C. (2022). *The application effect of doctor-nurse collaborative and hierarchical management combined with nursing risk management in nursing management of patients with postpartum hemorrhage*. *Iranian Journal of Public Health*. <https://doi.org/10.18502/ijph.v51i4.9241>
- Zhang, X., Shen, J., Liu, H., Kumar, A., & Li, Y. (2025). *Optimizing virtual reality interfaces: ergonomic guidelines for hand interaction based on user age, gender, and handedness*. *Virtual Reality*, *29*, 142. Tomado de <https://doi.org/10.1007/s10055-025-01230-0>

Apéndices

Apéndice A. Afiche Código Rojo



## Apéndice B. Planilla de seguimiento de código rojo

BOGOTÁ HUMANA		GUÍA DE CÓDIGO ROJO				Página: 1 de 1			
		SEGUIMIENTO CÓDIGO ROJO				Versión: 01			
NOMBRES Y APELLIDOS:		EDAD:		HISTORIA CLÍNICA:		EPS:			
FECHA:		HORA DE ACTIVACIÓN:				HORA DE DESACTIVACIÓN:			
MÉDICO(A) 1:				MÉDICO(A) 2:					
ENFERMERO(A):				ANESTESIÓLOGO(A):					
ASISTENTE 1:				ASISTENTE 2:					
ASISTENTE 3:				DIAGNÓSTICO:					
FASE DEL CÓDIGO	TIEMPO CERO	TIEMPO 1 - 20 MINUTOS		TIEMPO 20 - 60 MINUTOS		TIEMPO > 60 MINUTOS		TIEMPO > 120 MINUTOS	
Hora de evaluación									
Sensorio									
Perfusión (seg)									
Frecuencia cardiaca									
Tensión arterial sistólica									
<b>CLASIFICACIÓN DEL CHOQUE</b>									
Choque leve (16-25%)									
Choque moderado (26-35%)									
Choque severo (> 35%) -Índice de choque mayor a 1									
<b>DIURESIS</b>	<b>1 HORA</b>					<b>2 HORAS</b>		<b>3 HORAS</b>	<b>4 HORAS</b>
<b>CRISTALOIDES</b>									
Cuál y cantidad:									
<b>OTROS</b>									
Cuál:									
<b>HEMODERIVADOS</b> (cantidad y hora de inicio)	G. rojos (0-)								
	G. rojos								
	Plasma								
	Plaquetas								
	Crios								
<b>PARACLÍNICOS</b> (Marque con X)	Hemoglobina	Plaquetas	TP	TPT	Fibrinógeno	Otros			
<b>RESULTADOS</b>									
<b>OBSERVACIONES</b>									
<b>NOMBRE Y FIRMA</b>									

## Apéndice C. Informe de sesión de cocreación

### Introducción:

En este informe se presentan los hallazgos de la sesión de cocreación realizada con expertos para el desarrollo del entorno de realidad mixta enfocado en la simulación de un escenario para la atención de emergencia por hemorragia posparto.

### Objetivo:

El objetivo de la sesión fue identificar nuevas formas de presentar información instruccional en escenarios de aprendizaje inmersivo en realidad virtual, con el fin de mejorar la formación de estudiantes de medicina en el manejo de emergencias obstétricas.

### Metodología:

La sesión de cocreación se llevó a cabo mediante una metodología participativa, en la que los expertos contribuyeron activamente con sus conocimientos y experiencia.

Para la sesión se empleó la aplicación Gravity Sketch VR y proyectó la perspectiva del usuario desde un computador conectado al dispositivo HDM. En todo momento se empleó la técnica “thinking out loud” donde el usuario expresa en voz alta las decisiones y pensamientos a medida que avanza la prueba. Posteriormente se entregan elementos para poder representar físicamente las ideas (Bodystorming).

1. Socializar al participante el objetivo de la prueba y los pasos a seguir.

2. Presentar el contexto teórico de la hemorragia posparto, el contexto actual de como se maneja la practica en la escuela de medicina de la Universidad Industrial de Santander y exponer el objetivo del escenario de hemorragia posparto de realidad mixta.**Duración estimada:**10 minutos
3. Presentar el instructivo de uso de Gravity Sketch VR, esto puede hacerse fuera de las gafas o invitar a la persona a ejecutar uno de los tutoriales de la aplicación.**Duración estimada:**15 minutos.
4. Realizar la primera parte de la prueba que será componer una interfaz de usuario para presentar informacion junto a un modelo tridimensional inspirado en la escena del caso de estudio de hemorragia post parto.**Duración estimada:**5 minutos.
5. Realizar las preguntas(ver sección preguntas recomendadas).
6. Realizar la segunda parte de la prueba que sera emplear un modelo fisico (Bodystorming) que representaba la sala donde se lleva acabo la actividad con el fin describir una forma novedosa para presentar la informacion en el mismo caso de estudio. Se debe recalcar a la persona que debe buscar una forma distinta de hacerlo a lo que hizo inicialmente.Se entregan elementos como post it, marcadores, plastilina, entre otros con el fin de poder representar de manera mas clara las ideas de los expertos. **Duración estimada:**10 minutos.
7. Realizar preguntas de cierre.
8. Finalizar la sesión.

### **Preguntas:**

La sesión fue una prueba semi estructurada orientada a la creatividad,por lo que es importante que las preguntas se adaptaran a los resultados y acciones del participante.No

obstante, como su analisis se realizó mediante un diagrama de afinidad, a continuación ,se presentan algunos ejes sobre los que se recomienda hacer al menos una pregunta durante cada parte de la prueba.

1. ¿Cómo se imagina que serán la forma de presentar la informacion en aplicaciones de realidad extendida en el futuro?
2. ¿Qué problemas tiene esa forma de presentar la información?
3. ¿Qué fortalezas tiene esa forma de presentar la información?

### **Participantes:**

La sesión contó con la participación de los siguientes perfiles de expertos:

-2 Diseñadores de experiencias de aprendizaje en realidad virtual.

### **Hallazgos y Conclusiones:**

A partir de la sesión de cocreación, se identificaron los siguientes hallazgos clave, organizados en un diagrama de afinidad:

#### **1.Retroalimentación y Guía para el Usuario:**

-Que el usuario pueda recibir retroalimentación sobre las herramientas que escoja, ya sean incorrectas o correctas.

-Que si la persona hace algo bien, el entorno le dé retroalimentación pero que aun así le advierta que debe seguir así, y si hace algo mal, le dice rápidamente y aumenta la presión hablando fuerte.

-Darle tips al usuario.

-Incluir subtítulos con los audios.

## **2.Interactividad y Control del Usuario:**

-Que el usuario pueda escoger la cantidad de medicamento que ordenará.

-Que antes de que la persona llegue a la escena a actuar, se le muestre cómo va a hacer toda la simulación, como tendrá que hacer los masajes, por ejemplo.

-Que el tutorial sea progresivo, es decir, en cada parte importante aprende algo nuevo, no todo de una vez.

-Que se le entregue el contexto al principio de la simulación.

-Que cuando la persona esté lista para comenzar, haga un gesto para iniciar.

-Que haya un sistema de penalización y de beneficios.

-Que cada vez que la persona cometa un error, se le reste tiempo.

-Que el tiempo de reacción sea clave para cómo se comporte el entorno.

## **3.Interacción con NPCs y Realismo:**

-Simulación de las experticias de los asistentes con o sin experiencia.

-Interacciones reales con los NPCs.

-Barra de carga en NPCs para indicar que tiene que hacer alguna acción con ellos.

-Simulación de líquidos dentro del balón de Bakri.

-Simulación de la muerte del paciente.

#### **4. Accesibilidad y Personalización:**

-Incluir el menú de acceso rápido cerca de la vista del usuario.

-Que haya preferencias para que la persona pueda ubicar las pantallas como desee.

-Que si no se reconoce el comando que dice el médico o no se entiende, haya una respuesta real como: "Doctor, no entiendo lo que dice" o "Doctor, no tengo información suficiente para responder".

-Que la mesa tenga una hendidura donde encaje el modelo físico para que tenga más control con el entorno virtual.

#### **5. Recomendaciones y Sigüientes Pasos**

-Integrar los hallazgos en el diseño del entorno de realidad mixta.

-Realizar pruebas piloto con estudiantes para validar la efectividad de las estrategias instruccionales propuestas.

-Ajustar el diseño según los resultados de la validación inicial.

-Planificar futuras sesiones de cocreación para seguir optimizando la experiencia de aprendizaje.

## Conclusión

La sesión de cocreación proporcionó información valiosa sobre las mejores prácticas para diseñar la instrucción en un entorno de realidad mixta. La colaboración de expertos permitió definir estrategias efectivas para mejorar la simulación de la hemorragia posparto, asegurando que los estudiantes de medicina puedan adquirir conocimientos y habilidades de manera más realista e interactiva.

## Apéndice D. Guión clínico HPP

**QUIENES INTERVIENEN EN EL ESCENARIO?**

- Médico Interno a quien evaluaremos (ES EL COORDINADOR. Deberá ubicarse en periné de la paciente)
- Actor A (ES ASISTENTE 2 \*A2\*, es la Enfermera(o) Jefe, ubicada en lateral izquierda)
  - informa datos de la paciente
  - responde algunas preguntas al Coordinador
  - ejecuta órdenes sobre líquidos y medicamentos
  - asistirá al Coordinador para los procedimientos
- Actor B : (ES ASISTENTE 1 \*A1\*, enfermera(o) auxiliar, ubicada en cabecera de la paciente:
  - Suministra O2 desde el principio
  - cubre a la paciente
  - toma los signos vitales en Min 1, Min 3-5 y Min 7-9 para informárselos al coordinador cuando se los pregunte... si no los pregunta SE LOS DA.
  - Anota todos los eventos en el formato de seguimiento de HPP.
- Actor C : (es CIRCULANTE, enfermera(o) auxiliar, estará de patin o circulante en la sala
  - calienta líquidos y se los entrega al asistente 2
  - espera a que le ordenen llamar al tercer nivel, llamar o ubicar la ambulancia y hablar con el familiar... si no se lo piden, va progresivamente preguntando (en un momento de calma)...
 

Min 3	Llamo ambulancia? ✓
Min 7	El Familiar pregunta
Min 9-10	Llamo a 3er nivel?

**GUIÓN HPP:**

- El Médico interno responde al llamado que le hacen desde sala de partos, entra a sala y encuentra paciente en camilla
 

A2 : "Doctor, menos mal que llegó, esta paciente está malita"  
 MD pregunta: cuánto lleva sangrando la paciente?  
 A2: "5-7 minutos"

MD pide signos vitales... Los informa A1 (si no los pide, A1 se los informa) así:  
 "la paciente está letárgica, con sudor frío, muy pálida, llenado capilar >3seg, FC 122 y TA 82/57" Sat O2 91

MD: La placenta salió completa?  
 A2: si señor

*Handwritten notes:* "Planta y O2 Necesite oxígeno (más negro o círculo) Necesita q cubra la pla" and a circled "2 min"
- Si no le hace esas preguntas, A2 informa: "Doctor, la paciente lleva sangrando abundante desde hace 7 minutos y la placenta salió completa" ... Y A1 da los signos vitales antes anotados... "la paciente está letárgica, con sudor frío, muy pálida, llenado capilar >3seg, FC 122 y TA 82/57. Sobre el sangrado informa: 2 pañales empapados, camilla llena de sangre y coágulos y 300ml en el balde.
- MD: clasifica el choque y calcula IC (FC/TAS)... (el participante le puede pedir a A1 que use la calculadora y divida 122 en 82 (Índice de choque)... A1 le informa "1.4" (que sale de dividir 122 en 82)
- MD evalúa tono uterino con masaje externo e informa al grupo de trabajo que h ATONIA.... si no informa A2 dice "Doctor, qué encuentra de causa de sangrado?? Podría ocurrir que el MD quiere revisar canal y pide asistencia.... Usted (A2) procede separar paredes vaginales con valvas de especulo y le alcanza bandeja con pinzas de anillo y compresa
- MD: ordena que canalice 2 venas con yelco o cánula # 14 y/o 16.... Usted procede y le informa lo que realizó  
 Si no lo ordena, Usted pregunta: "Doctor, canalizo la paciente? ... Una o dos venas?" "con qué yelco?"  
 Usted procede y le informa lo que realizó
- MD ordena que inicie bolo de líquidos (le dice cuánto y en qué velocidad), Usted procede y le informa lo que realizó  
 Si MD no especifica qué tipo de líquido o qué volumen (lactato o Solución salina a 300-500cc bolo rápido)... Usted dice: "Doctor, le pongo bolo de cristaloides o de coloide?"... Usted procede y le informa lo que realizó
- MD ordena OXITOCINA (2, 3, o 4 ampollas diluidas en 500cc de lactato y pasar a 125cc/hora). Usted procede y le informa lo que realizó  
 Si MD no aclara cuántas ampollas o a qué velocidad de infusión, Ud dice: "cuántas ampollas?... cómo se las paso?"  
 Si MD le dice, pásesele a 120mU/min... (o dato semejante), Usted le dice: "Doctor, por favor dígame cómo preparo la mezcla y a qué infusión se la paso"
- MD pide que le aplique antibiótico (ampicilina o cefalosporina), sedante (diazepam) y analgésico (meperidina)...  
 Si le da dosis y vía, Usted procede y le informa lo que realizó....  
 Si no le da dosis o vía de los medicamentos Usted le pide que se los informe ("doctor, a qué dosis le paso el antibiótico?, EN O IM?")... Usted procede y le informa lo que realizó

EN ESTE MOMENTO Y PREFERIBLEMENTE DE FORMA SINCRÓNICA, EL MD ESTÁ INICIANDO MASAJE UTERINO BIMANUAL

HASTA AQUÍ, HABRÁN TRANSCURRIDO DE 3-5 MIN ✓ X

8. El MD pide nuevos signos vitales y A1 informa: "sigue letárgica, fría, sudorosa, FC 124 y TA 80/50"...  
Si el MD no le pide estos nuevos SV, A1 se los informa... IC=1.5 ✓

9. MD ordena segundo bolo de líquidos (le dice cuánto y en qué velocidad), A2 procede y le informa lo que realizó  
Si MD no especifica volumen o infusión (300-500cc bolo rápido)... Usted dice: "Doctor, le pongo otro bolo de líquidos?"... Usted procede y le informa lo que realizó

10. MD: ordena segundo uterotónico... aplicar Methergin (o metil ergonovina) 1 amp IM. Usted procede y le informa lo que realizó  
Si MD no pide segundo uterotónico, Usted dice: "Doctor, le pongo otro uterotónico?"... Usted procede y le informa lo que realizó

11. MD ordena Acido Tranexámico 1 amp de 1 gramo para aplicar en 10 minutos (100mg/1 min)... Usted procede y le informa lo que realizó  
Si MD no solicita acido tranexámico, Usted pregunta: "Doctor, le pongo algún otro medicamento?"

12. MD ordena Misoprostol: aplicar 4 Tabletas de 200mgr Vía oral o sublingual. Usted procede y le informa lo que realizó  
Si no aclara cuántas tabletas o dosis o vía, Usted dice: "Doctor, cuántas tabletas le administro?", y/o "cómo de las aplico?"

HASTA AQUÍ, HABRÁN TRANSCURRIDO DE 8-9 MIN de reanimación

13. El MD debe preguntar nuevos signos vitales en este momento, A1 informa: "Doctor, la paciente ha mejorado un poco los signos pero sigue fría y sudorosa, llenado capilar >3, FC 105 y TA 90/60... si él pregunta índice de choque Usted informa 1.16 o él le pide hacer la división 105/90... A1 informa 1.16... IC=1.1 ✓

14. Para este momento el Doctor debe concluir que no hay respuesta a primer paquete, entonces pide elementos para colocar balón... Usted le informa que no hay balón de Bacri y él debe pedir condón, sonda de Nelaton y seda o hilo para amarre...  
Usted lo asiste para elaborarlo (amarre), inserción y llenado... y posterior asistencia para empaquetar vagina (el MD pide compresa estéril, humedecerla, y pinzas para colocarla en vagina)...

Si él no solicita elementos para inserción de balón, A2 comenta: "Doctor, la paciente nada que responde, quiere hacer algo más o la subimos a ambulancia?..."  
Si antes o ahora pide traje antichoque, Usted y otros auxiliares asisten para la colocación... Si a este momento no lo ha pedido Usted se lo ofrece: "Doctor, quiere que le pongamos traje antichoque?"  
Después de colocar balón y empaquetar vagina A1 dice: "Doctor, la paciente se encuentra más despierta, responde al llamado, no está fría ni sudorosa, continúa pálida, tiene FC 90 y PAM 102/60. Si le pide de nuevo IC, Usted informa 0.88"  
El MD informa al equipo que la paciente está teniendo mejor respuesta (o adecuada respuesta) por control de la atonía... y ordena reducir el volumen de líquidos... Debería reducirlo a 150-300cc/hora, si no ordena, Usted pregunta: "A cuánto continuamos los líquidos?"  
Además ordena terminar de poner el traje antichoque, subir la paciente a la ambulancia para traslado a 3er nivel.

## Apéndice E. Diagrama de secuencia de acciones por roles con animaciones

rol	MOMENTO 1	MOMENTO 2	MOMENTO 3	MOMENTO 4	MOMENTO 5	MOMENTO 6	MOMENTO 7	MOMENTO 8
COORDINADOR	Evaluar tono	Evacuar la vejiga	Evaluar el estado del choque (Índice de choque)	Ordenar medicamentos	Iniciar masaje bimanual	Ordenar segundo uterotónico	Reevaluar el estado de choque	Ordenar traje antichoque
ASISTENTE 1	Colocar oxígeno (PONER OXIGENO)	Tomar signos vitales e informar (ESCRIBIR)	Controlar la temperatura de la paciente (CARGAR SABANA)	Llevar registro de actividades realizadas (ESCRIBIR)	Tomar signos vitales e informar (ESCRIBIR)	Llevar registro de actividades realizadas (ESCRIBIR)	Tomar signos vitales e informar (ESCRIBIR)	Llevar registro de actividades realizadas (ESCRIBIR)
ASISTENTE 2	Canalizar 2 accesos venosos (CANALIZACION) entregar sangre a Circulante (AGARRAR OBJETO)	Pasar sonda vesical (ENTREGAR SONDA FOLLEY)	Pasar primer bolsa de líquidos (COLGAR BOMBA DE INFUSION)	Pasar medicamentos ordenados por el coordinador (COLGAR BOMBA DE INFUSION)		Pasar segundo uterotónico (COLGAR BOMBA DE INFUSION)	Pasar segunda bolsa de líquidos (COLGAR BOMBA DE INFUSION)	Colocar el traje antichoque
CIRCULANTE	Calentar bolsa de líquidos endovenosos (ABRIR MICROONDAS)	Recibir muestras sanguíneas y trasladarlas al laboratorio (AGARRAR OBJETO)	Llamar la ambulancia (SALE DE LA ESCENA)	Informar a la familia del estado de la paciente (SALE DE LA ESCENA)	Avisar al sitio de referencia (SALE DE LA ESCENA)	Calentar segunda bolsa de líquidos (ABRIR MICROONDAS)	Apoyar en actividades solicitadas	Apoyar al A1 en colocar el traje antichoque

MOMENTO 9	MOMENTO 10	MOMENTO 11	MOMENTO 12	MOMENTO 13	MOMENTO 14	MOMENTO 15	MOMENTO 16
Ordenar tercer uterotónico	Reevaluar NO respuesta	Solicitar balón hidrostático	Insertar el balón	Realizar empaquetamiento vaginal	Revisar el canal vaginal	Suturar desgarro	Realizar empaquetamiento vaginal
Tomar signos vitales e informar <b>(ESCRIBIR)</b>	Llevar registro de actividades realizadas <b>(ESCRIBIR)</b>	Tomar signos vitales e informar <b>(ESCRIBIR)</b>	Llevar registro de actividades realizadas <b>(ESCRIBIR)</b>	Tomar signos vitales e informar <b>(ESCRIBIR)</b>	Llevar registro de actividades realizadas <b>(ESCRIBIR)</b>	Tomar signos vitales de normalidad <b>(ESCRIBIR)</b>	Llevar registro de actividades realizadas <b>(ESCRIBIR)</b>
Pasar tercer uterotónico <b>(COLGAR BOMBA DE INFUSION)</b>	Pasar tercer bolsa de líquidos <b>(COLGAR BOMBA DE INFUSION)</b>	Preparar instrumentación	Apoyar en la inserción	Apoyar con la instrumentación	Ayudar con las valvas	Apoyar en la sutura	Apoyar con la instrumentación
Apoyar en actividades solicitadas	Apoyar en actividades solicitadas	Apoyar con masaje bimanual <b>(MASAJE BIMANUAL)</b>			Apoyar en actividades solicitadas	Apoyar en actividades solicitadas	Coordinar traslado de camilla a ambulancia


### Apéndice F. Design kit




**TÍTULOS**  
Fuente: Sora  
Tamaño: 28  
Estilo: Extrabold

**Subtítulos**  
Fuente: Sora  
Tamaño: 21  
Estilo: Bold


**Cuerpo de texto**  
Fuente: Sora  
Tamaño: 18  
Estilo: Regular




**CARD**  
SE USA PARA ILUSTRAR UNA INSTRUCCION



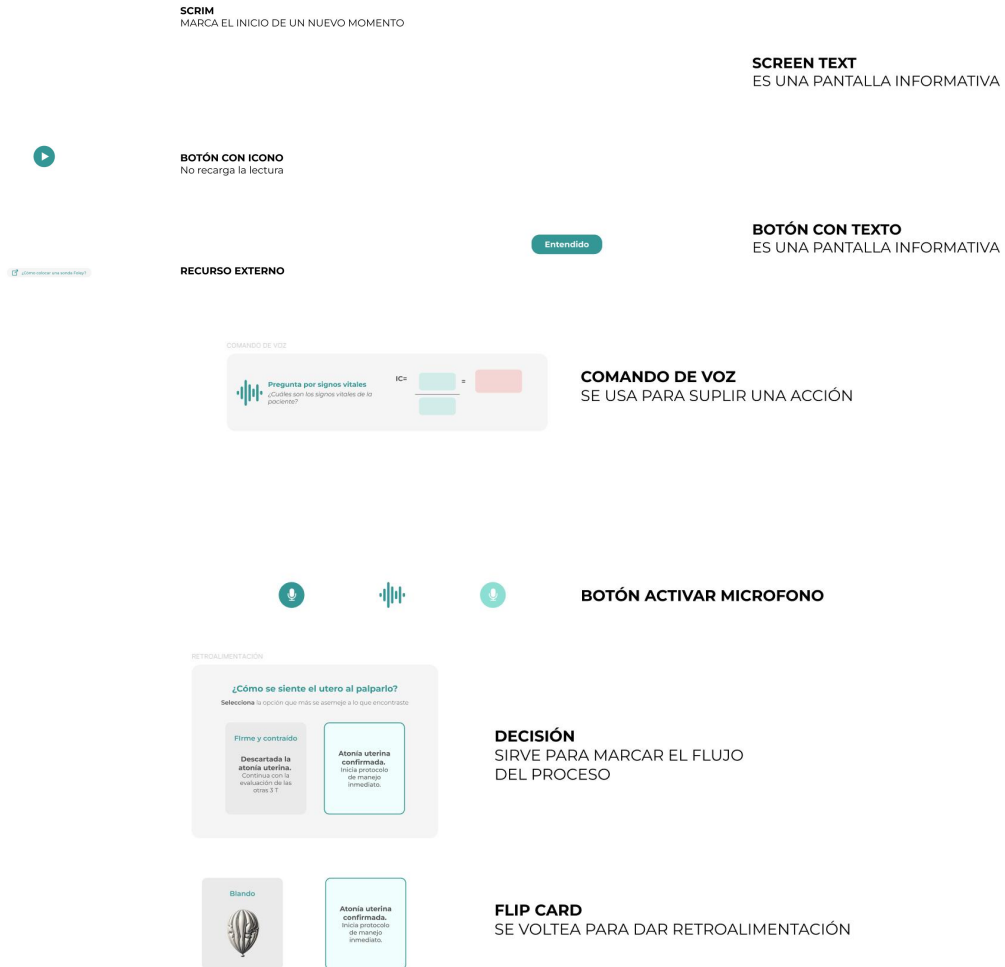
**GAZE SELECTOR**  
Para no usar las manos al navegar entre tarjetas



**IMAGEN O ANIMACIÓN**  
Ilustra como debe recrearse el paso



**PACINATION DOTS**  
Para ubicarse en que paso van



## Apéndice G. Guía física previo a la simulación

Instructivo de la Simulación

Emergencia Obstétrica: Hemorragia posparto

Escuela de medicina

Universidad Industrial de Santander

Tiempo estimado de simulación

Duración total: 10 minutos.

Intervención inicial: 2 min.

Manejo avanzado: 6 min.

Debriefing (retroalimentación): 2 min.

### **Criterios de evaluación**

- 1.Reconoce rápidamente la hemorragia posparto.
- 2.Aplica las maniobras iniciales de forma oportuna.
- 3.Sabe cuándo pedir ayuda externa.
- 4.Interactúa con el equipo (compañero y médicos virtuales).
- 5.Mantiene la secuencia lógica del protocolo.

### **Contexto clínico de la paciente**

La paciente es una mujer de 28 años que acaba de tener un parto vaginal eutócico sin complicaciones aparentes. Tras el nacimiento y la revisión inicial, se evidencia sangrado abundante que no cede con las medidas habituales. Se sospecha una hemorragia posparto, una de las principales causas de mortalidad materna a nivel mundial. Tu papel será actuar de forma inmediata y coordinada para estabilizar a la paciente y reducir el riesgo vital.

### **Objetivo de la actividad**

El objetivo de esta simulación es que el estudiante:

- 1.Reconozca los signos de alarma de una hemorragia posparto.
- 2.Practique maniobras iniciales, como el masaje uterino.
- 3.Utilice correctamente el instrumental disponible en sala.

4. Solicite ayuda externa en los momentos clave, reforzando el trabajo colaborativo.
5. Trabaje en equipo, interactuando con los médicos virtuales y el compañero que participe en la simulación.

### **Desarrollo de la actividad**

1. Antes de iniciar, recibirás un tutorial breve sobre el uso de la herramienta y los gestos de interacción.
2. Te ubicarás frente a la camilla donde se encuentra el modelo físico de la paciente.
3. Con las gafas de realidad mixta, observarás la evolución clínica: la paciente presenta sangrado persistente.

Deberás:

- Identificar la gravedad de la situación.
- Realizar el masaje uterino sobre el modelo físico.
- Indicar y aplicar otras medidas iniciales de control con los instrumentos disponibles (guantes, valvas, suero, etc.).
- Solicitar ayuda externa en los momentos críticos que la simulación te indique.
- Interactuarás con los personajes virtuales (médicos animados), que te darán información y reaccionarán a tus decisiones.
- Al finalizar, se hará una reflexión conjunta sobre las decisiones tomadas y el procedimiento realizado.
- Uso de la herramienta: Gestos principales
- Durante la simulación, utilizarás las gafas Oculus con estos modos de interacción:
  1. Pinchar con los dos dedos → seleccionar o activar elementos.
  2. Dirigir la mirada hacia un punto → señalar o enfocar una zona de interés.
  3. Comando de voz → dar órdenes, solicitar información o pedir ayuda externa.

Pasos de la intervención (Rol: Coordinador)

A lo largo de la simulación, se espera que el estudiante siga los siguientes momentos de actuación.

En algunos de ellos será necesario solicitar ayuda externa.

1. Evaluar tono.
2. Evacuar la vejiga.
3. Evaluar el estado del choque (índice de choque).
4. Ordenar medicamentos.
5. Iniciar masaje bimanual.
6. Ordenar segundo uterotónico.
7. Reevaluar el estado de choque.
8. Ordenar traje antichoque. (solicitar ayuda externa para colocación y apoyo en monitoreo)
9. Ordenar tercer uterotónico.
10. Reevaluar NO respuesta. (solicitar ayuda externa para traslado o nivel superior de atención)
11. Solicitar balón hidrostático.
12. Insertar el balón.
13. Realizar empaquetamiento vaginal.
14. Revisar el canal vaginal.
15. Suturar desgarro.
16. Realizar empaquetamiento vaginal.

## Apéndice H. Protocolo de validación

### PROTOCOLO PRUEBAS DE PERCEPCIÓN DE FIDELIDAD

#### 1. Objetivo

Evaluar la percepción de fidelidad de la interfaz de realidad mixta propuesta, en comparación con la clase tradicional, en estudiantes de Medicina que recibieron formación sobre el protocolo de Código Rojo, con el fin de valorar su aceptación y utilidad como herramienta de apoyo al aprendizaje..

#### 2. Tareas a evaluar

##### *Entorno de Realidad Mixta (RM)*

- Realizar el componente de masaje bimanual
- Ordenar los medicamentos

#### 4. Diseño metodológico

- **Tipo de Investigación:** Descriptiva, con diseño no experimental, orientada a la evaluación de una aplicación de realidad mixta a partir de la percepción de los usuarios.
- **Unidad Experimental:** Estudiante de Medicina que interactúa con la interfaz de realidad mixta desarrollada para el manejo del protocolo de Código Rojo.
- - *Universo:* Estudiantes de medicina.
  - *Población:* 13 estudiantes UIS matriculados a partir del octavo nivel.
  - *Muestra:*
    - Participantes que hayan participado en la clase de atención HPP de la materia de ginecología y obstetricia en el último semestre, seleccionados por conveniencia (muestra **no probabilística**).
    - Los participantes fueron estudiantes que habían recibido previamente la clase tradicional en el semestre actual, criterio que permitió asegurar que los contenidos estuvieran frescos en su memoria y facilitar así una comparación más precisa con la experiencia mediante la interfaz propuesta.

#### 5. Definición y Descripción de Variables

##### 5.3 Variables Controladas y No Controladas

- *Variables Controladas:*
  - *Entorno físico:* Todos los estudiantes realizan la prueba en el mismo laboratorio/sala con las mismas condiciones técnicas.
  - *Materiales y recursos:* Mismos dispositivos de realidad mixta, mismas gafas y mandos.
  - *Procedimiento e instrucciones:* Todos los participantes reciben el mismo instructivo estandarizado para ambos tratamientos.

- *Variables No Controladas:*
  - *Características individuales:* Nivel de experiencia previa con plataformas digitales o entornos XR, motivación personal, cansancio o estrés al momento de la prueba.
  - *Factores contextuales:* Diferencias en la clase tradicional recibida, distracciones externas, variaciones en la concentración o factores ambientales fuera del control del investigador.

## 6. Instrumentos de Medición

- *Formulario de caracterización:* datos sociodemográficos (edad, semestre, género, experiencia previa con plataformas digitales o VR).
- *Cuestionario de percepción de fidelidad:* (Escala de Likert, 10 ítems)

## 7. Parafernalia

- Celular para videgrabaciones.
- Cuestionarios de percepción de fidelidad (impresos).
- Formulario de caracterización.
- Lapiceros.
- Incentivos (bonos de regalo).
- Simulador físico.
- Gafas (dispositivo de realidad mixta).
- Consentimiento informado (documento).

## 8. Procedimiento

### *Fase 1 – Introducción (5 min)*

- Dar la bienvenida, explicar los objetivos de la prueba.
- Aclarar que no se evalúa el conocimiento médico, sino la percepción de fidelidad.
- Entregar y diligenciar el formulario de caracterización junto con el consentimiento informado.

### *Fase 2 – Prueba en entorno de realidad mixta (15 min)*

- Explicar el uso de las gafas y controles del entorno de Realidad Mixta (RM).
- El estudiante realiza las siguientes tareas:
  1. Abrir el programa e iniciar la experiencia.
  2. Realizar el componente de masaje bimanual.
  3. Ordenar los medicamentos (incluye comandos de voz).
  4. Grabar la pantalla (clip de 5 segundos).

***Fase 3 – Cuestionarios finales (10 min)***

1. Percepción de fidelidad – Test Escala de Likert (10 ítems)
  - El participante indica, en cada afirmación, el grado de acuerdo o desacuerdo según su percepción.

***Fase 4 – Cierre (5 min)***

- Recoger comentarios abiertos sobre fortalezas y aspectos a mejorar. (*Debriefing*)
- Agradecer la participación y entregar compensación.

**9. Anexos**

- Formulario consentimiento informado
- Formulario de caracterización
- Cuestionario de percepción de fidelidad

**\*Aclaración:** El protocolo anterior busca cumplir con el último objetivo “*Evaluar comparativamente la percepción de aprendizaje del protocolo de código rojo entre estudiantes que visualizaron el contenido con el escenario diseñado y aquellos que utilizaron medios tradicionales.*” del proyecto de grado titulado “*Escenario de aprendizaje de realidad mixta que simule los elementos de un entorno médico de una sala postparto afecta el desempeño de los estudiantes de medicina de la Universidad Industrial de Santander en el entrenamiento del manejo de la hemorragia postparto.*”

## Apéndice I. Consentimiento informado



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática  
Grupo de Investigación CAGE

Elaborado el 24 de julio de 2023 – Versión 1.0

6344000 ext. 3808, correo: comitedetica@uis.edu.co, quien vigilará el cumplimiento de los principios éticos involucrados en esta investigación.

**9. Derecho a rehusar o abandonar el estudio.** La participación en el estudio es totalmente voluntaria. Aún, si después de dar su consentimiento de participar, cambia de parecer, tendrá derecho a rehusarse a responder cualquier pregunta, ejecutar algún procedimiento, retirar su información o incluso retirarse totalmente del procedimiento sin que esto represente algún inconveniente u ocasione una penalidad.

**10. Autorización para estudios futuros.** Finalmente solicitamos su autorización para poder usar los datos obtenidos en estudios futuros, así como en la publicación de los resultados aquí encontrados en diferentes eventos académicos tales como ponencias, material docente y publicaciones científicas, sin tener que volver a solicitar nuevamente su consentimiento, previa aprobación del Comité de Ética para la Investigación Científica de la Universidad Industrial de Santander.

Si autorizo \_\_\_\_ No autorizo \_\_\_\_

**10. Declaración del participante.** Con fecha \_\_\_\_\_, certifico que he comprendido lo anterior y una vez aclaradas todas las inquietudes surgidas respecto de mi participación en la investigación, acepto hacer parte, de manera libre y voluntaria, en el proyecto titulado: "PROGRAMA DE SIMULACIÓN CLÍNICA CON TECNOLOGÍAS CONVERGENTES PARA EL APRENDIZAJE DE LA ATENCIÓN PRIMARIA DE URGENCIAS EN SALUD".

Nombre completo participante: \_\_\_\_\_ Huella Digital:



Firma: \_\_\_\_\_ C.C: \_\_\_\_\_

**Declaración de los investigadores.** Certificamos que como miembros del grupo de investigación hemos explicado al participante sobre la naturaleza, propósito, procedimientos, riesgos y beneficios de la investigación. Declaramos que todas las preguntas hechas por el participante fueron contestadas. Manifestamos, además, que comprendemos la naturaleza y propósito del estudio, los posibles riesgos y beneficios asociados con nuestra participación en el mismo.

Investigador Principal \_\_\_\_\_  
Clara Isabel López Gualdrón clalogu@uis.edu.co  
Universidad Industrial de Santander  
Escuela de Diseño Industrial  
Grupo de Investigación INTERFAZ



Testigo \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_



## Apéndice J. Cuestionario de percepción de fidelidad

### Cuestionario de percepción de fidelidad

A continuación encontrará una serie de afirmaciones relacionadas con su experiencia y percepción de fidelidad hacia el escenario de aprendizaje de realidad mixta. Por favor, marque la opción que mejor refleje su grado de acuerdo con cada afirmación, utilizando la siguiente escala:

- 1 = Totalmente en desacuerdo
- 2 = En desacuerdo
- 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 = De acuerdo
- 5 = Totalmente de acuerdo

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. La simulación refleja de forma realista un caso de hemorragia posparto y el manejo clínico correspondiente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. La paciente simulada expresa dolor, emociones y reacciones acordes a la emergencia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Los signos vitales, el sangrado y otros indicadores fisiológicos se perciben creíbles y cambian de acuerdo con mis intervenciones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. La apariencia de la paciente, médicos, sangre y dispositivos clínicos se percibe coherente con un entorno obstétrico real.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Los sonidos de la simulación (voces, alarmas, ruidos fisiológicos) son claros, oportunos y realistas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. La integración entre los elementos virtuales y los objetos reales es precisa, sin errores que rompan la inmersión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. El sistema responde de manera coherente y predecible a mis preguntas, órdenes y maniobras.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. La interacción entre la paciente, los médicos animados y yo se da de forma natural y fluida.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. El ambiente físico (mobiliario, iluminación, distribución y equipos) se asemeja al de una sala de partos real.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. La simulación me ayudó a tomar decisiones, liderar el caso y practicar maniobras críticas sin obstáculos técnicos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>