

Diseño y Desarrollo del Sistema de Creación y Visualización de Escenarios de Realidad

Extendida para Entrenamiento en Procedimientos Médicos

Levir Heladio Hernández Suárez y Camilo Andrés Moreno Pinto

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero de Sistemas e Informática

Director

Luis Eduardo Bautista Rojas

Doctor en Ciencias de la Computación

Codirector

Lola Xiomara Bautista Rozo

Doctora en Automática, Tratamiento de Imágenes y Señales

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Bucaramanga

2025

### Dedicatoria

A Dios, por ser faro en mis noches más largas, iluminando mi camino durante tantos años, y a quien hoy atribuyo toda la dicha de este logro. A mi madre Bernarda, cuyo cariño firme y sabio fue siempre mi refugio, guiándome y dándome la seguridad para crecer con fuerza, confianza y serenidad. A mi padre Heladio, por mostrarme que la voluntad y la perseverancia son faros en la incertidumbre y permitirme a día de hoy enfrentar la vida con claridad y determinación. A mis hermanos, testigos y partícipes de mi historia, por creer en mí incluso cuando yo dudaba y por celebrar conmigo cada pequeño triunfo. A las personas, momentos y silencios que me moldearon sin saberlo. A los días buenos, pero más aún a los difíciles que templaron mi carácter. Y a Camilo Moreno, compañero de viaje y de ideas, por su tenacidad y su presencia constante, este logro también lleva su nombre.

*"La fe es creer en lo que no puedes ver, y la recompensa es ver lo que creías."*

— *San Agustín*

Levir Heladio Hernández Suárez

### Dedicatoria

A Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza, a quien debo cada paso de este camino y toda la gloria de este logro. Su voluntad perfecta me sostuvo en los momentos de duda y su amor me enseñó a confiar más allá de lo que podía comprender. A mi madre, Myriam, por su amor constante, sus oraciones y su fe inquebrantable que siempre fueron mi refugio y mi impulso. A mi padre, Carlos, por sus consejos sencillos pero profundos, que me recordaron la importancia de prepararme y esforzarme para alcanzar un futuro mejor. A mis hermanos: al mayor, por ser ejemplo en mi camino; y al menor, con la esperanza de que encuentre en nosotros dos una guía para forjar el suyo. A Dios sea la honra por permitirme vivir esta hermosa experiencia.

*"He peleado la buena batalla, he acabado la carrera, he guardado la fe."*

— 2 Timoteo 4:7

Camilo Andrés Moreno Pinto

### **Agradecimientos**

Primeramente, agradecemos a Dios, por ser nuestro refugio y fortaleza, guiándonos con su sabiduría infinita y sosteniéndonos en cada paso del camino. A nuestro director, el profesor Luis Eduardo Bautista Rojas, por su guía sabia y su apoyo constante en la construcción de este proyecto y a la profesora Lola Xiomara Bautista Rozo, quien, desde su rol de codirectora, nos ofreció también su mirada atenta y su consejo oportuno. Asimismo, a la ingeniera de sistemas María Paula Riveros Gómez, por su valioso aporte desde el área de infraestructura.

A los diferentes diseñadores industriales e ingenieros de sistemas que colaboraron estrechamente con nosotros, pertenecientes a los proyectos de “Diseño de una experiencia de realidad extendida como herramienta pedagógica para el acompañamiento de un biomodelo en la enseñanza y práctica del protocolo de atención para hemorragia postparto” y “Desarrollo de una aplicación de realidad mixta para la simulación del entrenamiento de internos de medicina en atención de hemorragia postparto”.

A las doctoras en medicina Hilda Leonor González Olaya y Adriana Inés González Quitián, por su disposición a contribuir con su experiencia en la validación de este proyecto.

Finalmente, agradecemos a la Universidad Industrial de Santander, a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión, y a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, por ser sendero firme y brújula constante en nuestro tránsito formativo y por templarnos con las herramientas que hoy nos permiten abrazar plenamente nuestra vocación.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	17
Planteamiento y Justificación del Problema .....	19
1. Objetivos .....	22
1.1 Objetivo General .....	22
1.2 Objetivos Específicos.....	22
2. Marco Referencial.....	23
2.1 Marco Conceptual.....	23
2.1.1 Los modelos de aprendizaje y su influencia en la educación .....	23
2.1.2 Modelo instruccional de cuatro componentes (4C/ID).....	24
2.1.3 El Campo de la Interacción Humano-Computador.....	25
2.1.4 La simulación como medio para mejorar el aprendizaje .....	26
2.1.5 La realidad extendida y su potencial en la educación moderna.....	28
2.2 Estado del Arte.....	29
3. Metodología .....	31
3.1 Fase 1: Identificación del problema y análisis de requerimientos .....	33
3.2 Fase 2: Proceso iterativo de prototipado.....	34
3.3 Fase 3: Proceso iterativo de programación exploratoria.....	35
3.4 Fase 4: Operación y mantenimiento .....	36
4. Resultados y Discusión .....	37
4.1 Especificación y análisis de requerimientos .....	37
4.1.1 Análisis de requerimientos.....	37

4.1.2 Requerimientos funcionales.....	37
4.1.3 Requerimientos no funcionales.....	40
4.1.4 Diagrama de casos de uso.....	43
4.1.5 Diagrama de modelado de procesos de negocio.....	50
4.2 Diseño de la solución.....	53
4.2.1 Arquitectura del prototipo.....	53
4.3 Lógica de negocio del sistema.....	61
4.3.1 Diagramas de clases.....	61
4.3.2 Modelo de dominio del módulo de actividades.....	64
4.3.3 Diagrama de base de datos.....	66
4.4 Validación del prototipo.....	67
3. Conclusiones.....	70
4. Recomendaciones.....	71
Referencias Bibliográficas.....	72
Apéndices.....	74

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Requerimiento funcional número 1 .....	37
Tabla 2: Requerimiento funcional número 2 .....	38
Tabla 3: Requerimiento funcional número 3 .....	38
Tabla 4: Requerimiento funcional número 4 .....	38
Tabla 5: Requerimiento funcional número 5 .....	38
Tabla 6: Requerimiento funcional número 6 .....	39
Tabla 7: Requerimiento funcional número 7 .....	39
Tabla 8: Requerimiento funcional número 8 .....	39
Tabla 9: Requerimiento funcional número 9 .....	39
Tabla 10: Requerimiento funcional número 10 .....	40
Tabla 11: Requerimiento no funcional número 1 .....	40
Tabla 12: Requerimiento no funcional número 2 .....	40
Tabla 13: Requerimiento no funcional número 3 .....	41
Tabla 14: Requerimiento no funcional número 4 .....	41
Tabla 15: Requerimiento no funcional número 5 .....	41
Tabla 16: Requerimiento no funcional número 6 .....	42
Tabla 17: Requerimiento no funcional número 7 .....	42
Tabla 18: Especificación del caso de uso CU01 - Iniciar sesión en la plataforma .....	44
Tabla 19: Especificación del caso de uso CU02 - Visualizar actividad de aprendizaje .....	44
Tabla 20: Especificación del caso de uso CU03 - Seleccionar curso .....	45
Tabla 21: Especificación del caso de uso CU04 - Crear nuevo curso .....	45

Tabla 22: Especificación del caso de uso CU05 - Editar curso .....	46
Tabla 23: Especificación del caso de uso CU06 - Agregar usuario a curso .....	46
Tabla 24: Especificación del caso de uso CU07 - Eliminar curso .....	47
Tabla 25: Especificación del caso de uso CU08 - Crear nueva actividad de aprendizaje .....	47
Tabla 26: Especificación del caso de uso CU09 - Editar actividad de aprendizaje .....	48
Tabla 27: Especificación del caso de uso CU10 - Cargar experiencia XR a la lección .....	48
Tabla 28: Especificación del caso de uso CU11 - Reutilizar actividad de aprendizaje existente.	49
Tabla 29: Especificación del caso de uso CU12 - Retroalimentar desempeño del estudiante .....	49
Tabla 30: Resultados de la prueba de carga y rendimiento .....	74
Tabla 31: Resultados de la prueba de concurrencia.....	75
Tabla 32: Resultados de la prueba de resistencia.....	76
Tabla 33: Inicio de sesión –Administrador.....	109
Tabla 34: Crear nuevo usuario.....	110
Tabla 35: Crear nuevo curso.....	110
Tabla 36: Inicio de sesión – Docente.....	111
Tabla 37: Identificar curso.....	112
Tabla 38: Crear instrucciones del procedimiento – Aula Invertida .....	112
Tabla 39: Subir contenido de soporte – Aula Invertida .....	113
Tabla 40: Crear evaluación – Aula Invertida.....	113
Tabla 41: Crear instrucciones del procedimiento – Taller de Habilidad .....	114
Tabla 42: Subir contenido de soporte – Taller de Habilidad .....	114
Tabla 43: Crear evaluación – Taller de Habilidad.....	115
Tabla 44: Crear instrucciones del procedimiento – Experiencia de Alta Fidelidad .....	115

Tabla 45: Subir experiencia de realidad extendida – Experiencia de Alta Fidelidad .....	116
Tabla 46: Crear evaluación – Experiencia de Alta Fidelidad .....	116
Tabla 47: Revisión de actividad creada .....	116
Tabla 48: Inicio de sesión – Docente .....	117
Tabla 49: Reutilizar contenido de cursos existentes .....	117
Tabla 50: Inicio de sesión – Docente .....	118
Tabla 51: Revisar resultados de estudiantes del curso .....	118
Tabla 52: Revisión del momento – Aula Invertida .....	119
Tabla 53: Revisión del momento – Taller de Habilidad .....	119
Tabla 54: Revisión del momento – Experiencia de Alta Fidelidad .....	120
Tabla 55: Inicio de sesión – Estudiante .....	120
Tabla 56: Seleccionar curso – Estudiante .....	121
Tabla 57: Visualización de instrucciones del procedimiento – Aula Invertida .....	121
Tabla 58: Visualización de contenido de soporte – Aula Invertida .....	121
Tabla 59: Presentar evaluación – Aula Invertida .....	122
Tabla 60: Visualización de instrucciones del procedimiento – Taller de Habilidad .....	122
Tabla 61: Visualización de contenido de soporte – Taller de Habilidad .....	123
Tabla 62: Presentar evaluación – Taller de Habilidad .....	123
Tabla 63: Visualización de instrucciones del procedimiento – Experiencia de Alta Fidelidad..	124
Tabla 64: Visualización de simulación en navegador – Experiencia de Alta Fidelidad.....	124
Tabla 65: Presentar evaluación – Experiencia de Alta Fidelidad .....	124

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1: Proceso incremental de desarrollo de software orientado a la creación de prototipos..	31
Figura 2: Adopción del proceso incremental de desarrollo de software orientado a la creación de prototipos .....	32
Figura 3: Diagrama de casos de uso general del sistema.....	43
Figura 4: Diagrama BPMN del subproceso de inicio de sesión .....	50
Figura 5: Diagrama BPMN del subproceso de configuración de curso en la plataforma.....	51
Figura 6: Diagrama BPMN del subproceso de configuración de actividad de aprendizaje .....	51
Figura 7: Diagrama BPMN del subproceso de creación de actividad de aprendizaje .....	52
Figura 8: Diagrama BPMN del proceso visualización de actividad de aprendizaje.....	53
Figura 9: Arquitectura cliente-servidor.....	54
Figura 10: Arquitectura por capas definida para el sistema.....	55
Figura 11: Arquitectura de componentes definida para el sistema .....	59
Figura 12: Diagrama de clases del sistema .....	61
Figura 13: Diagrama de clases centrado en los módulos secundarios del sistema .....	62
Figura 14: Patrones de diseño presentes en la arquitectura del sistema .....	63
Figura 15: Diagrama de clases centrado en el módulo de actividades .....	65
Figura 16: Diagrama conceptual de base de datos.....	67
Figura 17: Interfaz de inicio de sesión.....	77
Figura 18: Interfaz de home de administrador .....	78
Figura 19: Interfaz de creación de usuarios .....	78
Figura 20: Interfaz de gestión de usuarios .....	79

Figura 21: Interfaz de creación de cursos de administrador .....	79
Figura 22: Interfaz de asignación de usuarios a cursos.....	79
Figura 23: Resultado del proceso de creación de curso por el administrador .....	80
Figura 24: Notificación de creación de curso a docentes asignados.....	80
Figura 25: Interfaz de identificación del curso .....	81
Figura 26: Interfaz del primer momento: Aula Invertida.....	81
Figura 27: Interfaz de definición de instrucciones de Aula Invertida.....	82
Figura 28: Interfaz de carga de contenido adicional de Aula Invertida – Sección de Material de Apoyo.....	82
Figura 29: Interfaz de carga de contenido adicional de Aula Invertida – Sección de Acuerdos ..	83
Figura 30: Interfaz de creación de evaluación de Aula Invertida .....	84
Figura 31: Resultado tras proporcionar todo el contenido del momento Aula Invertida.....	85
Figura 32: Interfaz del primer momento: Taller de Habilidad.....	85
Figura 33: Interfaz de definición de instrucciones de Taller de Habilidad.....	86
Figura 34: Interfaz de definición de instrucciones de Taller de Habilidad.....	87
Figura 35: Interfaz de creación de evaluación de Taller de Habilidad .....	88
Figura 36: Resultado tras proporcionar todo el contenido del momento Taller de Habilidad.....	89
Figura 37: Interfaz del primer momento: Experiencia de Alta Fidelidad.....	89
Figura 38: Interfaz de definición de instrucciones de Experiencia de Alta Fidelidad .....	90
Figura 39: Interfaz de carga de experiencia de realidad extendida para navegador .....	90
Figura 40: Resultado de cargar la experiencia de realidad extendida para navegador .....	91
Figura 41: Previsualización de la experiencia de realidad extendida para navegador.....	91
Figura 42: Primer paquete de atención de HPP en pantalla completa - Captura 1 .....	92

Figura 43: Primer paquete de atención de HPP en pantalla completa - Captura 2 .....	92
Figura 44: Primer paquete de atención de HPP en pantalla completa - Captura 3 .....	92
Figura 45: Masaje Bimanual en pantalla completa - Captura 1 .....	93
Figura 46: Masaje Bimanual en pantalla completa - Captura 2.....	93
Figura 47: Masaje Bimanual en pantalla completa - Captura 3.....	93
Figura 48: Interfaz de creación de evaluación de Experiencia de Alta Fidelidad .....	94
Figura 49: Interfaz resumen del contenido del curso.....	95
Figura 50: Resultado de la creación de contenido realizada por el docente .....	96
Figura 51: Notificación de creación de curso a docentes asignados.....	96
Figura 52: Interfaz de reutilización de contenido de cursos .....	97
Figura 53: Interfaz de retroalimentación de estudiantes – Captura 1 .....	97
Figura 54: Interfaz de retroalimentación de estudiantes – Captura 2 .....	98
Figura 55: Interfaz de home de estudiante .....	98
Figura 56: Interfaz resumen del curso para estudiante .....	99
Figura 57: Visualización de Instrucciones de Aula Invertida.....	99
Figura 58: Visualización de Contenidos de Soporte de Aula Invertida.....	100
Figura 59: Visualización de Evaluación de Aula Invertida – En Progreso.....	101
Figura 60: Visualización de Evaluación de Aula Invertida – Completada.....	102
Figura 61: Visualización de Instrucciones de Taller de Habilidad.....	103
Figura 62: Visualización de Contenidos de Soporte de Taller de Habilidad.....	104
Figura 63: Visualización de Evaluación de Taller de Habilidad – Completada.....	105
Figura 64: Visualización de Instrucciones de Experiencia de Alta Fidelidad .....	106
Figura 65: Visualización de Simulación de realidad extendida HPP .....	106

Figura 66: Visualización de resultados de Actividad Experiencial Presencial.....	107
Figura 67: Visualización de Evaluación de Actividad Experiencial – Completada .....	108
Figura 68: Resultado tras la finalización de la actividad de aprendizaje .....	108

**Lista de Apéndices**

Apéndice A. Pruebas de rendimiento del sistema.....	74
Apéndice B. Interfaz de usuario y diseño visual del prototipo .....	77
Apéndice C. Plan de pruebas de extremo a extremo .....	109

## Resumen

**Título:** Diseño y desarrollo del sistema de creación y visualización de escenarios de realidad extendida para entrenamiento en procedimientos médicos<sup>1</sup>

**Autor:** Levir Heladio Hernández Suárez, Camilo Andrés Moreno<sup>2</sup>

**Palabras Clave:** Educación inmersiva, Realidad extendida, Modelo de aprendizaje 4C/ID, Arquitectura de software

**Descripción:** El diseño de experiencias de aprendizaje suele requerir un proceso de adaptación al uso específico de cada plataforma, lo cual representa una barrera significativa para los docentes, especialmente en contextos que exigen dinámicas de enseñanza particulares y el uso de tecnologías emergentes, como es el caso del aprendizaje basado en simulación. Superar este obstáculo y avanzar hacia un escenario donde la integración de estas tecnologías deje de ser una excepción y se convierta en un estándar requiere el desarrollo de herramientas que simplifiquen y respalden su implementación en los procesos de diseño educativo. Una visión que da forma a este proyecto; una plataforma basada en el Modelo 4C/ID, concebida para guiar al docente en la creación de experiencias formativas de manera intuitiva, accesible y alineada con los principios del aprendizaje basado en simulación, permitiendo la incorporación de escenarios de realidad extendida mediante tecnologías web, facilitando así su visualización en múltiples dispositivos, reduciendo la complejidad técnica y ampliando el alcance educativo. Aunque este proyecto aborda estas problemáticas para el ámbito de la medicina, el enfoque adoptado también puede aplicarse a otros campos que utilicen simulaciones y busquen avanzar hacia entornos educativos inmersivos.

---

<sup>1</sup> Trabajo de Grado

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Director: Luis Eduardo Bautista Rojas. Doctor en Ciencias de la Computación. Codirector: Lola Xiomara Bautista Roza. Doctora en Automática, Tratamiento de Imágenes y Señales

### Abstract

**Title:** Design and development of a system for creating and visualizing extended reality scenarios for medical procedure training<sup>3</sup>

**Author:** Levir Heladio Hernández Suárez, Camilo Andrés Moreno<sup>4</sup>

**Key Words:** Immersive education, Extended reality, 4C/ID learning model, Software architecture

**Description:** Designing learning experiences often requires adapting to the specific requirements of each platform, which stands as a significant barrier for instructors, particularly in contexts that involve particular teaching dynamics and emerging technologies, such as simulation-based learning. Overcoming this obstacle and moving toward a scenario where integrating these technologies is no longer an exception but a standard requires the development of tools that simplify and support their implementation in educational design processes. This project embodies that vision; a platform based on the 4C/ID Model, designed to guide instructors in developing training experiences in an intuitive, accessible way, fully aligned with the principles of simulation-based learning. It also allows extended reality scenarios to be integrated via web technologies, making it possible to visualize content across multiple devices, reducing technical complexity, and broadening educational reach. While this project focuses on the medical field, its approach can also be applied to other areas that use simulations and aim to transition to immersive learning environments.

---

<sup>3</sup> Degree Work

<sup>4</sup> Faculty of Physical and Mechanical Engineering, School of Systems and Computer Engineering. Advisor: Luis Eduardo Bautista Rojas. Doctor in Computer Science. Co-advisor: Lola Xiomara Bautista Rozo. Doctor in Automation, Image and Signal Processing

## Introducción

Este proyecto de grado se enfoca en el desarrollo de un sistema basado en el modelo de aprendizaje instruccional de cuatro componentes, que incorpora como recurso inmersivo experiencias de realidad extendida orientadas a escenarios de entrenamiento médico y proporciona soporte integral a todas estas experiencias a través de una plataforma web.

El desarrollo de experiencias de aprendizaje suele requerir un periodo de adaptación relacionado con el uso de la plataforma, lo que supone una limitación significativa para los docentes diseñadores de estas experiencias. Con el fin de superar esta barrera y proporcionar una solución más accesible, se ha concebido esta aplicación. Su objetivo es proporcionar a los docentes una herramienta basada en el modelo de aprendizaje 4C/ID que les ofrezca una forma para realizar su trabajo con mayor libertad, sin la necesidad de adquirir habilidades específicas relacionadas con el manejo de la plataforma. Además, se busca simplificar el proceso de incorporación y exportación de experiencias de realidad extendida a múltiples plataformas mediante el uso de WebXR (WebXR Device API Community Group, 2022), eliminando así la preocupación por el despliegue y la compatibilidad con diferentes dispositivos.

Si bien existen servicios como "Vuforia Expert Capture" de Vuforia que ofrecen capacidades similares, suelen presentar limitaciones significativas. Estos servicios están condicionados por su alto costo económico y restricciones en cuanto a la creación de experiencias de aprendizaje verdaderamente enriquecedoras, limitándose a procedimientos fijos carentes de ramificaciones en sus procesos, orientados principalmente hacia la capacitación y la adquisición de habilidades, en lugar de fomentar la generación de conocimiento auténtico, basado en aptitudes

y la construcción de marcos conceptuales valiosos en programas educativos. Estas limitaciones los hacen poco viables en términos de presupuesto y flexibilidad para las instituciones educativas. Por lo tanto, surge la necesidad de una solución más accesible y adaptable que permita aprovechar el potencial de los recursos humanos disponibles en la comunidad académica para personalizar las experiencias de aprendizaje de manera más efectiva.

El propósito fundamental de esta iniciativa es agilizar el desarrollo de experiencias de aprendizaje para los diseñadores, con el fin de enriquecer el proceso de aprendizaje de los estudiantes de medicina, mediante el aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Esto implica expandir las formas de aprendizaje actuales a unas más inmersivas y efectivas, asegurando que estas experiencias sean fácilmente accesibles y puedan ser visualizadas en casi cualquier dispositivo, lo que ampliará significativamente su utilidad educativa.

Para alcanzar estos objetivos, nuestro enfoque de trabajo se basará en la metodología ágil de prototipado evolutivo. Este enfoque nos permitirá asegurar que se vayan alcanzando los objetivos establecidos de manera eficiente mientras avanza el proyecto. Se espera que este proceso conduzca al desarrollo de una plataforma que facilite a los diseñadores crear experiencias de aprendizaje que incorporen contenidos XR y que además brinde soporte para la visualización de estas experiencias en una amplia gama de dispositivos disponibles para los estudiantes de medicina.

Es importante mencionar que el trabajo de grado está vinculado al proyecto de investigación titulado “Programa de simulación clínica con tecnologías convergentes para el

aprendizaje de la atención primaria de urgencias en salud”. Proyecto de investigación interdisciplinario financiado por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la UIS.

### **Planteamiento y Justificación del Problema**

Actualmente en Colombia, la medicina se posiciona como una profesión de gran relevancia y trata con suma delicadeza la formación de sus profesionales, ya que son estos los protectores del recurso más valioso de una sociedad, las personas. Por tal motivo, sus planes de estudio incluyen prácticas de aprendizaje tanto durante la formación del estudiante como después, en la etapa de internado, donde por primera vez se enfrenta a entornos reales con condiciones variables y, en algunos casos, completamente impredecibles. Sin embargo, esta etapa de internado no está exenta de desafíos. El paso de un entorno controlado, teórico y prácticas en condiciones controladas a un entorno variable y poco predecible conlleva un choque inicial abrupto en los estudiantes, llegando incluso a transformar experiencias potencialmente enriquecedoras en situaciones desagradables. Este fenómeno, descrito detalladamente por Zambrano-Ramírez (2016) como la "paradoja de la transferencia", emerge cuando los estudiantes aprenden tareas complejas de manera aislada y les resulta difícil aplicarlas en situaciones laborales reales, debido a que no fueron entrenados bajo condiciones diversas de la vida real.

En respuesta a esta problemática, una de las estrategias más consolidadas en la educación médica ha sido el aprendizaje basado en simulación. Al respecto, Salas Perea & Ardanza Zulueta (1995) afirman que situar al estudiante en contextos que reflejen aspectos de la realidad y presentar situaciones análogas a las que enfrentará en su ejercicio profesional es el objetivo fundamental de toda simulación. No obstante, es necesario que estas simulaciones se integren de manera coherente

en el plan de estudios, alineándose con las necesidades educativas y los programas de las asignaturas.

Sin embargo, alcanzar dicha coherencia no siempre resulta sencillo, pues los simuladores físicos exigen un uso intensivo de recursos materiales y logísticos, tales como maniqués de alta fidelidad y espacios físicos especializados. Frente a estas limitaciones, la creciente popularización y el avance en el desarrollo de experiencias de realidad extendida han despertado un interés internacional creciente en el ámbito de la salud, con estudios que demuestran su potencial para fortalecer la formación médica, especialmente en escenarios de alta complejidad como la atención de emergencias. Al respecto, Einloft et al. (2024) afirman que “a diferencia de los simuladores físicos, la XR puede replicar un nivel más alto de realidad percibida, ofreciendo práctica repetida en escenarios poco frecuentes pero críticos” y que, además, “la capacitación basada en XR se considera menos demandante en recursos que las simulaciones físicas de alta fidelidad, lo que la hace potencialmente más accesible y rentable” (p. 2).

En consecuencia y sintonía con la reciente incursión en la era de las industrias 4.0, desde la ingeniería de sistemas se propone abordar esta brecha en el acceso a entornos realistas y seguros para la práctica de procedimientos médicos complejos, mediante un sistema que facilite la creación de experiencias de aprendizaje a través de la implementación de un modelo de aprendizaje instruccional que, además, incorpore contenidos de realidad extendida y ponga a disposición de los estudiantes, en su etapa de formación, estas experiencias a través de una plataforma accesible y así fortalecer desde una etapa temprana al estudiante en cuanto a la exposición a los factores

variables que pueden surgir en situaciones médicas complejas y reducir los riesgos posteriores asociados con prácticas en entornos reales.

En este sentido, el presente trabajo de grado contribuye a la implementación de estrategias de aprendizaje propias de la educación médica, apoyando a los docentes en la planificación de actividades de aprendizaje que mejoran la formación y el entrenamiento de los estudiantes en contextos clínicos.

## 1. Objetivos

### 1.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema que facilite la creación de escenarios de realidad extendida basado en el modelo 4C/ID y permita la visualización de estas experiencias desde múltiples dispositivos, con el fin de mejorar el proceso de entrenamiento en procedimientos médicos.

### 1.2 Objetivos Específicos

- Diseñar una aplicación de software para la recolección de información de la experiencia de aprendizaje según el modelo 4C/ID.<sup>5</sup>
- Implementar una arquitectura de software modular que permita la estructuración de experiencias de aprendizaje, a partir de la información recopilada.<sup>6</sup>
- Validar la arquitectura y su aplicación a través del caso clínico; Tratamiento de la hemorragia del postparto.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> El proceso de diseño de la aplicación se presenta en la sección “**4.1 Especificación y análisis de requerimientos**”.

<sup>6</sup> La estructuración de la arquitectura del prototipo se describe en la sección “**4.2.1 Arquitectura del prototipo**”.

<sup>7</sup> La evidencia correspondiente a la validación del prototipo se expone en la sección “**4.4 Validación del prototipo**”.

## 2. Marco Referencial

### 2.1 Marco Conceptual

#### *2.1.1 Los modelos de aprendizaje y su influencia en la educación*

Los modelos de aprendizaje son pilares fundamentales en la educación, ya que proporcionan marcos conceptuales que explican cómo los estudiantes adquieren conocimientos, habilidades y aptitudes. Sin embargo, es crucial destacar que ninguno de estos modelos, por sí solo, puede ofrecer un enfoque completamente integral para el aprendizaje. Tal y como sugieren Lozano & Tapia (2021), el conductismo, el cognitivismo, el constructivismo y el conectivismo, aunque valiosos, presentan limitaciones individuales que no logran abordar completamente las necesidades educativas contemporáneas.

#### **Modelos de aprendizaje convencionales.**

- **El conductismo**, por ejemplo, se centra en el comportamiento observable y en la relación entre estímulos y respuestas, lo cual puede ser limitante para comprender procesos cognitivos más complejos.
- **El cognitivismo**, mientras tanto, enfatiza en los procesos mentales internos, pero puede descuidar la importancia de la participación activa del estudiante en la construcción de su propio conocimiento.
- Por su parte, **el constructivismo**; destaca la importancia del aprendizaje activo y la construcción del conocimiento por parte del estudiante, pero puede no proporcionar una estructura clara para el desarrollo de habilidades específicas.

- Finalmente, **el conectivismo**; aunque reconoce el papel de la tecnología y la conectividad en el aprendizaje contemporáneo, puede no ofrecer una orientación clara sobre cómo integrar estas herramientas de manera efectiva en el proceso educativo.

### ***2.1.2 Modelo instruccional de cuatro componentes (4C/ID)***

En este contexto, surge el modelo de aprendizaje 4C/ID como una solución prometedora para abordar estas limitaciones y proporcionar un enfoque de aprendizaje integral. Según Kirschner & Van Merriënboer (2008), “este modelo equipara el aprendizaje complejo, el desarrollo de competencias para el mundo real y la solución de problemas en un mismo nivel.”

Este modelo se sustenta en la idea de que el aprendizaje efectivo debe implicar la integración de cuatro componentes principales: la integración de conocimientos (conceptualización), la integración de tareas (procedimientos), la integración de apoyo (metodología) y la integración de la práctica (contexto). Y estos componentes colaboran para proporcionar una experiencia de aprendizaje completa y significativa que prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo real.

**Modelo 4C/ID como una estrategia integral para el aprendizaje aplicado.** Este modelo es capaz de abordar la paradoja de la transferencia al enfocarse en el aprendizaje de problemas reales y en el desarrollo de habilidades aplicables en contextos auténticos. Como señala Zambrano-Ramírez (2016, p. 163), “la paradoja de la transferencia surge cuando los estudiantes aprenden tareas complejas de manera aislada y les resulta difícil aplicarlas en situaciones laborales reales debido a que no fueron entrenados bajo condiciones de la vida real diversas”.

En este sentido, el modelo de aprendizaje 4C/ID ofrece una aproximación integral y contextualizada al aprendizaje, al situar al estudiante en el centro del proceso educativo y prepararlo para enfrentar los desafíos del mundo real. Este enfoque representa una evolución significativa en la teoría y la práctica educativa, ofreciendo nuevas oportunidades para el desarrollo del talento humano en diversos ámbitos profesionales.

**El diseño de experiencias como apoyo fundamental para el aprendizaje.** En el panorama actual de la educación digital, el diseño de experiencias de aprendizaje emerge como un elemento crucial para el éxito de los procesos formativos. Esta disciplina, que combina principios de la Interacción Humano-Computador (IHC) con metodologías pedagógicas sólidas, no solo se centra en facilitar la interacción entre el usuario y la tecnología, sino también en optimizar el proceso de adquisición de conocimientos y habilidades.

### ***2.1.3 El Campo de la Interacción Humano-Computador***

Como señala Leguizamo (2008), “la Interacción Humano Computador es una disciplina que aborda el diseño, la implementación y la evaluación de sistemas de computación, centrándose en la facilidad de interacción entre humanos y máquinas”. Además, Preece et al. (1994) resaltan que “su objetivo fundamental es mejorar la seguridad, utilidad, efectividad y eficiencia de los sistemas informáticos, asegurando su integración adecuada en el entorno donde se utilizan”.

En primer lugar, es esencial reconocer que el diseño de experiencias educativas va más allá del aspecto visual o estético de una plataforma o aplicación. Más bien, implica la creación de

entornos que fomenten la participación activa del estudiante, promuevan la exploración y el descubrimiento, y proporcionen retroalimentación significativa en tiempo real.

**El diseño intuitivo.** Una premisa fundamental en este enfoque es la integración de elementos familiares en la interfaz de usuario. Al interactuar con una aplicación educativa, es esencial que la navegación sea intuitiva y que los elementos de la interfaz sean reconocibles y fáciles de comprender. Esta práctica no solo reduce la carga cognitiva asociada con el uso del software, sino que también maximiza el tiempo dedicado al aprendizaje efectivo, como menciona Leguizamó (2009, p. 4).

Además, el diseño de experiencias educativas debe incorporar indicadores claros de progreso y rendimiento. Los estudiantes deben poder monitorear su avance en tiempo real, recibir retroalimentación inmediata sobre sus acciones y comprender cómo sus decisiones impactan en su aprendizaje. Este enfoque no solo impulsa la motivación y el compromiso del estudiante, sino que también facilita la autorregulación y el desarrollo de habilidades metacognitivas.

#### ***2.1.4 La simulación como medio para mejorar el aprendizaje***

La simulación es una herramienta poderosa para fortalecer el aprendizaje en diversos ámbitos educativos al sumergir a los estudiantes en entornos que recrean situaciones reales o abstractas. Este enfoque ha ganado relevancia gracias a los avances en tecnología digital, que permiten experiencias inmersivas y realistas. Además, destaca por su capacidad de personalización, adaptando la experiencia de aprendizaje a las necesidades individuales de cada estudiante y ofreciendo retroalimentación y variabilidad según el progreso y las habilidades de los alumnos.

**Simulación de escenarios.** Según Salas Perea & Ardanza Zulueta (1995), la simulación implica situar al estudiante en contextos que reflejen aspectos de la realidad y presentar situaciones análogas a las que enfrentará en su ejercicio profesional. Este enfoque debe integrarse coherentemente en el plan de estudio, alineado con las necesidades educativas y los programas de las asignaturas.

La simulación emerge como un medio altamente efectivo para mejorar el aprendizaje, al proporcionar experiencias inmersivas, prácticas y personalizadas. Esto promueve un aprendizaje más profundo y significativo en una variedad de disciplinas y contextos educativos, además de fomentar el aprendizaje experiencial al involucrar a los estudiantes en la resolución activa de problemas y la exploración de diversas soluciones, desarrollando habilidades de pensamiento crítico y toma de decisiones.

**Simulación en el ámbito médico.** La simulación se considera un método efectivo para desarrollar habilidades que permitan un desempeño superior en la práctica profesional, especialmente en el ámbito médico. Tal y como señalan Salas Perea y Ardanza Zulueta (1995), este enfoque constituye un método de enseñanza y aprendizaje que, cuando se integra de manera lógica y planificada al proceso docente, acelera el proceso formativo, eleva la calidad del aprendizaje y reduce las molestias que tradicionalmente recaen sobre los pacientes y los servicios de salud.

### ***2.1.5 La realidad extendida y su potencial en la educación moderna***

La realidad extendida en la educación está generando un cambio significativo en los métodos de enseñanza y aprendizaje, integrando la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) para ofrecer entornos inmersivos que combinan lo físico con lo digital. Según Cabero et al. (2019), la interacción con objetos de aprendizaje en RA aumenta la motivación y el interés de los estudiantes, enriqueciendo su experiencia educativa.

Desde una perspectiva teórica, la adopción de XR en la educación se basa en varios conceptos clave:

- **El constructivismo y el aprendizaje experiencial:** Permite a los estudiantes construir su propio conocimiento a través de experiencias prácticas e interactivas con entornos simulados y objetos virtuales.
- **La teoría de la cognición situada:** Sitúa a los estudiantes en contextos auténticos y relevantes para el contenido que están estudiando, fomentando una comprensión más profunda y transferible del material educativo.
- **La teoría del flujo:** La experiencia inmersiva de XR puede inducir un estado de flujo en los estudiantes, aumentando su motivación intrínseca y mejorando su rendimiento académico. Según Csíkszentmihályi (1990), el flujo es un estado de inmersión completa en una actividad, caracterizado por perder la noción del tiempo y el espacio.
- **La teoría de la equidad educativa:** La integración de XR en la educación puede superar barreras geográficas y económicas, democratizando el acceso a experiencias educativas personalizadas e inmersivas.

La adopción de XR en la educación tiene el potencial de revolucionar la enseñanza y el aprendizaje en el siglo XXI, enriqueciendo la calidad, relevancia y equidad de la experiencia educativa. Este potencial se refleja en la creciente investigación sobre XR en disciplinas como la medicina, las ciencias sociales y la psicología, así como en la motivación y el rendimiento mejorado de los estudiantes que participan en experiencias educativas XR.

## 2.2 Estado del Arte

En el ámbito de la realidad aumentada (RA) y virtual (RV) para la formación, varias empresas han desarrollado soluciones innovadoras para facilitar la creación de experiencias altamente compatibles con dispositivos diversos, entre las más destacadas se encuentran:

- **Artiness Reality:** Con sede en Milán, Italia, se especializa en soluciones de RV y RA para la formación médica. Su enfoque exclusivo les permite ofrecer soluciones altamente personalizadas y efectivas, respaldadas por un equipo experimentado en XR y formación médica. Su producto ARTICOR, una suite de software innovadora con marca CE para dispositivos médicos, refleja su compromiso con la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías. (Artiness Reality, 2023)
- **Parametric Technology Corporation (PTC):** Líder en software para la transformación digital empresarial, PTC ofrece Vuforia Expert Capture, una avanzada solución de realidad aumentada diseñada para mejorar los procesos empresariales. Permite la creación rápida y sencilla de instrucciones detalladas para trabajadores de primera línea, facilitando la transferencia de conocimientos y optimizando la eficiencia operativa. (PTC, 2023)

- **GigXR:** Plataforma de realidad extendida (XR) basada en la nube que ofrece una amplia gama de beneficios para diversos usuarios. Su interfaz intuitiva y fácil de usar, junto con una biblioteca extensa de contenido XR, la hacen accesible para usuarios de todos los niveles. A pesar de algunas limitaciones, como el costo para pequeñas empresas y la dependencia de una conexión a internet estable, sigue siendo una herramienta poderosa con un potencial significativo para influir en el futuro del trabajo y la educación. (GigXR, 2023)

La creación de experiencias inmersivas ha sido un desafío constante desde sus inicios. Sin embargo, en el panorama actual, se han identificado varias tecnologías como las más favorables para el desarrollo de experiencias XR, entre estas destacan:

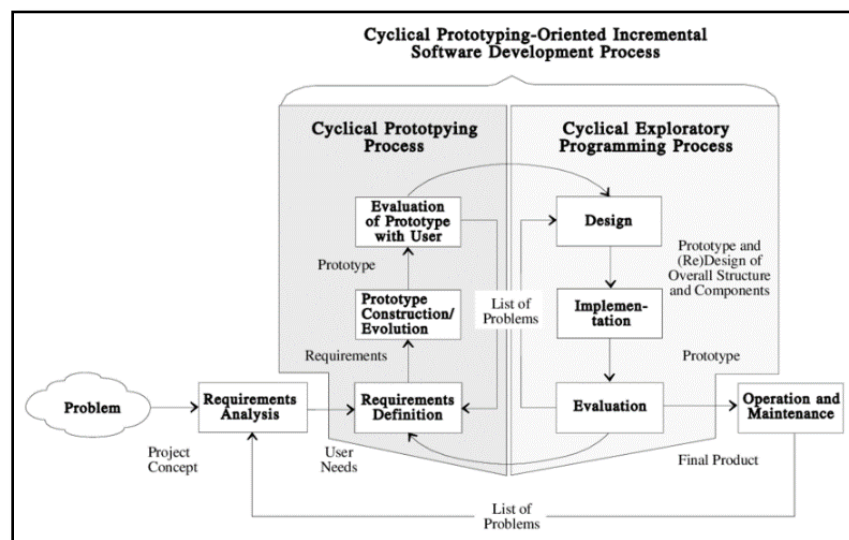
- **OpenXR:** Estándar abierto desarrollado por el consorcio Khronos Group que mejora la portabilidad del contenido y la interoperabilidad entre diferentes plataformas y dispositivos. (OpenXR Working Group, 2022)
- **WebXR:** Permite la creación de experiencias de RV y RA directamente a través de navegadores web compatibles, simplificando el acceso y la distribución del contenido sin necesidad de descargar aplicaciones adicionales. (WebXR Device API Community Group, 2022)
- **Unity:** Plataforma de desarrollo ampliamente utilizada en la industria de la RV y RA, con herramientas y recursos para crear experiencias inmersivas de alta calidad en una variedad de dispositivos y plataformas. Con su amplia comunidad de desarrolladores y soporte para diversos lenguajes de programación, se destaca como una opción líder para proyectos de RV y RA. (Unity, 2023)

### 3. Metodología

Cuando se trata de desarrollar sistemas complejos que deben crecer y adaptarse con el tiempo, una de las metodologías más utilizadas es el prototipado modular o también conocido como prototipado incremental (**Figura 1**), el cual facilita la construcción de sistemas por etapas, a través de la integración progresiva de módulos funcionales. Donde cada módulo representa una parte del sistema final, y son diseñados, desarrollados y evaluados de manera individual o en conjunto con otros módulos previamente implementados, integrándose gradualmente hasta formar el sistema completo.

**Figura 1**

Proceso incremental de desarrollo de software orientado a la creación de prototipos



**Nota.** Tomado de The prototyping-oriented incremental software development process. Recuperado de [https://www.researchgate.net/figure/The-prototyping-oriented-incremental-software-development-process\\_fig4\\_2464810](https://www.researchgate.net/figure/The-prototyping-oriented-incremental-software-development-process_fig4_2464810)

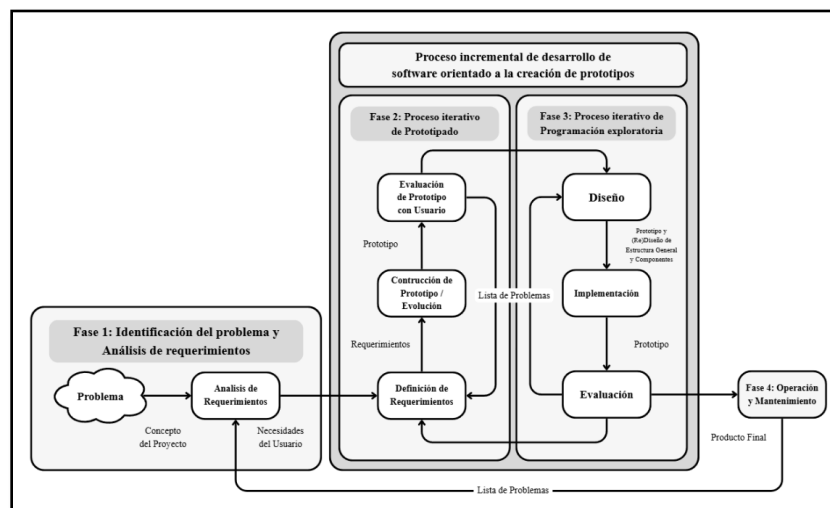
El proceso iterativo de esta metodología permite validar el prototipo de manera constante, lo que a su vez facilita rediseñar ágilmente los requerimientos del sistema, a diferencia de las metodologías tradicionales y rígidas, que suelen hacerlo solo al inicio. Esta validación continua

promueve una adaptación flexible y permite abordar de manera eficiente nuevos requerimientos o problemas de diseño a medida que se identifican. Como resultado, se incrementa la probabilidad de desarrollar un sistema alineado con las necesidades reales del usuario, mientras que se favorece la entrega continua de nuevas funcionalidades.

Teniendo en cuenta estos beneficios, la estrategia metodológica adoptada para este proyecto se estructuró en cuatro fases clave que guiaron su desarrollo de principio a fin, tal como se ilustra en la **Figura 2**: (1) identificación del problema y análisis de requerimientos, (2) proceso iterativo de prototipado, (3) proceso iterativo de programación exploratoria, y (4) operación y mantenimiento.

**Figura 2**

Adopción del proceso incremental de desarrollo de software orientado a la creación de prototipos



**Nota.** Adaptado y traducido de The prototyping-oriented incremental software development process. Recuperado de [https://www.researchgate.net/figure/The-prototyping-oriented-incremental-software-development-process\\_fig4\\_2464810](https://www.researchgate.net/figure/The-prototyping-oriented-incremental-software-development-process_fig4_2464810)

A continuación, se describen en detalle cada una de estas etapas, destacando su propósito y contribución al avance del proyecto.

### 3.1 Fase 1: Identificación del problema y análisis de requerimientos

**Objetivo:** Comprender el problema a resolver, definir los requisitos del sistema y segmentarlos en módulos funcionales.

- **Identificación del problema:** Se determinó como objetivo principal del sistema agilizar el diseño de experiencias de aprendizaje, brindando a los usuarios la capacidad de estructurar, visualizar y gestionar actividades educativas de manera más eficiente y organizada.
- **Análisis de requerimientos:** Se realizó un levantamiento de requerimientos funcionales y no funcionales, los cuales fueron segmentados en módulos de acuerdo a responsabilidades que estos cubrían dentro del problema identificado y que a su vez podían operar de la forma más desacoplada posible entre sí, planteando así una arquitectura modular que facilitaría una posterior expansión del proyecto.
- **Diagramas de casos de uso:** Se elaboraron diagramas de casos de uso con el propósito de analizar la pertinencia de los requisitos definidos durante el análisis de requerimientos y su relación con los diferentes tipos de usuarios involucrados.

### 3.2 Fase 2: Proceso iterativo de prototipado

Esta fase se llevó a cabo en conjunto con un equipo de estudiantes de diseño industrial<sup>8</sup>, quienes centraron su proyecto de grado en el diseño de la interfaz y la experiencia de usuario del sistema, siendo responsables tanto de la creación de prototipos de alta fidelidad como de la aplicación de pruebas de usabilidad con usuarios reales.

**Objetivo:** Refinar y consolidar los requerimientos definidos en la primera fase, transformándolos en especificaciones concretas a través de la construcción y validación de prototipos de alta fidelidad para cada módulo del sistema.

Cada módulo pasó por las siguientes etapas:

- **Refinamiento de requerimientos:** A partir de los requerimientos generales, se precisaron los requerimientos específicos de cada módulo y se crearon diagramas preliminares que representaban tanto el flujo general del sistema como las relaciones entre sus componentes.
- **Construcción de prototipos visuales:** El equipo de diseño industrial desarrolló prototipos de alta fidelidad (mockups), tomando como base nuestros diagramas preliminares y requerimientos específicos ya refinados.
- **Evaluación con usuarios:** El equipo de diseño industrial sometió los prototipos visuales a pruebas de usabilidad con usuarios reales y recopiló las observaciones derivadas de estas evaluaciones. Con base en las observaciones obtenidas, se realizaron ajustes iterativos tanto en los requerimientos específicos como en los diagramas.

---

<sup>8</sup> Equipo de estudiantes de diseño industrial del proyecto “Diseño de una experiencia de realidad extendida como herramienta pedagógica para el acompañamiento de un biomodelo en la enseñanza y práctica del protocolo de atención para hemorragia postparto”.

### 3.3 Fase 3: Proceso iterativo de programación exploratoria

**Objetivo:** Diseñar los artefactos de modelado necesarios para la implementación del sistema, desarrollar los módulos funcionales conforme a dichos modelos y validar su funcionamiento mediante pruebas técnicas.

#### **Diseño de artefactos de modelado:**

- Se definieron las tecnologías a emplear en cada módulo, en concordancia con los requerimientos del sistema.
- Se diseñaron diagramas de clases que reflejan la lógica interna de cada componente y sus relaciones esenciales.
- Asimismo, se diseñaron modelos de base de datos estructurados conforme a la naturaleza de la información a gestionar.

#### **Implementación:**

- Se desarrollaron las entidades siguiendo los diagramas de clases y el modelo de dominio previamente definido, utilizando Java como lenguaje de implementación.
- Se crearon los repositorios necesarios para la gestión y persistencia de datos, empleando Spring Data MongoDB como solución para la conexión con la base de datos.
- Se implementaron los servicios encargados de la lógica del negocio, garantizando el cumplimiento de los requerimientos funcionales definidos.
- Se estructuró una API RESTful con Spring MVC, definiendo sus respectivos endpoints para exponer la lógica de negocio del sistema.

- Se implementaron las vistas del frontend en Next.js, basadas en los prototipos visuales validados por el equipo de diseño industrial y se estableció la integración con el API RESTful mediante solicitudes HTTP.

**Evaluación técnica:** Se llevaron a cabo pruebas unitarias y validación de endpoints en cada módulo para garantizar que su funcionamiento estuviera alineado con los requisitos establecidos.

### 3.4 Fase 4: Operación y mantenimiento

**Objetivo:** Desplegar y garantizar el funcionamiento continuo del sistema a largo plazo.

Una vez completado el Producto Mínimo Viable, se configuró el servidor e instaló el software necesario para poner el sistema en producción y validar su desempeño, asegurando una base sólida para la futura incorporación de nuevas funcionalidades y el mantenimiento continuo del sistema a lo largo del tiempo.

## 4. Resultados y Discusión

### 4.1 Especificación y análisis de requerimientos

#### 4.1.1 Análisis de requerimientos

Antes de comenzar con el diseño e implementación de un sistema, es fundamental contar con una definición clara de los requerimientos que orientarán su desarrollo, ya que estos permiten comprender con precisión qué debe hacer el sistema, cómo debe comportarse y bajo qué condiciones debe funcionar.

En este apartado se presentan los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema propuesto, donde los funcionales indican las acciones específicas que el sistema debe realizar, mientras que los no funcionales establecen las condiciones de calidad, rendimiento, seguridad y usabilidad que debe cumplir.

#### 4.1.2 Requerimientos funcionales

A continuación, se presentan las fichas de requerimientos funcionales definidas para el sistema, dispuestas de manera consecutiva desde la **Tabla 1** hasta la **Tabla 10**.

**Tabla 1**

Requerimiento funcional número 1

<b>Identificación del requerimiento</b>	RF01
<b>Nombre del requerimiento</b>	Gestión de usuarios
<b>Características</b>	El sistema debe permitir la creación, actualización y eliminación de perfiles de usuario, diferenciando roles como estudiante, docente y administrador.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 2**

Requerimiento funcional número 2

<b>Identificación del requerimiento</b>	RF02
<b>Nombre del requerimiento</b>	Gestión de cursos
<b>Características</b>	El sistema debe permitir a los administradores crear nuevos cursos y eliminar cursos existentes del sistema.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 3**

Requerimiento funcional número 3

<b>Identificación del requerimiento</b>	RF03
<b>Nombre del requerimiento</b>	Inscripción en cursos
<b>Características</b>	El sistema debe permitir inscribir a los estudiantes en los cursos disponibles, ya sea de manera automática o con aprobación de un administrador.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 4**

Requerimiento funcional número 4

<b>Identificación del requerimiento</b>	RF04
<b>Nombre del requerimiento</b>	Creación de actividades de aprendizaje
<b>Características</b>	El sistema debe permitir a los docentes crear actividades de aprendizaje complejas mediante herramientas que faciliten su creación, basadas en los conceptos del modelo de aprendizaje 4C/ID.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 5**

Requerimiento funcional número 5

<b>Identificación del requerimiento</b>	RF05
<b>Nombre del requerimiento</b>	Distribución de contenido
<b>Características</b>	El sistema debe permitir a los docentes cargar diferentes tipos de contenido, incluyendo imágenes, videos y documentos.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 6**

Requerimiento funcional número 6

<b>Identificación del requerimiento</b>	RF06
<b>Nombre del requerimiento</b>	Incorporación de experiencias de realidad extendida
<b>Características</b>	El sistema debe permitir a los docentes cargar experiencias de realidad extendida asociadas al caso clínico planteado en cada actividad de aprendizaje.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 7**

Requerimiento funcional número 7

<b>Identificación del requerimiento</b>	RF07
<b>Nombre del requerimiento</b>	Reutilización de componentes
<b>Características</b>	El sistema debe permitir a los docentes reutilizar componentes de actividades de aprendizaje previamente creadas, ya sean propias o de otros docentes.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Media

**Tabla 8**

Requerimiento funcional número 8

<b>Identificación del requerimiento</b>	RF08
<b>Nombre del requerimiento</b>	Evaluaciones y retroalimentación
<b>Características</b>	El sistema debe permitir a los docentes crear y gestionar evaluaciones en forma de cuestionarios, así como proporcionar retroalimentación a los estudiantes.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 9**

Requerimiento funcional número 9

<b>Identificación del requerimiento</b>	RF09
<b>Nombre del requerimiento</b>	Seguimiento de progreso
<b>Características</b>	El sistema debe registrar y mostrar el progreso de los estudiantes en los cursos, incluyendo el estado de la actividad de aprendizaje y las calificaciones obtenidas.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 10**

Requerimiento funcional número 10

<b>Identificación del requerimiento</b>	RF10
<b>Nombre del requerimiento</b>	Notificaciones y recordatorios
<b>Características</b>	El sistema debe enviar notificaciones automáticas sobre eventos relevantes, incluyendo la asignación de docentes a un curso y la creación de actividades de aprendizaje para los estudiantes.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Media

**4.1.3 Requerimientos no funcionales**

De igual forma, se presentan las fichas de requerimientos no funcionales definidas para el sistema, dispuestas de manera consecutiva desde la **Tabla 11** hasta la **Tabla 17**.

**Tabla 11**

Requerimiento no funcional número 1

<b>Identificación del requerimiento</b>	RNF1
<b>Nombre del requerimiento</b>	Accesibilidad
<b>Características</b>	El sistema debe ser accesible desde diferentes tipos de dispositivos con conexión a internet, incluyendo computadoras, tabletas y teléfonos móviles.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 12**

Requerimiento no funcional número 2

<b>Identificación del requerimiento</b>	RNF2
<b>Nombre del requerimiento</b>	Compatibilidad
<b>Características</b>	El sistema debe ser compatible con navegadores modernos y cumplir con estándares web para asegurar su correcto funcionamiento en diversas plataformas.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 13**

Requerimiento no funcional número 3

<b>Identificación del requerimiento</b>	RNF3
<b>Nombre del requerimiento</b>	Seguridad
<b>Características</b>	El sistema debe proteger la información de los usuarios mediante mecanismos sólidos de autenticación y autorización.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 14**

Requerimiento no funcional número 4

<b>Identificación del requerimiento</b>	RNF4
<b>Nombre del requerimiento</b>	Usabilidad
<b>Características</b>	La interfaz del sistema debe ser intuitiva y fácil de usar, proporcionando una experiencia fluida para usuarios con distintos niveles de habilidad técnica.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 15**

Requerimiento no funcional número 5

<b>Identificación del requerimiento</b>	RNF5
<b>Nombre del requerimiento</b>	Rendimiento
<b>Características</b>	El sistema debe responder rápidamente a las solicitudes de los usuarios, especialmente en la carga de contenido multimedia y la navegación entre módulos, con tiempos de respuesta no mayores a 5 segundos.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 16**

Requerimiento no funcional número 6

<b>Identificación del requerimiento</b>	RNF6
<b>Nombre del requerimiento</b>	Mantenibilidad y actualización
<b>Características</b>	La arquitectura del sistema debe estar diseñada para facilitar el mantenimiento y la actualización, minimizando las interrupciones significativas en el servicio.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 17**

Requerimiento no funcional número 7

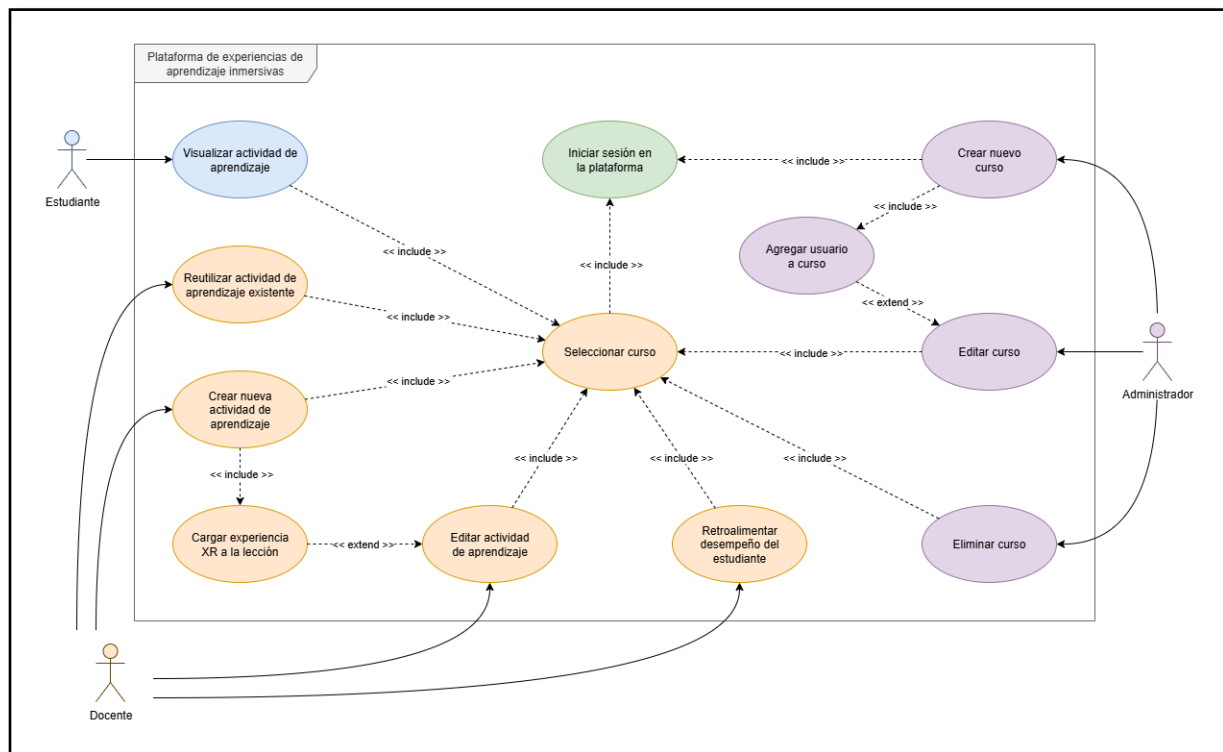
<b>Identificación del requerimiento</b>	RNF7
<b>Nombre del requerimiento</b>	Disponibilidad
<b>Características</b>	El sistema debe estar disponible y operativo de manera continua, manejando un promedio de hasta 100 usuarios simultáneos sin afectar el rendimiento.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

#### 4.1.4 Diagrama de casos de uso

A continuación, en la **Figura 3** se presenta el diagrama de casos de uso general del sistema, el cual ilustra de forma clara y concisa las funciones y servicios que el sistema debe proporcionar a los usuarios, así como un esbozo de los diferentes roles involucrados, destacando la relevancia de los requerimientos definidos previamente y su integración con las actividades clave del sistema.

**Figura 3**

Diagrama de casos de uso general del sistema



**Especificaciones de caso de uso.** En esta sección se describen de forma detallada las especificaciones de los casos de uso ilustrados en la **Figura 3**, organizadas de forma secuencial desde la **Tabla 18** hasta la **Tabla 29**.

**Tabla 18**

Especificación del caso de uso CU01 - Iniciar sesión en la plataforma

<b>Caso de Uso</b>	<b>Iniciar sesión en la plataforma</b>
<b>Precondiciones</b>	• El usuario debe estar registrado en el sistema.
	• Debe tener un rol válido (estudiante, docente o administrador).
<b>Flujo de eventos</b>	1. El usuario accede a la pantalla de inicio de sesión.
	2. El usuario ingresa sus credenciales (email y contraseña).
	3. El sistema valida las credenciales.
	4. El sistema permite el acceso mostrando la página principal.
<b>Postcondiciones</b>	El usuario accede al sistema con los permisos de su rol.
<b>Flujos alternos</b>	• Si las credenciales son inválidas, el sistema muestra un mensaje de error.
	• Si la cuenta está bloqueada o inactiva, el sistema deniega el acceso.
<b>Requerimientos especiales</b>	El sistema debe implementar autenticación segura.

**Tabla 19**

Especificación del caso de uso CU02 - Visualizar actividad de aprendizaje

<b>Caso de Uso</b>	<b>Visualizar actividad de aprendizaje</b>
<b>Precondiciones</b>	• El estudiante debe haber iniciado sesión en el sistema.
	• El estudiante debe estar inscrito en al menos un curso.
<b>Flujo de eventos</b>	1. El estudiante selecciona un curso de su listado de cursos inscritos.
	2. El sistema muestra la actividad de aprendizaje asociada al curso seleccionado.
	3. El estudiante visualiza todos los contenidos de la actividad de aprendizaje.
	4. El estudiante realiza las actividades evaluativas correspondientes.
<b>Postcondiciones</b>	• El estudiante tiene acceso completo al contenido de la actividad de aprendizaje.
	• El progreso del estudiante en la actividad queda registrado en la plataforma.
<b>Flujos alternos</b>	Si el estudiante no está inscrito en ningún curso, no podrá acceder ni visualizar ninguna actividad.
<b>Requerimientos especiales</b>	El sistema debe soportar diferentes formatos de contenido, garantizando compatibilidad, accesibilidad y correcta visualización de imágenes, videos y documentos.

**Tabla 20**

Especificación del caso de uso CU03 - Seleccionar curso

<b>Caso de Uso</b>	<b>Seleccionar curso</b>
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema.
<b>Flujo de eventos</b>	1. El usuario accede al listado de cursos disponibles según su rol.
<b>Flujo de eventos</b>	2. El usuario selecciona un curso.
<b>Postcondiciones</b>	El curso seleccionado queda activo, permitiendo al usuario realizar las acciones disponibles según su rol.
<b>Flujos alternos</b>	Si no hay cursos disponibles para el usuario, el sistema no muestra ningún curso.
<b>Requerimientos especiales</b>	El sistema debe controlar las operaciones disponibles para cada curso según el rol del usuario.

**Tabla 21**

Especificación del caso de uso CU04 - Crear nuevo curso

<b>Caso de Uso</b>	<b>Crear nuevo curso</b>
<b>Precondiciones</b>	El administrador debe haber iniciado sesión en el sistema.
<b>Flujo de eventos</b>	1. El administrador selecciona la opción para Crear curso.
	2. El sistema solicita los datos del curso, incluyendo nombre y usuarios asignados.
	3. El administrador ingresa la información, agrega los usuarios correspondientes y confirma la creación.
	4. El sistema registra el curso y notifica a los docentes asignados.
<b>Postcondiciones</b>	El curso queda creado y disponible para que los docentes asignados puedan crear la actividad de aprendizaje.
<b>Requerimientos especiales</b>	El sistema debe enviar una notificación por correo a los docentes asignados al curso después de su creación.

**Tabla 22**

Especificación del caso de uso CU05 - Editar curso

<b>Caso de Uso</b>	<b>Editar curso</b>
<b>Precondiciones</b>	• El administrador debe haber iniciado sesión en el sistema.
	• Debe existir un curso previamente creado.
<b>Flujo de eventos</b>	1. El administrador selecciona un curso.
	2. El sistema muestra la información del curso.
	3. El administrador edita los datos del curso, incluyendo nombre y usuarios asignados.
	4. El sistema guarda los cambios realizados.
<b>Postcondiciones</b>	Los datos del curso se actualizan correctamente en el sistema.
<b>Flujos alternos</b>	Si el administrador cancela la edición, los datos del curso permanecen sin cambios.

**Tabla 23**

Especificación del caso de uso CU06 - Agregar usuario a curso

<b>Caso de Uso</b>	<b>Agregar usuario a curso</b>
<b>Precondiciones</b>	• El administrador debe haber iniciado sesión en el sistema.
	• Debe estar creando un nuevo curso o editando un curso existente.
<b>Flujo de eventos</b>	1. El administrador selecciona la opción para Agregar usuario al curso.
	2. El sistema solicita los datos del usuario a agregar.
	3. El administrador ingresa la información del usuario y confirma.
	4. El sistema valida la información y asocia al usuario con el curso seleccionado.
<b>Postcondiciones</b>	El usuario agregado queda inscrito en el curso.
<b>Flujos alternos</b>	Si el usuario ya se encuentra inscrito en el curso, el sistema evita agregarlo nuevamente.

**Tabla 24**

Especificación del caso de uso CU07 - Eliminar curso

<b>Caso de Uso</b>	<b>Eliminar curso</b>
<b>Precondiciones</b>	• El administrador debe haber iniciado sesión en el sistema.
	• Debe existir al menos un curso creado.
<b>Flujo de eventos</b>	1. El administrador selecciona un curso.
	2. El sistema solicita confirmación para eliminar el curso.
	3. El administrador confirma la acción.
	4. El sistema elimina el curso.
<b>Postcondiciones</b>	El curso eliminado ya no aparece en el listado de cursos disponibles.
<b>Flujos alternos</b>	Si el administrador cancela la acción, el curso no se elimina.

**Tabla 25**

Especificación del caso de uso CU08 - Crear nueva actividad de aprendizaje

<b>Caso de Uso</b>	<b>Crear nueva actividad de aprendizaje</b>
<b>Precondiciones</b>	• El docente debe haber iniciado sesión en el sistema.
	• Debe existir al menos un curso creado.
<b>Flujo de eventos</b>	1. El docente selecciona un curso.
	2. Selecciona la opción para Crear actividad de aprendizaje.
	3. El sistema solicita la información de la actividad.
	4. El docente registra la información y confirma.
	5. El sistema crea la actividad y la muestra en el curso.
<b>Postcondiciones</b>	La actividad queda registrada en el curso.
<b>Requerimientos especiales</b>	• El sistema debe permitir que el docente registre la información de la actividad siguiendo los principios del modelo instruccional 4C/ID.
	• El sistema debe permitir la integración de experiencias de realidad extendida como parte de la actividad.

**Tabla 26**

Especificación del caso de uso CU09 - Editar actividad de aprendizaje

<b>Caso de Uso</b>	<b>Editar actividad de aprendizaje</b>
<b>Precondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El docente debe haber iniciado sesión en el sistema.</li> <li>• Debe existir al menos una actividad de aprendizaje creada.</li> </ul>
<b>Flujo de eventos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente selecciona un curso.</li> <li>2. Selecciona la actividad de aprendizaje a editar.</li> <li>3. El sistema muestra los datos de la actividad de aprendizaje.</li> <li>4. El docente modifica la información y guarda los cambios.</li> <li>5. El sistema actualiza la actividad de aprendizaje.</li> </ol>
<b>Postcondiciones</b>	La actividad queda actualizada con la nueva información registrada.
<b>Flujos alternos</b>	Si el docente cancela la edición, la información permanece sin cambios.

**Tabla 27**

Especificación del caso de uso CU10 - Cargar experiencia XR a la lección

<b>Caso de Uso</b>	<b>Cargar experiencia XR a la lección</b>
<b>Precondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El docente debe haber iniciado sesión en el sistema.</li> <li>• Debe estar creando una nueva actividad de aprendizaje o editando una existente.</li> </ul>
<b>Flujo de eventos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente selecciona la opción para Cargar experiencia XR.</li> <li>2. El sistema solicita la experiencia XR a integrar.</li> <li>3. El docente carga el material y confirma la acción.</li> <li>4. El sistema valida los archivos y los incorpora a la actividad de aprendizaje.</li> </ol>
<b>Postcondiciones</b>	La experiencia XR queda incorporada a la actividad de aprendizaje.
<b>Flujos alternos</b>	Si la experiencia XR no cumple con el formato o requisitos establecidos, el sistema rechaza la carga e informa la causa.
<b>Requerimientos especiales</b>	El sistema debe garantizar la correcta visualización y la interacción con la experiencia XR.

**Tabla 28**

Especificación del caso de uso CU11 - Reutilizar actividad de aprendizaje existente

<b>Caso de Uso</b>	<b>Reutilizar actividad de aprendizaje existente</b>
<b>Precondiciones</b>	• El docente debe haber iniciado sesión en el sistema.
	• Debe existir al menos una actividad registrada en el sistema.
<b>Flujo de eventos</b>	1. El docente selecciona un curso.
	2. Elige la opción para Reutilizar actividad de aprendizaje existente.
	3. El sistema muestra las actividades disponibles.
	4. El docente selecciona los componentes que desea reutilizar y confirma.
	5. El sistema replica los componentes seleccionados y los incorpora al curso.
<b>Postcondiciones</b>	Los componentes reutilizados quedan disponibles dentro del curso seleccionado.
<b>Flujos alternos</b>	Si no existen actividades disponibles para reutilizar, el sistema impide continuar con el proceso.

**Tabla 29**

Especificación del caso de uso CU12 - Retroalimentar desempeño del estudiante

<b>Caso de Uso</b>	<b>Retroalimentar desempeño del estudiante</b>
<b>Precondiciones</b>	• El docente debe haber iniciado sesión en el sistema.
	• Debe existir al menos un curso con actividades evaluativas finalizadas por estudiantes.
<b>Flujo de eventos</b>	1. El docente selecciona un curso.
	2. Accede a la opción para Retroalimentar desempeño del estudiante.
	3. El sistema muestra la lista de estudiantes con actividades evaluativas finalizadas.
	4. El docente selecciona un estudiante.
	5. El sistema despliega las preguntas y respuestas del estudiante.
	6. El docente registra la retroalimentación y guarda los cambios.
<b>Postcondiciones</b>	El estudiante dispone de la retroalimentación registrada por el docente.

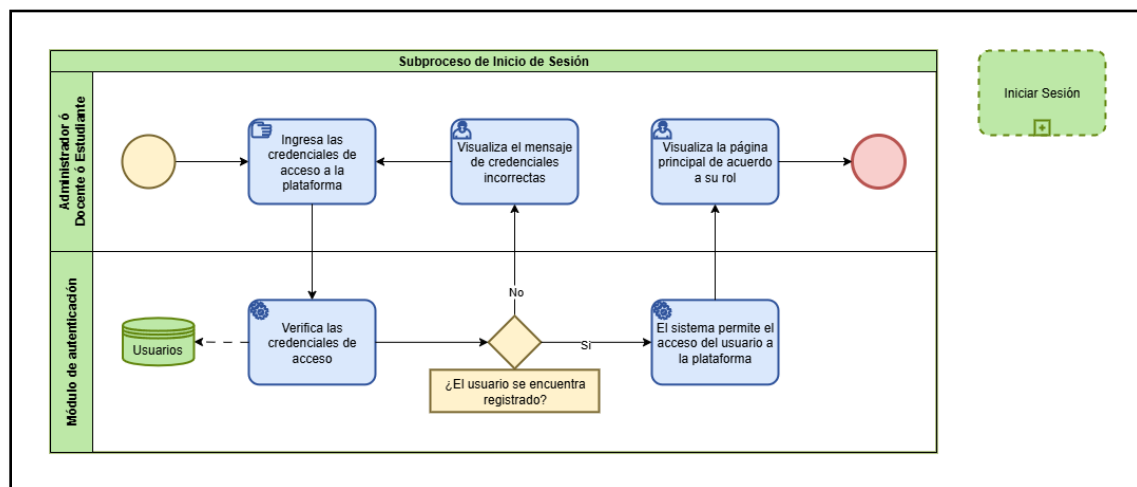
#### 4.1.5 Diagrama de modelado de procesos de negocio

A continuación, se presenta el diagrama de modelado de procesos de negocio, el cual describe de forma completa el flujo de interacción entre los distintos usuarios y el sistema. Dada su complejidad, se optó por segmentarlo en subprocesos específicos que permiten comprender con mayor facilidad el recorrido lógico que sigue cada tarea dentro del sistema.

En este diagrama (**Figura 4**) se detalla la interacción de los usuarios con el sistema durante el subproceso de inicio de sesión, donde el módulo de autenticación es el encargado de llevar a cabo las validaciones correspondientes.

**Figura 4**

Diagrama BPMN del subproceso de inicio de sesión



En este diagrama (**Figura 5**) se detalla el subproceso de configuración de cursos, donde el administrador interactúa con el módulo de cursos para crear, editar o eliminar cursos y asignar docentes o estudiantes, mientras que el módulo de notificaciones se encarga de informar a los docentes sobre su asociación a nuevos cursos.



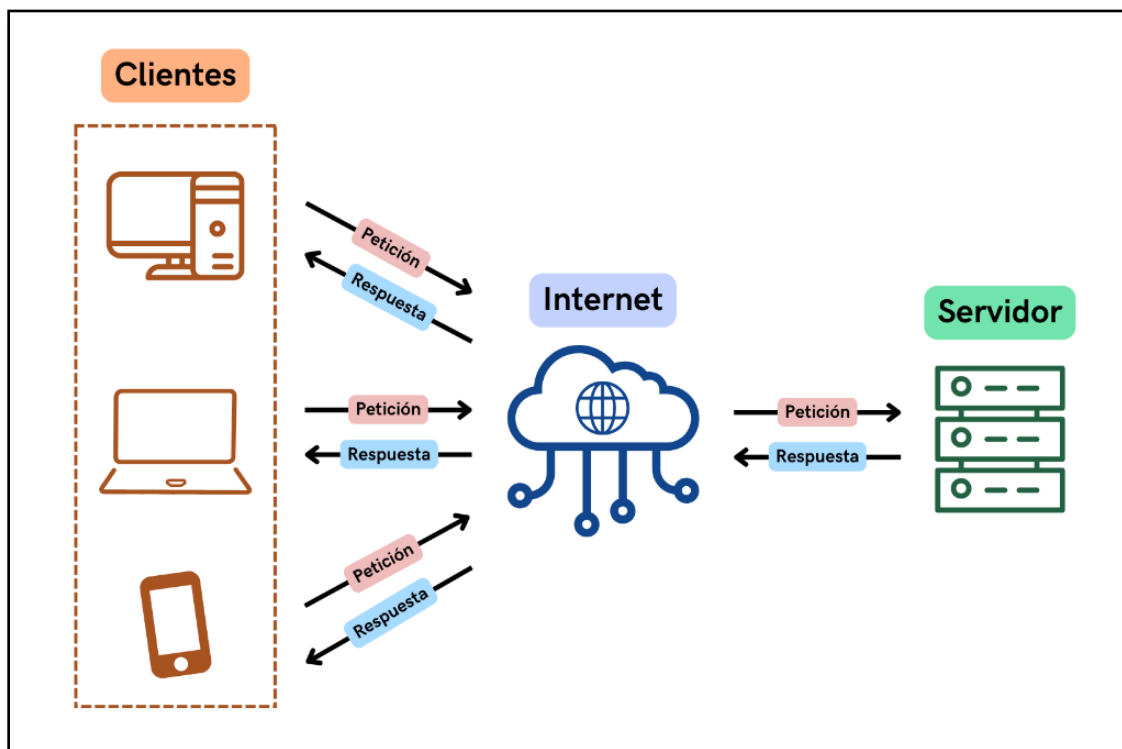




**4.2.1.1 Nivel externo: Arquitectura cliente servidor.** Dado que el sistema está concebido como una plataforma web, la adopción de una arquitectura cliente-servidor es fundamental. Esta arquitectura (**Figura 9**) establece una separación clara de responsabilidades; el cliente se encarga de la presentación, el servidor asume la lógica de negocio junto con la persistencia de datos, y la comunicación entre ambos se realiza mediante protocolos estándar como HTTP. Esta organización favorece la incorporación de tecnologías especializadas e independientes tanto para el cliente como para el servidor, y permite asignar perfiles técnicos altamente capacitados en cada área, garantizando así una mayor calidad tanto en la experiencia de usuario como en la robustez funcional del sistema.

**Figura 9**

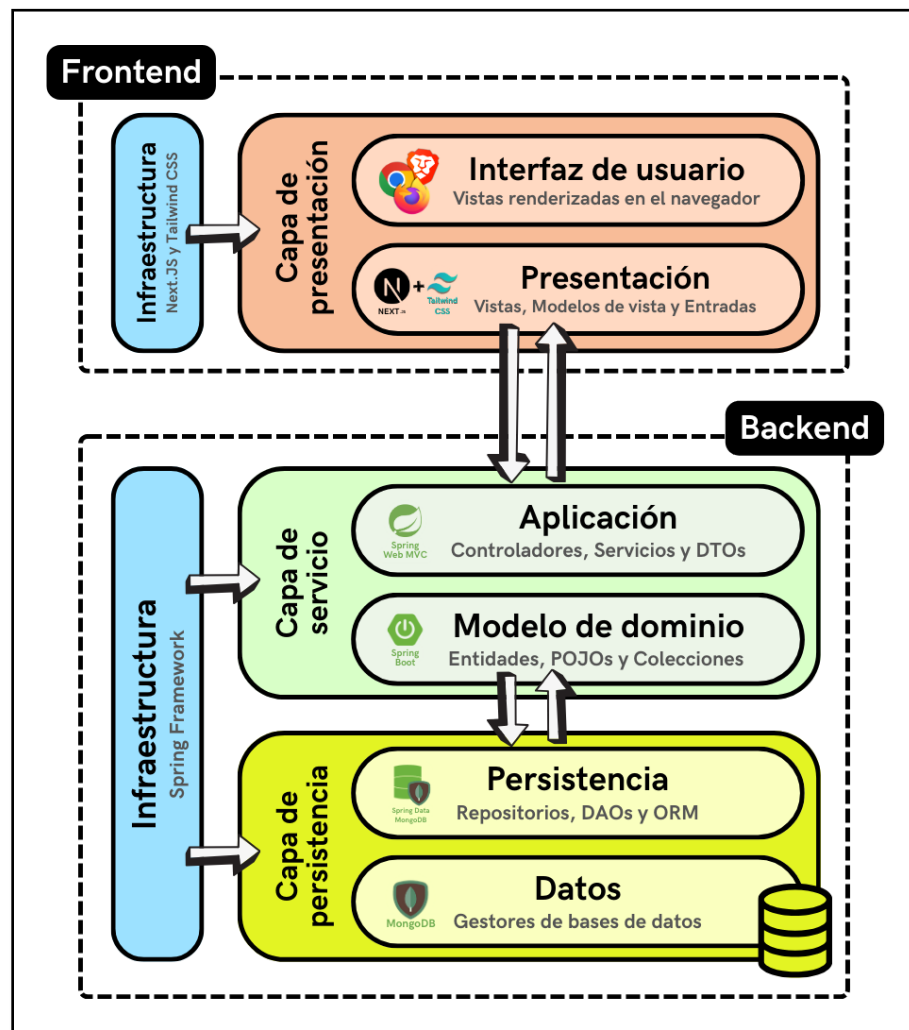
Arquitectura cliente-servidor



**4.2.1.2 Nivel intermedio: Arquitectura por capas.** A un nivel más interno, el sistema se organiza mediante una arquitectura por capas (**Figura 10**) con el objetivo de garantizar una distribución clara de responsabilidades, facilitando el mantenimiento y permitiendo sustituir las tecnologías presentes en cada capa sin afectar el funcionamiento global del sistema. A continuación, se detallan las responsabilidades de cada capa, las tecnologías seleccionadas y sus correspondientes justificaciones.

**Figura 10**

Arquitectura por capas definida para el sistema



*Capa de presentación.* Con la finalidad de ofrecer una interfaz de usuario moderna y optimizada, se optó por el uso del framework Next.js, basado en React y ampliamente utilizado para el desarrollo de Single Page Applications (SPA). Esta elección no es arbitraria, ya que este incorpora configuraciones y funcionalidades avanzadas no disponibles en React por defecto, como la renderización del lado del servidor (SSR) y la generación de sitios estáticos (SSG), lo que mejora significativamente los tiempos de carga iniciales y favorece la indexación en motores de búsqueda (SEO), aspectos fundamentales para la visibilidad del sistema en entornos web.

Por otra parte, la elección del framework Tailwind CSS para el manejo de estilos se fundamenta en la colaboración estrecha con el equipo de diseño; si bien Tailwind ofrece una amplia gama de utilidades prediseñadas que aceleran el desarrollo, su verdadero valor radica en el alto grado de flexibilidad y personalización que brinda, lo cual resulta clave para no limitar la creatividad ni las decisiones visuales del equipo de diseño.

Antes de profundizar en las capas de servicio y persistencia, es crucial comprender los criterios que guiaron la selección de las tecnologías subyacentes en ambas capas. Dada la necesidad de gestionar de manera eficiente y segura los roles, cursos y actividades de aprendizaje, se optó por utilizar Java como lenguaje base, ya que ofrece una base sólida para el diseño de sistemas complejos gracias a su enfoque orientado a objetos, lo que facilita el modelado de las actividades de aprendizaje siguiendo el modelo 4C/ID de manera más natural. Además, su sistema de tipado fuerte contribuye a la detección temprana de errores y su naturaleza compilada maximiza tanto la eficiencia como el rendimiento del sistema.

Complementariamente, se seleccionó el framework Spring para agilizar el desarrollo del sistema, ya que ofrece un ecosistema completo de módulos enfocados en reducir el boilerplate y

permitirnos centrarnos más en la lógica de negocio específica de nuestro sistema. Cabe señalar que, aunque Spring no es el framework más optimizado ni ligero disponible para Java, su amplio ecosistema lo hace más adecuado para nuestros objetivos de crear un sistema mantenible y robusto a largo plazo.

Finalmente, con el objetivo de gestionar las dependencias del proyecto de forma simple y estable, optamos por utilizar Maven, un gestor de dependencias maduro, confiable y con un enfoque de configuración estandarizado. Aunque inicialmente se consideró utilizar Gradle, debido a su mayor velocidad de construcción, construcción incremental mejorada, arquitectura modular flexible y capacidad para usar scripts de construcción, considerando la escala aún reducida del proyecto, concluimos que estas optimizaciones no eran necesarias ni justificaban la complejidad adicional que implicaría afrontar su curva de aprendizaje más pronunciada.

**Capa de servicio.** Esta capa se encarga de manejar las reglas de negocio y la lógica de la aplicación, utilizando diversos módulos de Spring para facilitar su implementación. Uno de los principales módulos utilizados es Spring Web MVC, el cual proporciona un marco ágil para la creación de APIs RESTful, siguiendo el patrón MVC (Modelo-Vista-Controlador), donde los controladores exponen las rutas de la API, los servicios gestionan la lógica de negocio y se comunican con la capa de persistencia.

En cuanto a la seguridad de la aplicación, se integró el módulo Spring Security, el cual permite una gestión integral de roles, permisos y configuraciones de acceso a los endpoints de la API.

Mientras que para la autenticación y gestión de sesiones se implementó el estándar JWT (JSON Web Token), cuya naturaleza stateless que elimina la necesidad de mantener sesiones en el servidor, lo que facilita su integración en arquitecturas distribuidas, y además proporciona mayor seguridad frente a ataques como CSRF (Cross-Site Request Forgery) y XSS (Cross-Site Scripting) en comparación con el enfoque tradicional basado en cookies.

Adicionalmente, para la gestión de notificaciones por correo electrónico se integró el módulo Spring Boot Starter Mail, el cual ofrece autoconfiguración para una integración sencilla con el API de JavaMail, lo que permite implementar de forma ágil y segura el envío de mensajes desde la aplicación.

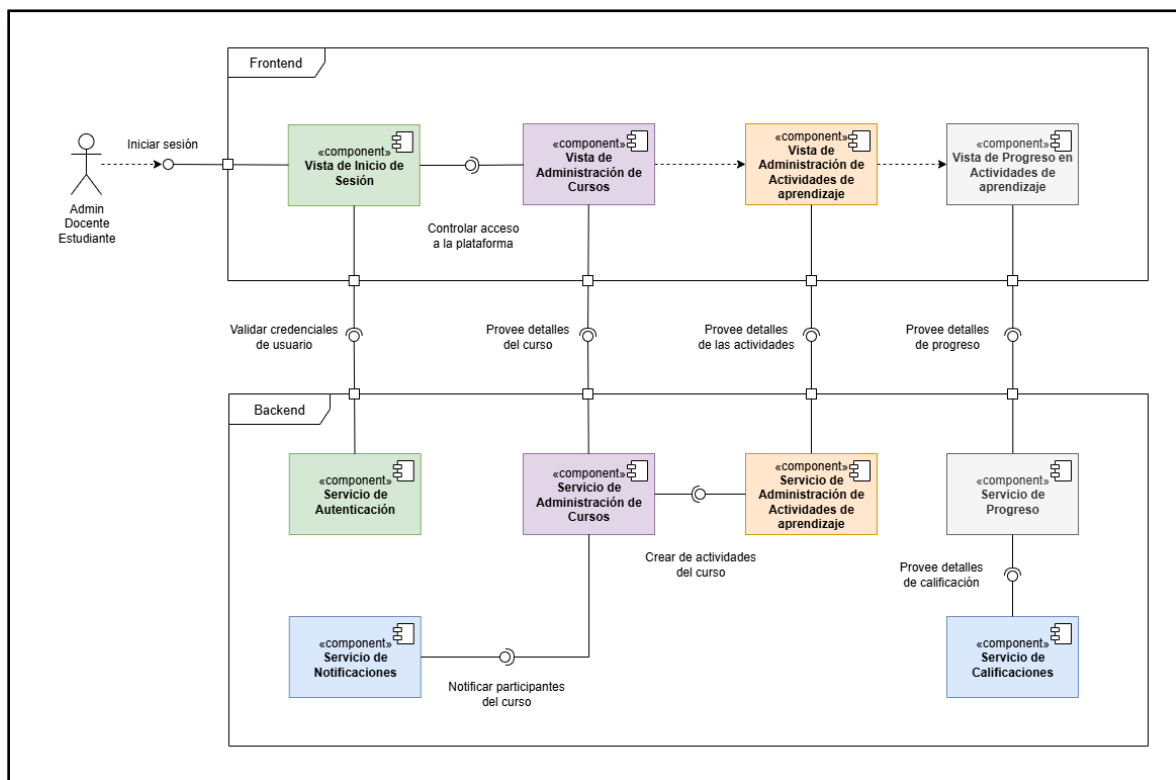
*Capa de persistencia.* Esta capa es responsable de gestionar tanto el acceso como las operaciones de persistencia sobre la base de datos, por lo que se decidió incorporar el módulo Spring Data MongoDB, el cual reduce la cantidad de código mediante anotaciones declarativas y abstrae el mapeo manual de objetos gracias a la tecnología ODM (Object Document Mapping).

Con el propósito de construir un sistema flexible, fácil de mantener y preparado para adaptarse a cambios futuros, optamos por una base de datos NoSQL que permitiera trabajar con datos semiestructurados y ajustables con facilidad a nuevas necesidades, y entre las alternativas disponibles, MongoDB destacó por su robusto sistema de consultas basado en agregación, alto rendimiento operativo y su capacidad de escalar eficientemente.

**4.2.1.3 Nivel interno: Arquitectura por componentes.** En el nivel más interno, el sistema se organiza por componentes débilmente acoplados, cada uno con responsabilidades específicas que se integran de manera cohesiva para dar forma al sistema completo. Esta arquitectura (**Figura 11**) establece una base técnica sólida, que facilita una transición eventual a una arquitectura de microservicios, cuando la plataforma alcance una demanda significativa o requiera un mayor nivel de resiliencia y escalabilidad. A continuación, se detallan las responsabilidades específicas de cada componente dentro de la estructura del sistema.

**Figura 11**

Arquitectura de componentes definida para el sistema



*Distribución por componentes del Backend.*

- **Servicio de autenticación:** Gestiona el acceso al sistema según los distintos roles definidos, mediante el manejo de sesiones, expiración de tokens y validación de permisos.
- **Servicio de administración de cursos:** Administra la creación y edición de cursos, así como la asignación de docentes y estudiantes a los mismos.
- **Servicio de administración de actividades de aprendizaje:** Responsable de la creación y edición de actividades de aprendizaje basadas en el modelo instruccional 4C/ID.
- **Servicio de progreso:** Gestiona el progreso de los estudiantes en las actividades de aprendizaje, registrando elementos completados, resultados obtenidos y el estado general de la actividad.
- **Servicio de calificaciones:** Gestiona los resultados de evaluación de los estudiantes, abarcando el registro de respuestas y la provisión de retroalimentación.
- **Servicio de notificaciones:** Responsable de enviar notificaciones automáticas a estudiantes y docentes sobre asignaciones de nuevos cursos o actividades.

*Distribución por componentes del Frontend.*

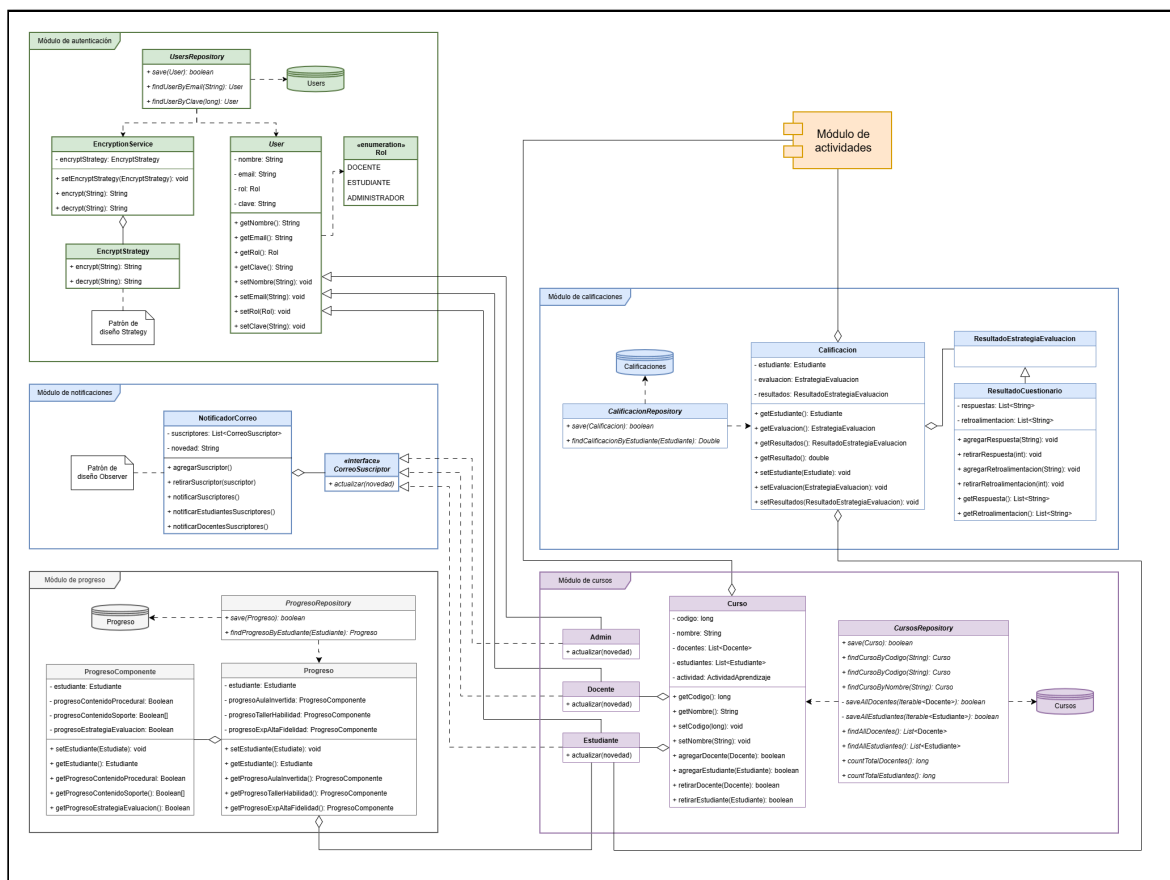
- **Vista de inicio de sesión:** Encargada de gestionar el ingreso al sistema mediante la validación de credenciales.
- **Vista de administración de cursos:** Proporciona una interfaz intuitiva para la creación y administración de cursos, facilitando la asignación de participantes.
- **Vista de administración de actividades de aprendizaje:** Facilita la creación de actividades de aprendizaje mediante un proceso guiado y alineado con los principios del modelo 4C/ID.
- **Vista de progreso en actividades de aprendizaje:** Permite al estudiante visualizar su avance dentro de cada actividad, reforzando su percepción de progreso y manteniéndolo enfocado.



Dada la magnitud del diagrama, se ha optado por desglosarlo en dos figuras; una centrada en los módulos secundarios del sistema (**Figura 13**) y otra enfocada en el módulo de creación de actividades (**Figura 15**).

**Figura 13**

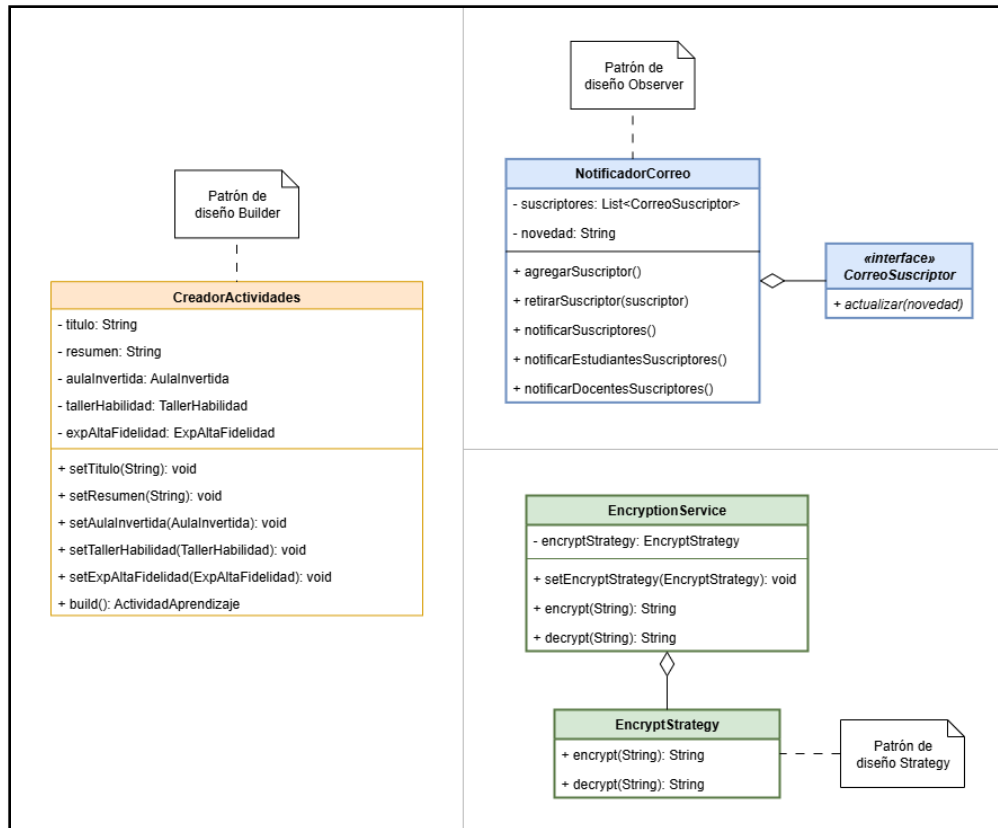
Diagrama de clases centrado en los módulos secundarios del sistema



A continuación, se describen los patrones de diseño incorporados en nuestra solución, los cuales contribuyen a mejorar la mantenibilidad y robustez del sistema. Como se muestra en la **Figura 14**, se identifican tres patrones principales, cada uno enfocado en resolver un problema específico de forma estandarizada.

**Figura 14**

Patrones de diseño presentes en la arquitectura del sistema



### Patrones de diseño implementados en el sistema.

- **Observer:** Patrón de comportamiento que permite definir un mecanismo de suscripción para que múltiples objetos sean notificados automáticamente cuando otro objeto cambia su estado. En nuestro sistema, se utiliza para informar a docentes y estudiantes sobre eventos como la asignación de cursos y actividades.
- **Strategy:** Patrón de comportamiento que permite definir múltiples algoritmos intercambiables a través de una interfaz común. En nuestra solución, se utiliza para abstraer el método de encriptación de contraseñas permitiendo cambiar el algoritmo sin afectar el resto del sistema.

- **Builder:** Patrón creacional que facilita la construcción paso a paso de objetos complejos. En nuestra solución, permite crear actividades de aprendizaje de forma declarativa evitando el uso excesivo de constructores sobrecargados o mal estructurados.

Una vez aclarados los patrones que conforman la lógica subyacente de los módulos secundarios, pasaremos a analizar en profundidad la lógica de negocio del módulo de actividades.

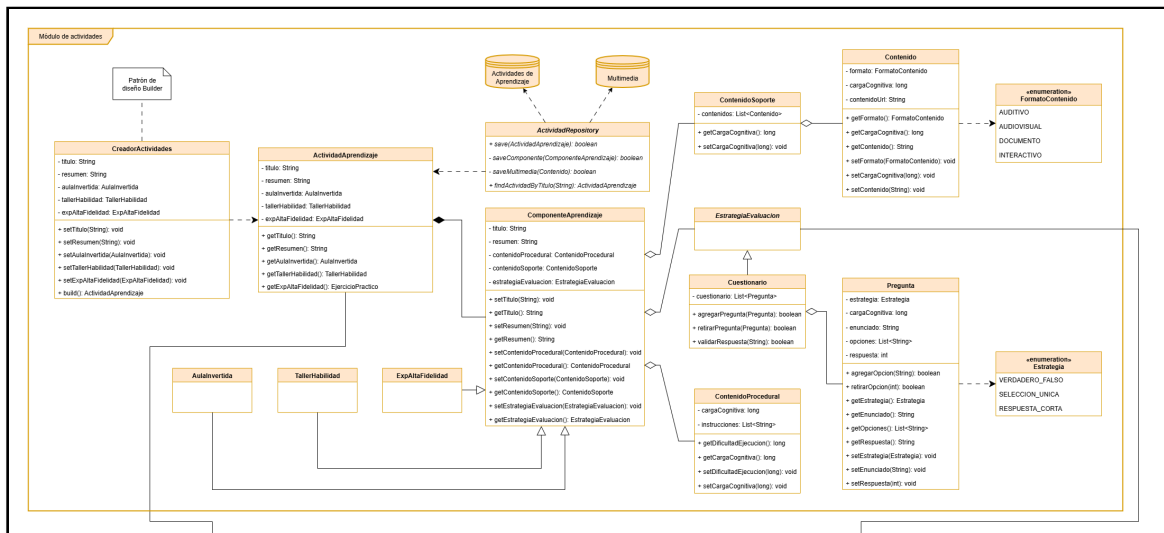
#### ***4.3.2 Modelo de dominio del módulo de actividades***

El módulo de actividades (**Figura 15**) está diseñado con base en los principios del modelo 4C/ID (Four-Component Instructional Design) por lo que tiene como eje central la actividad de aprendizaje, la cual representa una unidad instruccional completa y significativa. Esta unidad se divide en tres momentos pedagógicos secuenciales, diseñados para guiar al estudiante desde la comprensión inicial hasta la aplicación práctica del conocimiento.

Cada uno de estos momentos combina *contenido procedural* centrado en cómo realizar una tarea paso a paso, *contenido de soporte* que brinda fundamentos conceptuales y contextuales de la tarea en cuestión, y una *Estrategia de evaluación* adecuada según el propósito de la etapa.

Figura 15

Diagrama de clases centrado en el módulo de actividades



**Momentos pedagógicos.** A continuación, se detalla cada uno de los momentos pedagógicos anteriormente mencionados.

**Aula Invertida.** Este primer momento tiene como objetivo preparar cognitivamente al estudiante antes del encuentro presencial. En esta etapa se presentan los conceptos clave y los acuerdos de conducta que guiarán la ejecución de la tarea, junto con contenido de soporte que enriquece dicha información mediante fundamentos teóricos, ejemplos ilustrativos y explicaciones que ayudan a contextualizar y consolidar lo aprendido. Sin embargo, es necesario controlar la carga cognitiva a la que está expuesto el estudiante, ya que un exceso de información puede saturarlo y dificultar su comprensión. Para cerrar esta etapa, se incorpora una evaluación inicial que permite al estudiante validar su comprensión antes de continuar.

**Taller de Habilidad.** Esta etapa tiene como objetivo transmitir la experiencia directa del docente sobre la tarea y facilitar el intercambio de ese conocimiento con los estudiantes. Se busca consolidar lo aprendido en la preparación previa, aclarar dudas y aplicar dicho conocimiento en contextos más realistas y significativos mediante recursos como fichas técnicas y protocolos de uso. Durante esta etapa se elimina la restricción sobre la carga cognitiva a la que está expuesto el estudiante, permitiendo un mayor nivel de complejidad en el aprendizaje. Para concluir esta etapa, se aplican cuestionarios orientados a evaluar no solo el material presentado por el docente, sino también los aportes surgidos de sus explicaciones orales y de la interacción desarrollada durante la clase.

**Experiencia de Alta Fidelidad.** Finalmente, en esta etapa el estudiante se enfrenta a la ejecución concreta y contextualizada de la tarea, lo que le permite aplicar de forma autónoma el conocimiento adquirido y consolidado. Para ello se plantea un escenario simulado que replica las condiciones reales donde se aplicará el conocimiento, mediante estrategias como la realidad aumentada que desdibujan la línea entre lo virtual y lo real, permitiendo al estudiante forjar una experiencia auténtica.

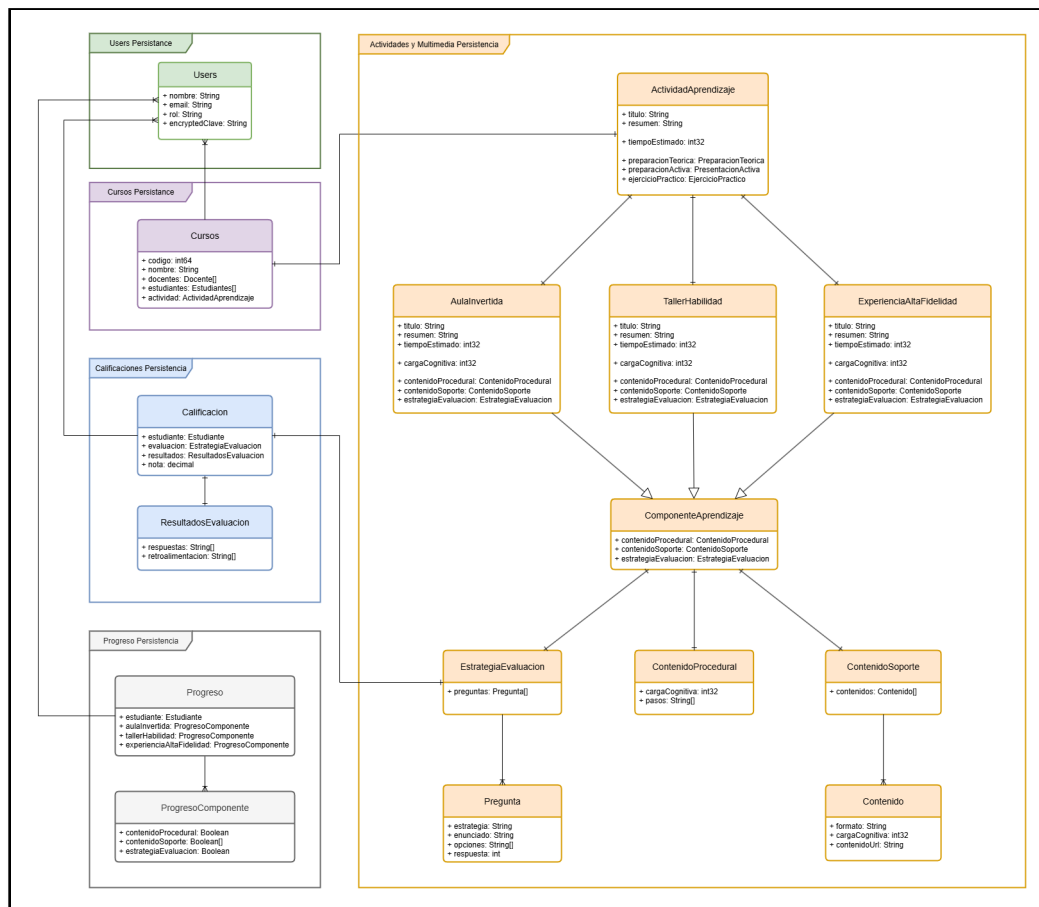
### **4.3.3 Diagrama de base de datos**

A continuación, se presenta un diagrama conceptual (**Figura 16**) que describe cómo se estructura y almacena la información clave en la base de datos. Debido al uso de una tecnología no relacional, se dejó de lado el modelo entidad-relación tradicional y se optó por una representación más coherente con un enfoque documental, en el cual no son necesarios mecanismos relacionales explícitos como claves primarias o foráneas. Este enfoque también nos

permite almacenar la *estrategia de evaluación* de forma flexible, adaptando su estructura según las diferentes implementaciones requeridas.

**Figura 16**

Diagrama conceptual de base de datos



#### 4.4 Validación del prototipo

Con el fin de validar el funcionamiento de la arquitectura modular definida y asegurar que el prototipo cumpliera con los objetivos planteados, se realizaron múltiples pruebas unitarias a nivel de implementación. Estas pruebas permitieron verificar el correcto desempeño de la aplicación, efectuar ajustes de manera constante y garantizar que dichos cambios no afectaran la funcionalidad existente, apoyándose en la retroalimentación proporcionada por el proyecto

“Diseño de una experiencia de realidad extendida como herramienta pedagógica para el acompañamiento de un biomodelo en la enseñanza y práctica del protocolo de atención para hemorragia postparto”, quienes suministraron los diseños necesarios para la implementación de la capa de frontend y validaron continuamente la pertinencia de las funcionalidades de la aplicación con los usuarios.

Para complementar estas pruebas y evaluar el prototipo en condiciones reales, el sistema fue instalado y configurado un servidor institucional<sup>9</sup>, y se realizaron pruebas de extremo a extremo detalladas en la sección **Apéndice C. Plan de pruebas de extremo a extremo**. Estas pruebas permitieron corroborar la pertinencia y funcionalidad del sistema en un entorno real, utilizando como escenario clínico el “Tratamiento de la hemorragia del postparto”, una situación de alta complejidad que requiere intervención rápida y coordinación efectiva para prevenir complicaciones graves en la paciente. Esta temática forma parte de la formación de los estudiantes de medicina en la etapa clínica del octavo semestre, cuando comienzan a enfrentarse a casos obstétricos bajo supervisión, y representa un desafío significativo debido a la necesidad de integrar conocimientos teóricos, habilidades prácticas y toma de decisiones en tiempo crítico.

La prueba contó con la participación de las doctoras Hilda Leonor González Olaya y Adriana Inés González Quitián, profesoras de la Escuela de Medicina y especialistas en obstetricia, quienes aportaron su experiencia para validar la exactitud clínica y la relevancia educativa del prototipo. Asimismo, participaron cuatro estudiantes de octavo semestre con menos de un año de experiencia clínica en obstetricia, quienes interactuaron con los recursos del prototipo.

---

<sup>9</sup> Disponible en la url: <https://sima.uis.edu.co/>

El caso clínico evaluado se evidencia en las capturas de pantalla presentadas en la sección **Apéndice B. Interfaz de usuario y diseño visual del prototipo** de este documento. La validación incluyó la interacción con diversos recursos educativos y una experiencia de realidad extendida accesible desde navegador, desarrollada en el marco del proyecto “Desarrollo de una aplicación de realidad mixta para la simulación del entrenamiento de internos de medicina en atención de hemorragia postparto”, contribuyendo significativamente a que los estudiantes comprendan y practiquen la gestión de esta emergencia clínica de manera más segura y didáctica.

Por otra parte, el sistema también fue sometido a pruebas de rendimiento, descritas en detalle en el **Apéndice A. Pruebas de rendimiento del sistema** con objetivo de evaluar su desempeño de manera integral. Los resultados evidenciaron que la plataforma es robusta, escalable, confiable y capaz de operar eficientemente en condiciones reales, manteniendo tiempos de respuesta consistentes y sin errores, incluso bajo altos volúmenes de solicitudes y sesiones prolongadas.

### 3. Conclusiones

El desarrollo de este proyecto permitió la creación de un prototipo web para la generación de escenarios de realidad extendida, fundamentado en el modelo 4C/ID, dirigido a los estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad Industrial de Santander. Este prototipo cumple con las expectativas y objetivos planteados inicialmente, proporcionando una herramienta funcional que facilita la creación y visualización de experiencias de aprendizaje inmersivas para el entrenamiento en procedimientos médicos.

De forma más específica, se logró diseñar un sistema que permite la recolección estructurada de información pedagógica conforme al modelo 4C/ID, facilitando así la definición y planificación de experiencias de aprendizaje, el cual está soportado por una arquitectura de software modular que estructura de manera eficiente el contenido de las experiencias educativas y garantiza flexibilidad para futuras ampliaciones e integración de nuevas tecnologías, siendo esta arquitectura validada mediante la aplicación del escenario clínico “Tratamiento de la hemorragia postparto”, lo que confirma su pertinencia y funcionalidad en un contexto real de aprendizaje médico.

Adicionalmente, el desarrollo de este proyecto fortaleció habilidades blandas esenciales, como el trabajo en equipo, la planificación, la comunicación efectiva y la gestión de retroalimentación, las cuales fueron clave para coordinar el diseño, desarrollo y evaluación del prototipo.

En conjunto, este proyecto demuestra que la combinación de una metodología ágil, como el prototipado evolutivo, que permite iterar sobre las funcionalidades a medida que se construye el prototipo, junto con un enfoque pedagógico como el que plantea el modelo 4C/ID, puede generar herramientas educativas altamente efectivas, potenciando tanto el aprendizaje teórico-práctico de los estudiantes como su preparación para situaciones clínicas reales, lo que a su vez establece una base sólida para futuras mejoras y la integración de tecnologías emergentes en la Universidad Industrial de Santander.

#### **4. Recomendaciones**

Para futuras versiones, se propone evolucionar el prototipo hacia un sistema LMS más completo, incorporando funcionalidades adicionales propias de otros sistemas, como foros, herramientas de colaboración e integración con plataformas de videoconferencia, entre otras.

Se recomienda explorar el uso de OpenXR para la experiencia de realidad extendida, de manera que la versión en navegador mediante WebXR conserve la mayor parte de las funcionalidades disponibles en lentes de realidad extendida.

Finalmente, resulta fundamental evaluar y aplicar las sugerencias recibidas por las doctoras Hilda González y Adriana González, así como de los estudiantes, permitiendo que el prototipo evolucione gradualmente mediante mejoras y actualizaciones que garanticen una experiencia de usuario más completa, intuitiva y efectiva.

### Referencias Bibliográficas

- Artiness Reality. (2023). *Artiness Reality*. <https://www.artinessreality.com/en/home-eng/>
- Cabero, J., Barroso, J., & Llorente, C. (2019). *La realidad aumentada en la enseñanza universitaria*. REDU. Revista de Docencia Universitaria, 17(1), 105–118. <https://doi.org/10.4995/redu.2019.12>
- Csikszentmihályi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. Harper & Row.
- Einloft, J., Meyer, H. L., Bedenbender, S., Morgenschweis, M. L., Ganser, A., Russ, P., Hirsch, M. C., & Grgic, I. (2024). Immersive medical training: A comprehensive longitudinal study of extended reality in emergency scenarios for large student groups. *BMC Medical Education*, 24(1), 978. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05957-3>
- Elbert, M. J. P., Mendoza, B. M. Z., Aguirre, K. A. M., & Cárdenas, M. V. (2023). *Realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida en la educación*. RECIMUNDO, 7(2), 74-88. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.74-88](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.74-88)
- GigXR. (2023). *GigXR*. <https://www.gigxr.com/>
- Kirschner, P. A., & Van Merriënboer, J. J. G. (2008). *Ten steps to complex learning: A new approach to instruction and instructional design*. In T. L. Good (Ed.), *21st century education: A reference handbook* (pp. 244-253). SAGE Publications.
- Leguízamo, A. V. (2009). *Diseño de interfaces de usuario como apoyo a las estrategias de aprendizaje*. Revista Q, 3(6), 10. <https://revistaq.upb.edu.co>
- Lozano Rodríguez, A., Tapia Ruelas, C. S., & Pizá Gutiérrez, R. I. (2021). *Docencia y aprendizaje en ambientes convencionales y no convencionales: Retos y realidades con impacto educativo* (pp. 42-45). CLAVE Editorial.

- OpenXR Working Group. (2022). *OpenXR Specification*.  
<https://www.khronos.org/openxr/>
- PTC. (2023). *Vuforia Expert Capture*. <https://www.ptc.com/es/products/vuforia/vuforia-expert-capture>
- Salas Perea, R. S., & Ardanza Zulueta, P. (1995). *La simulación como método de enseñanza y aprendizaje*. *Educación Médica Superior*, 9(1), 3-4.  
[https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21411995000100002&lng=es&tlng=es](https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21411995000100002&lng=es&tlng=es)
- Unity. (2023). *Realidad Extendida (XR)*. <https://unity.com/es/solutions/extended-reality>
- WebXR Device API Community Group. (2022). *WebXR Device API Specification*.  
<https://immersive-web.github.io/webxr/>
- Zambrano-Ramírez, J. (2016). *Aprendizaje complejo en la educación superior ecuatoriana*. *Revista Ciencia Unemi*, 9(21), 158-167.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=582661267014>

## Apéndices

### Apéndice A. Pruebas de rendimiento del sistema

#### Prueba de carga

El objetivo de esta prueba fue evaluar el comportamiento del sistema en los principales endpoints de la plataforma (Login, Consulta de Cursos, Creación de Curso y Carga de Contenido Multimedia), verificando que mantenga estabilidad y tiempos de respuesta aceptables frente a múltiples usuarios concurrentes.

#### Escenario de prueba:

- Usuarios virtuales: 100.
- Tiempo de incremento de carga: 5 segundos.
- Iteraciones por usuario: 1.

**Tabla 30**

Resultados de la prueba de carga y rendimiento

Solicitud HTTP	Muestras	Promedio [ms]	Mínimo [ms]	Máximo [ms]	Desviación estándar [ms]	Errores [%]	Throughput [req/s]	Recibido [KB/s]	Enviado [KB/s]
Login	100	809	132	1,774	374.36	0	16.5	9.87	4.41
GET Courses	100	274	45	982	154.66	0	16.4	191.43	5.15
POST Course	100	79	14	252	54.4	0	16.8	18.84	24.6
POST Multimedia	100	290	109	509	92.83	0	16.1	6.89	12,748.6
<b>Total</b>	400	363	14	1,774	242.11	0	59.7	226.5	12,782.7

En conclusión, la prueba de carga evidenció que el sistema mantiene un desempeño estable y eficiente bajo 100 usuarios concurrentes, con tiempos de respuesta inferiores a 5 segundos y sin

errores, lo cual demuestra que la plataforma está preparada para soportar la concurrencia esperada y a su vez procesar solicitudes de alto volumen de datos de manera confiable en el caso de Carga de Contenido Multimedia.

### Prueba de concurrencia

El objetivo de esta prueba fue verificar la capacidad del sistema para gestionar de manera eficiente múltiples usuarios concurrentes, garantizando la estabilidad y escalabilidad del sistema frente a un incremento progresivo de la carga.

#### Escenario de prueba:

- Los usuarios aumentan gradualmente de 0 a 100 en 30 minutos.
- Una vez alcanzado el máximo, se sostiene la concurrencia por 5 minutos.
- Duración total: 35 minutos.

### Tabla 31

Resultados de la prueba de concurrencia

Solicitudes totales	Tiempo promedio [ms]	Mediana [ms]	P95 [ms]	Mínimo [ms]	Máximo [ms]	Errores [%]	Throughput [req/s]	Recibido [KB/s]	Enviado [KB/s]
91,745	1,308	1,256	2,582	114	3,856	0	43.8	26.37	11.77

En conclusión, la prueba de concurrencia confirmó la robustez y escalabilidad del sistema, al procesar más de 91 mil solicitudes sin errores con un throughput constante de 43.8 [req/s]. Asimismo, los tiempos máximos de respuesta alcanzaron 3,856 [ms], manteniéndose dentro del umbral de 5 segundos establecido en los requerimientos no funcionales.

### Prueba de resistencia

El objetivo de esta prueba fue evaluar la estabilidad del sistema a largo plazo, analizando el consumo de recursos del servidor (memoria, CPU y conexiones abiertas) y detectando posibles fugas de memoria, degradación progresiva o acumulación de errores.

#### Escenario de prueba:

- Usuarios virtuales: 30.
- Tiempo de incremento de carga: 10 segundos.
- Iteraciones por usuario: infinitas.
- Duración: 1 hora
- Sesión persistente por usuario: habilitada.

**Tabla 32**

Resultados de la prueba de resistencia

Solicitudes totales	Tiempo promedio [ms]	Mediana [ms]	P95 [ms]	Mínimo [ms]	Máximo [ms]	Errores [%]	Throughput [req/s]	Recibido [KB/s]	Enviado [KB/s]
176,126	612	600	826	79	1,370	0	48.9	29.43	13.14

En conclusión, la prueba de resistencia mostró que el sistema se mantuvo estable y sin errores durante una hora con 30 usuarios concurrentes. Los tiempos de respuesta fueron consistentes, alrededor de 600 [ms] y el throughput alcanzó 48.9 [req/s], sin evidenciar degradación progresiva. En conclusión, el sistema demostró un desempeño confiable bajo carga sostenida.

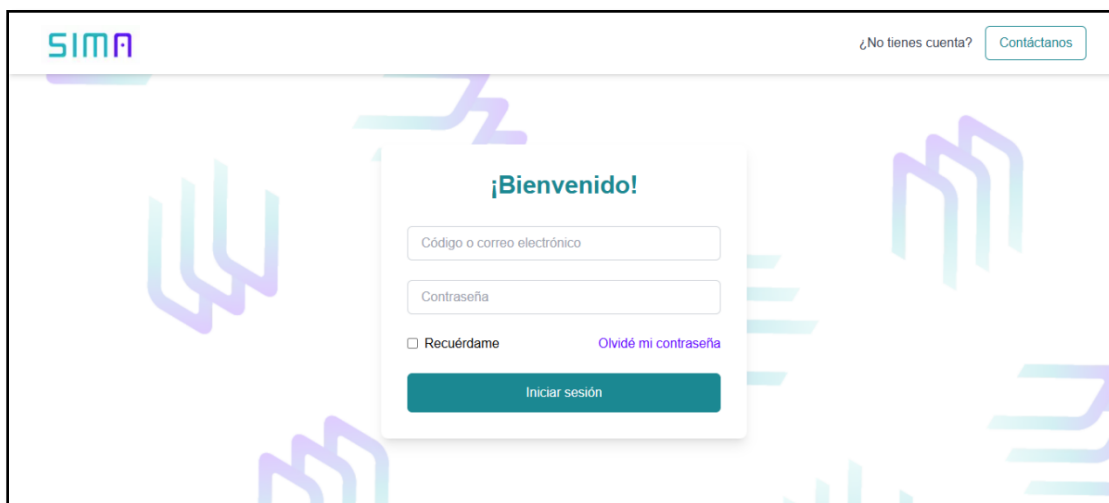
## Apéndice B. Interfaz de usuario y diseño visual del prototipo

A continuación, se presentan capturas de pantalla (**Figuras 17 a 68**) del primer prototipo web desarrollado, el cual constituye el producto mínimo viable resultante del planteamiento descrito en este documento.

Si bien es comprensible que este primer prototipo pueda compararse superficialmente con un LMS tradicional y transmitir una imagen de menor complejidad, es importante aclarar que no pretende ser una simple replicación de sistemas LMS que no aportan novedad ni innovación. Por el contrario, en lugar de limitarse a reproducir las funciones típicas de estas plataformas, se ha optado por un diseño mucho más intuitivo y guiado para la creación de experiencias, incorporando además escenarios de realidad extendida accesibles desde el navegador. Esta combinación permite ofrecer entornos inmersivos que enriquecen y transforman el aprendizaje teórico-práctico de los estudiantes de la Escuela de Medicina de la Universidad Industrial de Santander, generando un valor que supera ampliamente al de las plataformas LMS convencionales.

### Figura 17

Interfaz de inicio de sesión

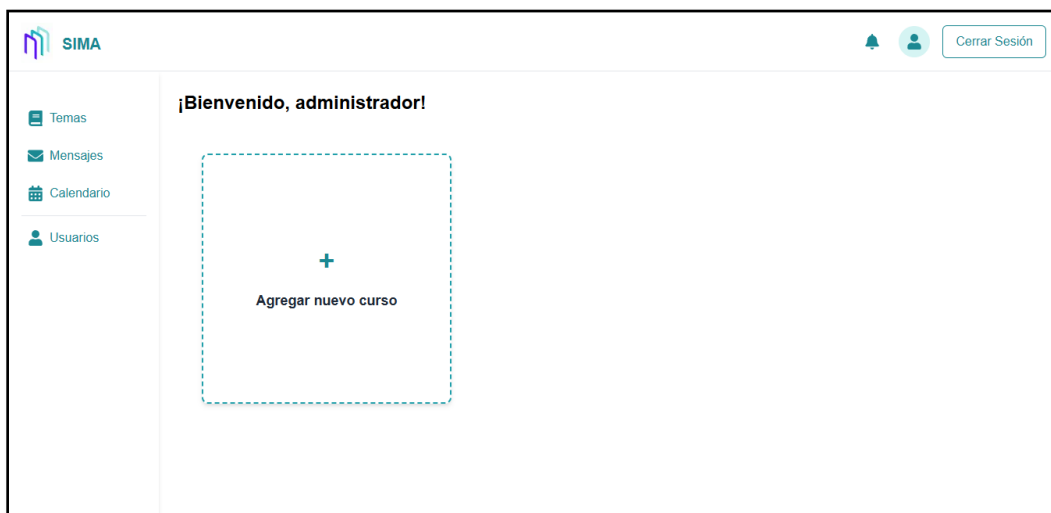


## Interfaces específicas para el rol de administrador

Las interfaces que se presentan a continuación (**Figuras 18 a 24**) corresponden a las funcionalidades previamente definidas para el administrador, entre las que se incluyen la creación de cursos, la gestión de usuarios y la incorporación de integrantes a los cursos.

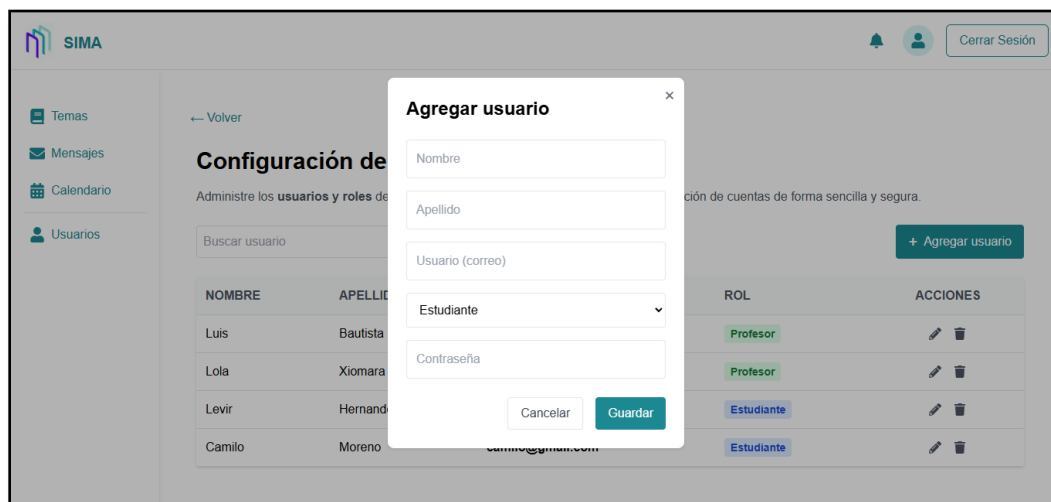
### Figura 18

Interfaz de home de administrador



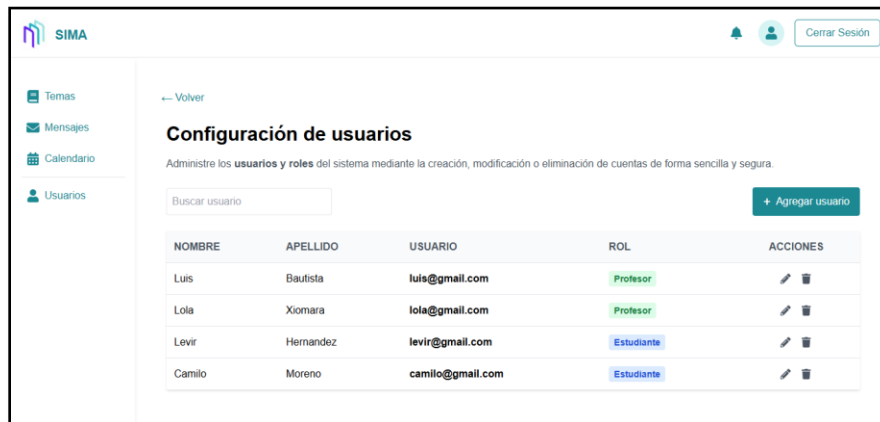
### Figura 19

Interfaz de creación de usuarios

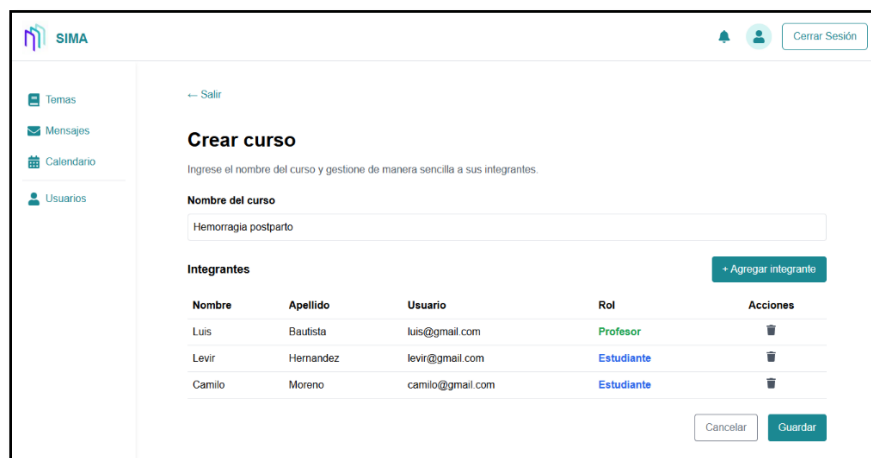


**Figura 20**

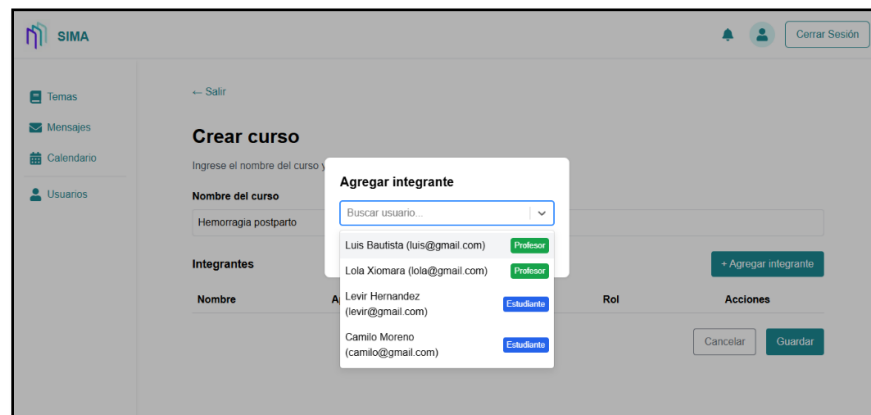
Interfaz de gestión de usuarios

**Figura 21**

Interfaz de creación de cursos de administrador

**Figura 22**

Interfaz de asignación de usuarios a cursos

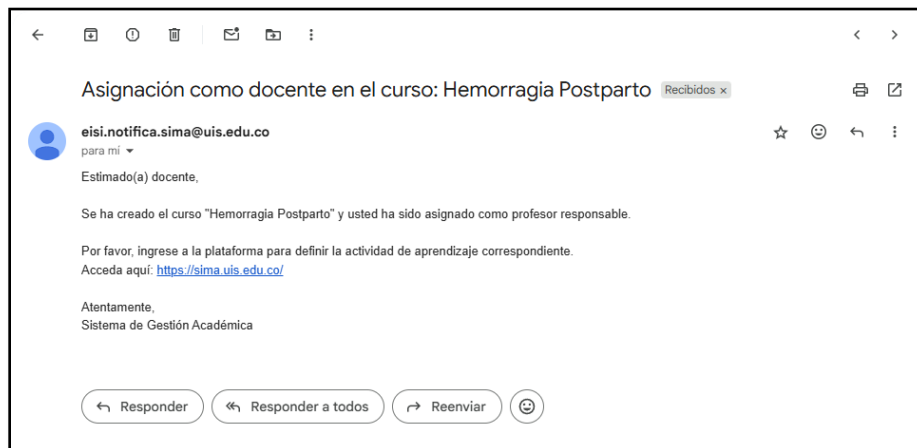


**Figura 23**

Resultado del proceso de creación de curso por el administrador

**Figura 24**

Notificación de creación de curso a docentes asignados

**Interfaces específicas para el rol de docente**

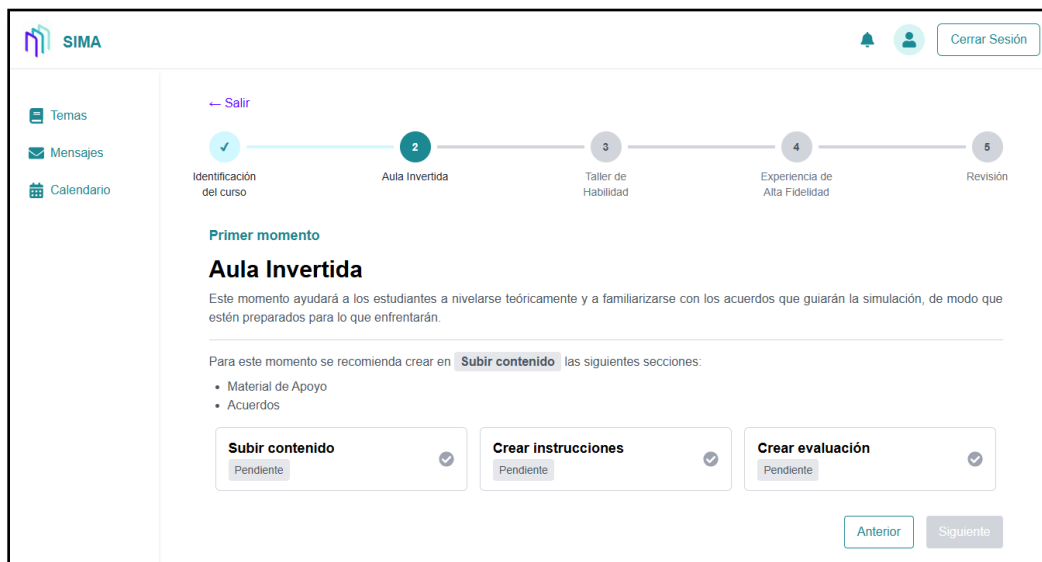
Las interfaces que se presentan a continuación (**Figuras 25 a 51**) corresponden a las funcionalidades previamente definidas para el docente, incluyendo la definición del contenido del curso a través de un proceso guiado, segmentado en tres momentos de aprendizaje, los cuales se estructuran según el modelo 4C/ID.

**Figura 25**

Interfaz de identificación del curso

**Figura 26**

Interfaz del primer momento: Aula Invertida



**Figura 27**

Interfaz de definición de instrucciones de Aula Invertida

**Crear instrucciones**

Nombre de la actividad  
Hemorragia Postparto y Estrategia Código Rojo

Descripción de la actividad  
Actividad introductoria para nivelar conocimientos sobre hemorragia postparto como urgencia obstétrica, revisando conceptos esenciales y familiarizándose con la secuencia de actuación del Código Rojo. Busca activar tus conocimientos previos y prepararte para la simulación clínica.

Tiempo de estudio  
5 min

Paso a paso

1. Revisar la guía clínica para conocer criterios y secuencia del Código Rojo.
2. Analizar la infografía de shock hipovolémico para reconocer signos de gravedad.
3. Visualizar el video tutorial de respuesta inmediata en hemorragia postparto.
4. Reflexionar sobre decisiones iniciales ante un escenario de sangrado obstétrico.
5. Conocer y aceptar los acuerdos de confidencialidad, respeto y seguridad para la simulación.

+ Agregar paso

Cancelar Guardar

**Figura 28**

Interfaz de carga de contenido adicional de Aula Invertida – Sección de Material de Apoyo

**Subir Contenido**

**Material de Apoyo**

**Guía Clínica para el Manejo de Hemorragia Postparto - Estrategia Código Rojo**  
Documento en PDF con lineamientos actualizados (OPS 2024, FIGO 2022) que detalla la identificación, activación y ejecución del protocolo Código Rojo en hemorragia postparto. Incluye diagramas de flujo, criterios clínicos y pautas de intervención paso a paso.  
Tiempo estimado: 30 min  
Descargar Documento

**Infografía - Clasificación del Shock Hipovolémico en Obstetricia**  
Imagen de alta calidad que ilustra los grados de shock hipovolémico aplicados a hemorragia postparto, con parámetros clínicos, signos vitales y consideraciones terapéuticas.  
Tiempo estimado: 10 min

**Video Tutorial - Respuesta Inmediata en Emergencia Obstétrica por Hemorragia Postparto**  
Video educativo que muestra, en tiempo real y con simulación clínica, la secuencia de actuación frente a una hemorragia postparto. Incluye recomendaciones de priorización, comunicación efectiva y maniobras iniciales.  
Tiempo estimado: 15 min

+ Agregar Contenido

**Figura 29**

Interfaz de carga de contenido adicional de Aula Invertida – Sección de Acuerdos

**Acuerdos**

**Acuerdo de Confidencialidad**  
Documento que establece el compromiso de mantener en reserva la información, acciones y comentarios surgidos durante el escenario de simulación clínica, garantizando un ambiente seguro de aprendizaje.  
Tiempo estimado: 5 min

Acuerdo de Confidencialidad  
Descargar Documento

Editar Eliminar

Título del contenido  
Acuerdo de Respeto Mutuo

Descripción del contenido  
Compromiso entre los participantes para mantener un trato digno, comunicación abierta y colaboración durante la simulación, favoreciendo un ambiente de aprendizaje constructivo.

Tiempo de estudio  
5 min

Click para cargar archivo

Previsualizar Eliminar

**Acuerdo de Bienestar y Seguridad**  
Compromiso de proteger la integridad física y emocional de los participantes durante la simulación, promoviendo un entorno seguro, libre de riesgos y orientado al aprendizaje.  
Tiempo estimado: 5 min

Acuerdo de Bienestar y Seguridad  
Descargar Documento

Editar Eliminar

+ Agregar Contenido

+ Agregar Sección Omitir Contenido

Cancelar Guardar

**Figura 30**

Interfaz de creación de evaluación de Aula Invertida

The screenshot displays the 'Crear Evaluación' (Create Evaluation) interface in the SIMA system. The interface is organized into a sidebar on the left and a main content area. The sidebar includes navigation options: 'Tomas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The main content area is titled 'Crear Evaluación' and features a 'Salir' button. Below the title, there are five question cards, each with a unique question and associated options.

**Pregunta 1:** 'La atonía uterina es la causa más frecuente de hemorragia postparto.' (True/False). The 'Verdadero' (True) option is selected. The study time is set to 1 minute.

**Pregunta 2:** '¿Qué volumen de sangrado define hemorragia postparto tras parto vaginal?' (Selection of 3). The options are:  $\geq 300$  ml,  $\geq 500$  ml (selected), and  $\geq 1000$  ml. The study time is set to 1 minute.

**Pregunta 3:** '¿Cuál es el primer paso ante sospecha de hemorragia postparto?' (Open response). The correct answer is 'Masaje uterino bimanual'. The study time is set to 2 minutes.

**Pregunta 4:** '¿Qué fármaco uterotónico se usa como primera línea?' (Selection of 3). The options are: Oxitocina (selected), Misoprostol, and Ergometrina. The study time is set to 2 minutes.

**Pregunta 5:** 'La taquicardia puede ser un signo clínico temprano de shock hipovolémico.' (True/False). The 'Verdadero' (True) option is selected. The study time is set to 2 minutes.

At the bottom of the interface, there are buttons for '+ Agregar pregunta', 'Omitir evaluación', 'Cancelar', and 'Guardar'.

**Figura 31**

Resultado tras proporcionar todo el contenido del momento Aula Invertida

The screenshot shows the SIMA interface. On the left, there is a sidebar with 'Temas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The main content area features a progress bar with five steps: 1. Identificación del curso (completed), 2. Aula Invertida (active), 3. Taller de Habilidad, 4. Experiencia de Alta Fidelidad, and 5. Revisión. Below the progress bar, the section is titled 'Primer momento' and 'Aula Invertida'. The text explains that this moment helps students level up theoretically and familiarize themselves with the simulation agreements. It recommends creating content for 'Subir contenido', 'Crear instrucciones', and 'Crear evaluación', all of which are marked as 'Completado' (Completed). At the bottom, there are 'Anterior' and 'Siguiente' buttons.

**Figura 32**

Interfaz del primer momento: Taller de Habilidad

The screenshot shows the SIMA interface. On the left, there is a sidebar with 'Temas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The main content area features a progress bar with five steps: 1. Identificación del curso (completed), 2. Aula Invertida (completed), 3. Taller de Habilidad (active), 4. Experiencia de Alta Fidelidad, and 5. Revisión. Below the progress bar, the section is titled 'Segundo momento' and 'Taller de Habilidad'. The text explains that this moment helps students understand the clinical context, necessary information, and resource usage. It recommends creating content for 'Crear instrucciones', 'Subir contenido', and 'Crear evaluación', all of which are marked as 'Pendiente' (Pending). At the bottom, there are 'Anterior' and 'Siguiente' buttons.

**Figura 33**

Interfaz de definición de instrucciones de Taller de Habilidad

The screenshot shows the SIMA application interface for creating instructions. The top left corner features the SIMA logo and a sidebar with navigation icons for 'Temas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The top right corner has a notification bell, a user profile icon, and a 'Cerrar Sesión' button. The main content area is titled 'Crear instrucciones' and includes a back arrow labeled '← Salir'. The form contains the following sections:

- Objetivo de la actividad:** A text input field containing 'Contextualización y Preparación para el Acto Simulado - Código Rojo en Hemorragia Postparto'.
- Descripción de la actividad:** A text area containing the text: 'En esta actividad en clase se presentará un caso clínico realista de hemorragia postparto. Se revisarán los antecedentes, signos vitales y evolución inicial, con el fin de establecer el contexto y los objetivos del acto simulado. El enfoque estará en identificar las prioridades, roles del equipo y criterios para la activación del Código Rojo.'
- Tiempo de estudio:** A control with a minus button, '5 min', and a plus button.
- Paso a paso:** A list of seven steps, each in a text input field with a trash icon to its right:
  1. Evaluar rápidamente a la paciente verificando signos vitales y características del sangrado.
  2. Activar el Código Rojo si se cumplen los criterios y coordinar recursos necesarios.
  3. Estimar el volumen de sangrado y comunicar los hallazgos al equipo.
  4. Iniciar medidas inmediatas de soporte vital y hemostasia según protocolos.
  5. Asignar y coordinar roles dentro del equipo con comunicación clara.
  6. Monitorear continuamente la evolución de la paciente y ajustar intervenciones.
  7. Documentar todas las acciones realizadas y participar en el debriefing final.

At the bottom of the form, there is a '+ Agregar paso' button, a 'Cancelar' button, and a 'Guardar' button.

Figura 34

Interfaz de definición de instrucciones de Taller de Habilidad

**SIMA** Cerrar Sesión

Temas Mensajes Calendario

Subir Contenido

**Material de Apoyo**

Título del contenido  
Infografía Clínica - Estimación Visual del Sangrado en Hemorragia Obstétrica

Descripción del contenido  
Imagen de referencia rápida que ilustra volúmenes estimados de sangrado obstétrico, con ejemplos visuales comparativos y parámetros clínicos para guiar la toma de decisiones. Diseñada para mejorar la precisión en la identificación temprana de hemorragias

Click para cargar archivo

Previsualizar Eliminar

Guía Práctica de Actuación Rápida – Código Rojo en Hemorragia Postparto

Documento en PDF con un protocolo de respuesta inmediata para hemorragia postparto, basado en recomendaciones actualizadas de la OMS, OPS y FIGO. Incluye criterios de activación del Código Rojo, algoritmos de manejo, dosis de uterotónicos y pasos secuenciales. Tiempo estimado: 25 min

Click para cargar archivo

Previsualizar Eliminar

+ Agregar Contenido

**Ficha Técnica**

Título del contenido  
Ficha Técnica – Escenario de Hemorragia Postparto

Descripción del contenido  
Documento que resume los objetivos, recursos, roles y competencias a evaluar en el escenario clínico simulado de hemorragia postparto, sirviendo como guía para su planificación y ejecución. Tiempo estimado: 15 min

Click para cargar archivo

Previsualizar Eliminar

+ Agregar Contenido

**Protocolo de Uso del Simulador**

Título del contenido  
Infografía – Manejo de Gafas de Realidad Extendida

Descripción del contenido  
Infografía visual que explica de manera clara y sencilla los pasos para el uso seguro de las gafas de realidad extendida en escenarios de simulación clínica, incluyendo recomendaciones de manipulación, higiene y cuidado del equipo.

Click para cargar archivo

Previsualizar Eliminar

+ Agregar Contenido

+ Agregar Sección Omitir Contenido

Cancelar Guardar

Figura 35

Interfaz de creación de evaluación de Taller de Habilidad

**SIMA** 🔔 👤 Cerrar Sesión

[Temas](#)  
[Mensajes](#)  
[Calendario](#)

[← Salir](#)

### Crear Evaluación

**Pregunta 1** Respuesta abierta 🗑️

¿Qué acción inicial realizas al identificar atonía uterina?

Respuesta correcta  
Masaje uterino bimanual

Tiempo de estudio  
- 2 min +  
Entre 1 y 30 minutos.

**Pregunta 2** Selección (3) 🗑️

¿Qué volumen de sangrado estimado requiere activar inmediatamente el Código Rojo?

Opciones (marca la correcta)

≥ 500 ml  
 ≥ 800 ml  
 ≥ 1000 ml

Tiempo de estudio  
- 1 min +  
Entre 1 y 30 minutos.

**Pregunta 3** Verdadero / Falso 🗑️

El misoprostol puede administrarse tras la oxitocina si persiste el sangrado.

Marca la correcta  
 Verdadero  
 Falso

Tiempo de estudio  
- 2 min +  
Entre 1 y 30 minutos.

**Pregunta 4** Selección (3) 🗑️

¿Qué calibre mínimo de vía venosa debes colocar en una hemorragia postparto severa?

Opciones (marca la correcta)

14G  
 18G  
 20G

Tiempo de estudio  
- 1 min +  
Entre 1 y 30 minutos.

[+ Agregar pregunta](#) [Omitir evaluación](#)

[Cancelar](#) [Guardar](#)

**Figura 36**

Resultado tras proporcionar todo el contenido del momento Taller de Habilidad

**SIMA**

Temas  
Mensajes  
Calendario

← Salir

Identificación del curso ✓  
Aula Invertida ✓  
Taller de Habilidad 3  
Experiencia de Alta Fidelidad 4  
Revisión 5

**Segundo momento**

### Taller de Habilidad

Este momento ayudará a los estudiantes a comprender el contexto del caso clínico, la información necesaria sobre la situación que enfrentarán, las limitaciones de la simulación y el uso adecuado de los recursos.

Para este momento se recomienda crear en **Subir contenido** las siguientes secciones:

- Ficha Técnica
- Protocolo de Uso del Simulador

**Crear instrucciones** ✓  
Completado

**Subir contenido** ✓  
Completado

**Crear evaluación** ✓  
Completado

Anterior **Siguiente**

**Figura 37**

Interfaz del primer momento: Experiencia de Alta Fidelidad

**SIMA**

Temas  
Mensajes  
Calendario

← Salir

Identificación del curso ✓  
Aula Invertida ✓  
Taller de Habilidad ✓  
Experiencia de Alta Fidelidad 4  
Revisión 5

**Tercer momento**

### Experiencia de Alta Fidelidad

Este momento ayudará a los estudiantes a consolidar los conocimientos adquiridos en la simulación, orientándolos sobre qué reflexionar y cómo aprovechar los recursos disponibles para profundizar en su aprendizaje.

Para este momento en **Subir simulación** puedes optar por:

- Subir experiencia de navegador:** permite que los estudiantes repitan la simulación varias veces y se familiaricen de manera natural con el caso clínico.
- Indicar que la simulación será presencial:** los estudiantes podrán revisar las decisiones que tomaron una vez finalizada la actividad.

**Crear instrucciones** ✓  
Pendiente

**Subir simulación** ✓  
Pendiente

**Crear evaluación** ✓  
Pendiente

Anterior **Siguiente**

**Figura 38**

Interfaz de definición de instrucciones de Experiencia de Alta Fidelidad

The screenshot shows the SIMA application interface for creating instructions. The top navigation bar includes the SIMA logo, a notification bell, a user profile icon, and a 'Cerrar Sesión' button. A left sidebar contains 'Temas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The main content area is titled 'Crear instrucciones' and includes a back arrow labeled '← Salir'. The form fields are: 'Objetivo de la actividad' (Reflexión y Consolidación - Código Rojo en Hemorragia Postparto), 'Descripción de la actividad' (Al finalizar la sesión, continúa practicando de forma autónoma con la simulación para reforzar tus habilidades y decisiones clínicas en hemorragia postparto. Este entrenamiento virtual te permitirá repetir escenarios, aplicar el protocolo Código Rojo y optimizar tu tiempo de respuesta en un entorno seguro y controlado.), 'Tiempo de estudio' (5 min), and 'Paso a paso' (4 steps: 1. Acceder al escenario de hemorragia postparto en el simulador de realidad extendida, 2. Reproducir la secuencia de acciones siguiendo el protocolo aprendido, 3. Evaluar el tiempo y la efectividad de cada intervención, 4. Repetir el ejercicio hasta alcanzar una respuesta fluida y eficiente). A '+ Agregar paso' button is at the bottom left of the steps. 'Cancelar' and 'Guardar' buttons are at the bottom right.

**Figura 39**

Interfaz de carga de experiencia de realidad extendida para navegador

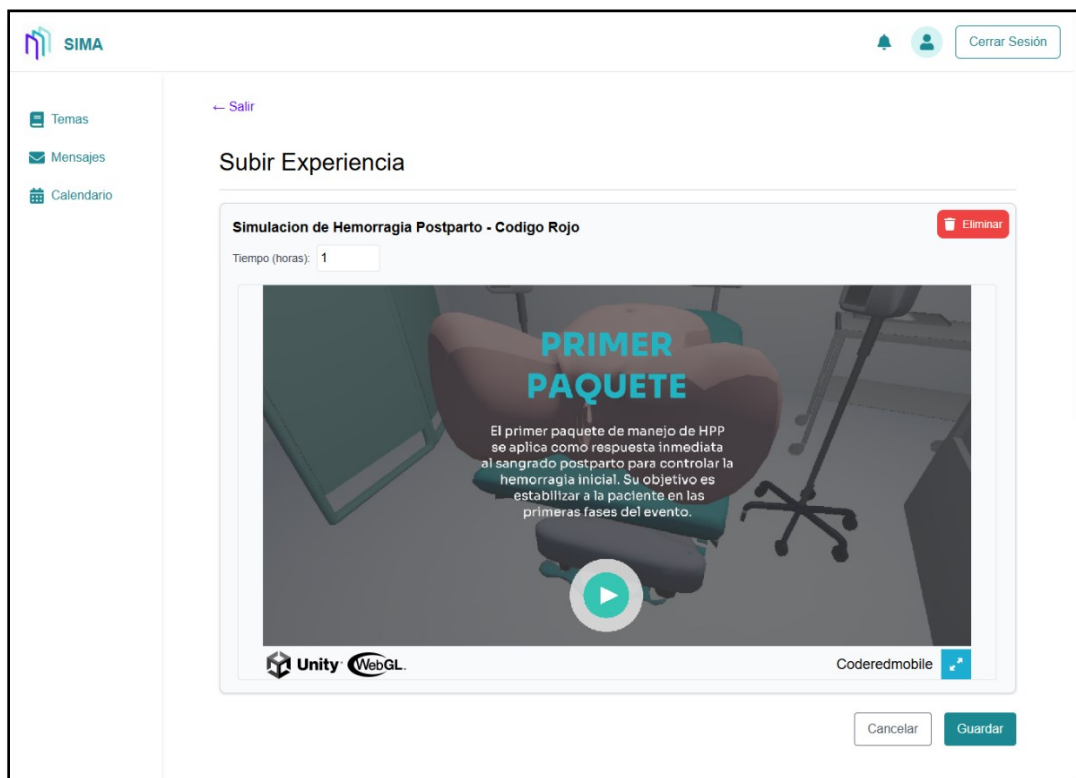
The screenshot shows the SIMA application interface for uploading an experience. The top navigation bar includes the SIMA logo, a notification bell, a user profile icon, and a 'Cerrar Sesión' button. A left sidebar contains 'Temas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The main content area is titled 'Subir Experiencia' and includes a back arrow labeled '← Salir'. A large dashed box contains a cloud upload icon and the text 'Clic para cargar experiencia de navegador ZIP'. Below this is a 'Usar experiencia presencial' button. 'Cancelar' and 'Guardar' buttons are at the bottom right.

**Figura 40**

Resultado de cargar la experiencia de realidad extendida para navegador

**Figura 41**

Previsualización de la experiencia de realidad extendida para navegador<sup>10</sup>



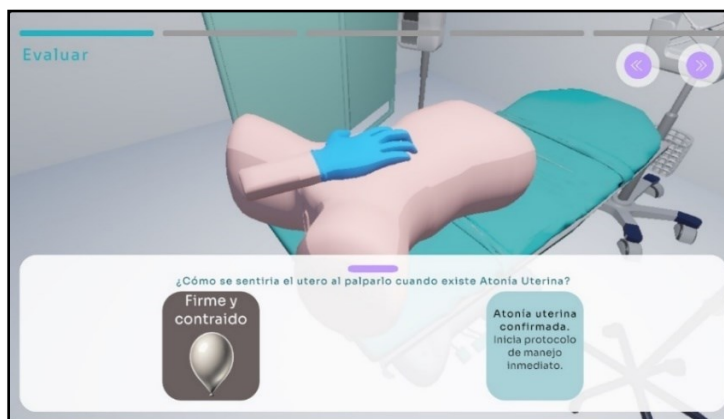
<sup>10</sup> Equipo de estudiantes de ingeniería de sistemas del proyecto “Desarrollo de una aplicación de realidad mixta para la simulación del entrenamiento de internos de medicina en atención de hemorragia postparto”.

**Figura 42**

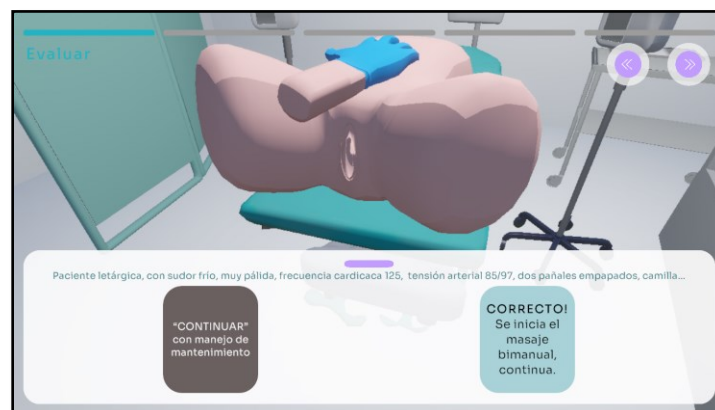
Primer paquete de atención de HPP en pantalla completa - Captura 1

**Figura 43**

Primer paquete de atención de HPP en pantalla completa - Captura 2

**Figura 44**

Primer paquete de atención de HPP en pantalla completa - Captura 3



**Figura 45**

Masaje Bimanual en pantalla completa - Captura 1

**Figura 46**

Masaje Bimanual en pantalla completa - Captura 2

**Figura 47**

Masaje Bimanual en pantalla completa - Captura 3



Figura 48

Interfaz de creación de evaluación de Experiencia de Alta Fidelidad

**SIMA** 🔔 👤 Cerrar Sesión

Temas Mensajes Calendario

← Salir

### Crear Evaluación

**Pregunta 1** Selección (5) 🗑️

¿Qué dispositivo se coloca si los uterotónicos no controlan la hemorragia por atonía uterina?

Opciones (marca la correcta)

Sonda Foley

Balón de Bakri

Clamp de B-Lynch

Pinza de Allis

Catéter central

Tiempo de estudio

– 2 min +

Entre 1 y 30 minutos.

**Pregunta 2** Verdadero / Falso 🗑️

En la atonía uterina, el útero se percibe blando a la palpación.

Marca la correcta

Verdadero

Falso

Tiempo de estudio

– 1 min +

Entre 1 y 30 minutos.

**Pregunta 3** Respuesta abierta 🗑️

¿Qué maniobra inicial realizas para controlar una hemorragia por atonía uterina?

Respuesta correcta

Masaje uterino bimanual

Tiempo de estudio

– 2 min +

Entre 1 y 30 minutos.

**Pregunta 4** Verdadero / Falso 🗑️

Un índice de choque mayor a 0.9 en hemorragia postparto indica riesgo de shock hipovolémico.

Marca la correcta

Verdadero

Falso

Tiempo de estudio

– 1 min +

Entre 1 y 30 minutos.

+ Agregar pregunta Omitir evaluación

Cancelar Guardar

Figura 49

Interfaz resumen del contenido del curso

The screenshot shows the SIMA (Sistema de Información Médica) interface. At the top left is the SIMA logo. On the right, there are notification and user profile icons, and a 'Cerrar Sesión' button. A sidebar on the left contains 'Temas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The main content area features a progress bar with five steps: 'Identificación del curso', 'Aula Invertida', 'Taller de Habilidad', 'Experiencia de Alta Fidelidad', and 'Revisión'. The 'Revisión' step is currently active and highlighted with a '5' in a circle. Below the progress bar is the title 'Revisión del Curso' and a brief instruction to review course information. A large image of a newborn baby is shown with the title 'Hemorragia postparto'. Below this is a 'Resumen' section with a description of the course's purpose. Three summary cards are displayed: 'Aula Invertida' (83 min), 'Taller de Habilidad' (63 min), and 'Experiencia de Alta Fidelidad' (71 min). At the bottom, there is an 'Información del docente' section listing Hilda Leonor and Adriana Ines. Navigation buttons 'Anterior' and 'Finalizar' are at the bottom right.

SIMA

Temas  
Mensajes  
Calendario

← Salir

Identificación del curso ✓ Aula Invertida ✓ Taller de Habilidad ✓ Experiencia de Alta Fidelidad ✓ Revisión 5

### Revisión del Curso

Revisa cuidadosamente toda la información del curso como lo haría un estudiante.  
Asegúrate de que todo esté correcto y cuando lo esté haz clic en **Finalizar** para completar el proceso.

## Hemorragia postparto

### Resumen

En este curso te prepararás para reconocer y manejar la hemorragia postparto utilizando la Estrategia Código Rojo, revisando conceptos clave, protocolos vigentes y escenarios clínicos reales. El objetivo es fortalecer tu capacidad de...  
[Ver más](#)

#### Aula Invertida

Tiempo estimado: 83 min

En este espacio podrás reforzar la parte teórica y conocer los acuerdos que guiarán la simulación, de modo que llegues preparado para la experiencia.

#### Taller de Habilidad

Tiempo estimado: 63 min

Aquí encontrarás información clave sobre el caso clínico, la situación a enfrentar, las limitaciones de la simulación y el uso adecuado de los recursos.

#### Experiencia de Alta Fidelidad

Tiempo estimado: 71 min

En esta sección podrás reflexionar sobre tu experiencia, consolidar lo aprendido y utilizar recursos que te ayudarán a profundizar en los conocimientos adquiridos durante la simulación.

### Información del docente

**Hilda Leonor**  
hilda.leonor@sima.uis.edu.co

**Adriana Ines**  
adriana.ines@sima.uis.edu.co

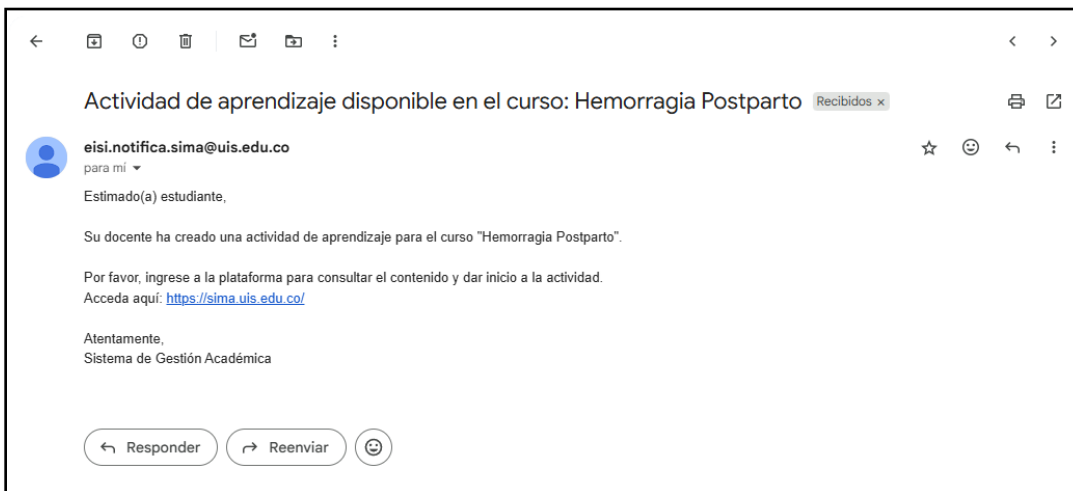
Anterior Finalizar ✓

**Figura 50**

Resultado de la creación de contenido realizada por el docente

**Figura 51**

Notificación de creación de curso a docentes asignados



De manera complementaria, las interfaces presentadas en las **Figuras 52 a 54** ilustran otras funcionalidades asignadas al rol de docente, como la reutilización de contenidos previamente creados y la retroalimentación de los resultados alcanzados por los estudiantes.

**Figura 52**

Interfaz de reutilización de contenido de cursos

SIMA 🔔 👤 Cerrar Sesión

← Volver al curso

### Reutilización de Cursos

Reusando en: Atención Obstétrica Integral

Selecciona el curso del cual deseas reusar contenido

Hemorragia postparto

Selecciona los componentes a reutilizar de cada momento de aprendizaje

**Aula Invertida**

Instrucciones
  Contenido
  Evaluación

**Taller de Habilidades**

Instrucciones
  Contenido
  Evaluación

**Experiencia de Alta Fidelidad**

Instrucciones
  Contenido
  Evaluación

**Figura 53**

Interfaz de retroalimentación de estudiantes – Captura 1

SIMA 🔔 👤 Cerrar Sesión

← Volver al curso

1 2 3  
 Aula Invertida Taller de Habilidades Experiencia de Alta Fidelidad

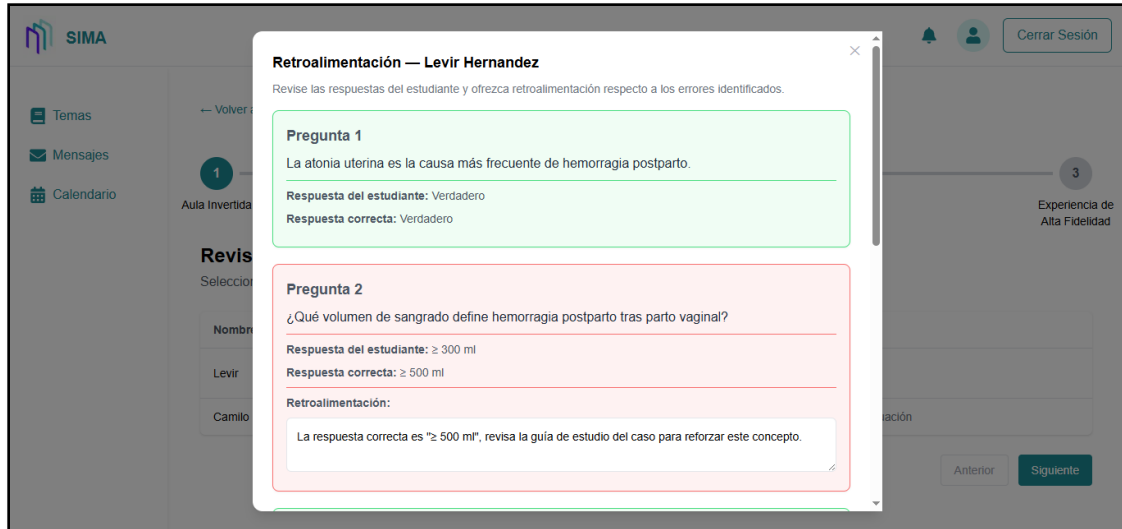
### Revisión — Aula Invertida

Selecciona un estudiante para revisar y agregar retroalimentación.

Nombre	Apellido	Usuario	Acción
Levir	Hernandez	levir@gmail.com	<input type="button" value="Retroalimentar"/> <span style="background-color: #fff9c4; padding: 2px;">⚠️ Incompleto</span>
Camilo	Moreno	camilo@gmail.com	El estudiante aún no ha completado esta evaluación

**Figura 54**

Interfaz de retroalimentación de estudiantes – Captura 2



### Interfaces específicas para el rol de estudiante

Las interfaces que se presentan a continuación (**Figuras 55 a 68**) corresponden a las funcionalidades diseñadas para el estudiante, incluyendo la visualización completa del contenido previamente definido por el docente.

**Figura 55**

Interfaz de home de estudiante



Figura 56

Interfaz resumen del curso para estudiante

The screenshot shows the SIMA course summary page for 'Hemorragia postparto'. The interface includes a sidebar with 'Temas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The main content area features a header image of a woman holding a baby, followed by a 'Resumen' section. Below the summary, there are three activity cards: 'Aula Invertida' (83 min), 'Taller de Habilidad' (63 min), and 'Experiencia de Alta Fidelidad' (71 min). At the bottom, there is an 'Información del docente' section listing Hilda Leonor and Adriana Ines.

Figura 57

Visualización de Instrucciones de Aula Invertida

The screenshot shows the 'Aula Invertida' instructions page for 'Hemorragia postparto'. The page has a header with a 'Volver a detalles del curso' link. Below the header, there is a navigation bar with 'Instrucciones', 'Contenido', and 'Evaluación'. The main content area is titled 'Hemorragia Postparto y Estrategia Código Rojo' and contains an introductory paragraph, a list of five instructions, and a 'Tiempo sugerido de estudio: 5 min' section. A checkbox labeled 'Marcar como completado' is checked.

**Figura 58**

Visualización de Contenidos de Soporte de Aula Invertida

The screenshot displays the SIMA (Sistema de Información Médica) interface. At the top left, the SIMA logo is visible. On the right, there are notification and user profile icons, and a 'Cerrar Sesión' (Logout) button. A sidebar on the left contains navigation options: 'Temas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The main content area features a header image of a newborn baby being held by a woman, with the title 'Hemorragia postparto' overlaid. Below the header, there is a link to 'Volver a detalles del curso' and the section title 'Aula Invertida'. A progress bar at the top of the content area shows three tabs: 'Instrucciones', 'Contenido' (which is active), and 'Evaluación'. The 'Material de Apoyo' section contains a video tutorial titled 'Video Tutorial - Respuesta Inmediata en Emergencia Obstétrica por Hemorragia Postparto'. The video description states it is an educational video showing the sequence of actions in a simulated clinical scenario for postpartum hemorrhage. The video player shows a timestamp of 0:37 / 9:42 and a 'VALORACIÓN DE SIGNOS VITALES' overlay. Below the video, the suggested study time is 15 minutes, and there is a checked checkbox for 'Marcar como completado'. Navigation buttons for 'Anterior' and 'Siguiente' are present, along with a '3 de 3' indicator. The 'Acuerdos' section follows, featuring a 'Acuerdo de Confidencialidad' document. The description explains that the document establishes the commitment to keep information, actions, and comments confidential during the simulation. A 'Descargar Documento' button with a download icon is provided. The suggested study time is 5 minutes, and the 'Marcar como completado' checkbox is also checked. Navigation buttons for 'Anterior' and 'Siguiente' are present, along with a '1 de 3' indicator.

**Figura 59**

Visualización de Evaluación de Aula Invertida – En Progreso

The screenshot displays the SIMA application interface. At the top left is the SIMA logo. On the right, there are notification and user profile icons, and a 'Cerrar Sesión' button. A sidebar on the left contains 'Temas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The main content area features a header image of a woman holding a baby, with the title 'Hemorragia postparto' and a back arrow. Below the header is a 'Volver a detalles del curso' link. The 'Aula Invertida' section has three tabs: 'Instrucciones', 'Contenido', and 'Evaluación'. The 'Evaluación' tab is active, showing three questions:

- Pregunta 1:** La atonía uterina es la causa más frecuente de hemorragia postparto. Options: Verdadero (selected), Falso. Feedback: ¡Correcto!
- Pregunta 2:** ¿Qué volumen de sangrado define hemorragia postparto tras parto vaginal? Options:  $\geq 300$  ml (selected),  $\geq 500$  ml,  $\geq 1000$  ml. Feedback: Incorrecto.
- Pregunta 3:** ¿Cuál es el primer paso ante sospecha de hemorragia postparto? Input field: 'Tu respuesta...'. Button: Corroborar. Time remaining: 01:38.

Below the questions are two locked question cards with the text 'Responde la pregunta actual para continuar'.

**Figura 60**

Visualización de Evaluación de Aula Invertida – Completada

The screenshot shows a web application interface for a medical training course. At the top left is the SIMA logo. A navigation menu on the left includes 'Temas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The top right has a notification bell, a user profile icon, and a 'Cerrar Sesión' button. The main content area features a header image of a woman holding a baby, with the title 'Hemorragia postparto' and a 'Volver a detalles del curso' link. Below this is a tabbed interface with three tabs: 'Instrucciones', 'Contenido', and 'Evaluación'. The 'Evaluación' tab is active, displaying five questions. Questions 1, 3, and 5 are marked as correct, while questions 2 and 4 are marked as incorrect with feedback text. A final summary box at the bottom shows 'Resultado obtenido: 3/5' and 'Nota final: 3'.

**Hemorragia postparto**

← Volver a detalles del curso

**Aula Invertida**

Instrucciones      Contenido      Evaluación

**Pregunta 1**  
La atonía uterina es la causa más frecuente de hemorragia postparto.

Verdadero  
 Falso

✓ ¡Correcto!

**Pregunta 2**  
¿Qué volumen de sangrado define hemorragia postparto tras parto vaginal?

$\geq 300$  ml  
  $\geq 500$  ml  
  $\geq 1000$  ml

✗ Incorrecto.  
Feedback: La respuesta correcta es " $\geq 500$  ml", revisa la guía de estudio del caso para reforzar este concepto.

**Pregunta 3**  
¿Cuál es el primer paso ante sospecha de hemorragia postparto?

Masaje uterino bimanual

✓ ¡Correcto!

**Pregunta 4**  
¿Qué fármaco uterotónico se usa como primera línea?

Oxitocina  
 Misoprostol  
 Ergometrina

✗ Incorrecto.  
Feedback: La respuesta correcta es "Oxitocina", revisa el video en el minuto 3:17 para reforzar este concepto.

**Pregunta 5**  
La taquicardia puede ser un signo clínico temprano de shock hipovolémico.

Verdadero  
 Falso

✓ ¡Correcto!

Resultado obtenido: 3/5  
Nota final: 3

**Figura 61**

Visualización de Instrucciones de Taller de Habilidad



The screenshot displays the SIMA (Simulation Management and Assessment) interface. At the top left is the SIMA logo. On the right, there are notification and user profile icons, and a 'Cerrar Sesión' (Logout) button. A sidebar on the left contains navigation options: 'Temas' (Topics), 'Mensajes' (Messages), and 'Calendario' (Calendar). The main content area features a header image of a newborn baby being held by a woman, with the title 'Hemorragia postparto' and a sub-date '2025-1'. Below the image is a link to 'Volver a detalles del curso'. The 'Taller de Habilidad' (Skill Workshop) section is active, with a progress bar showing 'Instrucciones' (Instructions) as the current step, followed by 'Contenido' (Content) and 'Evaluación' (Evaluation). The instructions are titled 'Contextualización y Preparación para el Acto Simulado - Código Rojo en Hemorragia Postparto'. The text describes a realistic clinical case of postpartum hemorrhage for classroom use, focusing on reviewing history, vital signs, and initial evolution. A 'Ver más' (View more) link is provided. A list of seven numbered instructions follows, detailing the steps from patient evaluation to documentation. At the bottom, it indicates a suggested study time of 5 minutes and a checkbox for 'Marcar como completado' (Mark as completed), which is currently checked.

SIMA

Temas  
Mensajes  
Calendario

Hemorragia postparto  
2025-1

← Volver a detalles del curso

**Taller de Habilidad**

Instrucciones      Contenido      Evaluación

**Contextualización y Preparación para el Acto Simulado - Código Rojo en Hemorragia Postparto**

En esta actividad en clase se presentará un caso clínico realista de hemorragia postparto. Se revisarán los antecedentes, signos vitales y evolución inicial, con el fin de establecer el contexto y los objetivos del acto simulado. El enfoque estará en...

[Ver más](#)

1. Evaluar rápidamente a la paciente verificando signos vitales y características del sangrado.
2. Activar el Código Rojo si se cumplen los criterios y coordinar recursos necesarios.
3. Estimar el volumen de sangrado y comunicar los hallazgos al equipo.
4. Iniciar medidas inmediatas de soporte vital y hemostasia según protocolos.
5. Asignar y coordinar roles dentro del equipo con comunicación clara.
6. Monitorear continuamente la evolución de la paciente y ajustar intervenciones.
7. Documentar todas las acciones realizadas y participar en el debriefing final.

Tiempo sugerido de estudio: 5 min

Marcar como completado

**Figura 62**

Visualización de Contenidos de Soporte de Taller de Habilidad

**SIMA** [Cerrar Sesión]

Temas Mensajes Calendario

## Hemorragia postparto

← Volver a detalles del curso

### Taller de Habilidad

Instrucciones Contenido Evaluación

#### Material de Apoyo

##### Infografía Clínica - Estimación Visual del Sangrado en Hemorragia Obstétrica

Imagen de referencia rápida que ilustra volúmenes estimados de sangrado obstétrico, con ejemplos visuales comparativos y parámetros clínicos para guiar la toma de decisiones. Diseñada para mejorar la precisión en la identificación temprana de hemorragias.

Tiempo sugerido de estudio: 10 min

Marcar como completado

Anterior 1 de 2 Siguiente

#### Ficha Técnica

##### Ficha Técnica – Escenario de Hemorragia Postparto

Documento que resume los objetivos, recursos, roles y competencias a evaluar en el escenario clínico simulado de hemorragia postparto, sirviendo como guía para su planificación y ejecución.

Ficha Técnica – Escenario de Hemorragia Postparto  
Descargar Documento

Tiempo sugerido de estudio: 15 min

Marcar como completado

Anterior 1 de 1 Siguiente

#### Protocolo de Uso del Simulador

##### Infografía – Manejo de Gafas de Realidad Extendida

Infografía visual que explica de manera clara y sencilla los pasos para el uso seguro de las gafas de realidad extendida en escenarios de simulación clínica, incluyendo recomendaciones de manipulación, higiene y cuidado del equipo.

### Las gafas de realidad virtual

Tiempo sugerido de estudio: 2 min

Marcar como completado

Anterior 1 de 1 Siguiente

**Figura 63**

Visualización de Evaluación de Taller de Habilidad – Completada

The screenshot shows a web application interface for a medical training course. At the top left is the SIMA logo. On the right, there are notification and user icons, and a 'Cerrar Sesión' button. A sidebar on the left contains 'Temas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The main content area features a header image of a woman holding a baby, with the title 'Hemorragia postparto' and a sub-link '← Volver a detalles del curso'. Below this is a 'Taller de Habilidad' section with three tabs: 'Instrucciones', 'Contenido', and 'Evaluación'. The 'Evaluación' tab is active, showing four questions. Question 1 asks for the initial action for uterine atony, with 'Masaje uterino bimanual' selected and marked '¡Correcto!'. Question 2 asks for the volume of blood loss requiring a red code, with '≥ 500 ml' selected and marked 'Incorrecto'. Question 3 asks if misoprostol can be administered after oxytocin if bleeding persists, with 'Falso' selected and marked 'Incorrecto'. Question 4 asks for the minimum venous gauge for severe postpartum hemorrhage, with '18G' selected and marked 'Incorrecto'. A final summary box at the bottom indicates 'Resultado obtenido: 1/4' and 'Nota final: 1.3'.

SIMA

Temas  
Mensajes  
Calendario

Hemorragia postparto

← Volver a detalles del curso

Taller de Habilidad

Instrucciones    Contenido    Evaluación

**Pregunta 1**  
¿Qué acción inicial realizas al identificar atonía uterina?  
Masaje uterino bimanual  
¡Correcto!

**Pregunta 2**  
¿Qué volumen de sangrado estimado requiere activar inmediatamente el Código Rojo?  
 ≥ 500 ml  
 ≥ 800 ml  
 ≥ 1000 ml  
Incorrecto.

**Pregunta 3**  
El misoprostol puede administrarse tras la oxitocina si persiste el sangrado.  
 Verdadero  
 Falso  
Incorrecto.

**Pregunta 4**  
¿Qué calibre mínimo de vía venosa debes colocar en una hemorragia postparto severa?  
 14G  
 18G  
 20G  
Incorrecto.

Resultado obtenido: 1/4  
Nota final: 1.3

**Figura 64**

Visualización de Instrucciones de Experiencia de Alta Fidelidad

The screenshot displays the SIMA web application interface. At the top, there is a navigation menu with 'Temas', 'Mensajes', and 'Calendario'. The main content area is titled 'Hemorragia postparto' and features a header image of a woman holding a baby. Below the header, there is a section for 'Experiencia de Alta Fidelidad' with three tabs: 'Instrucciones' (selected), 'Contenido', and 'Evaluación'. The 'Instrucciones' tab contains the following text:

**Reflexión y Consolidación - Código Rojo en Hemorragia Postparto**

Al finalizar la sesión, continúa practicando de forma autónoma con la simulación para reforzar tus habilidades y decisiones clínicas en hemorragia postparto. Este entrenamiento virtual te permitirá repetir escenarios, aplicar el protocolo Código Rojo.

[Ver más](#)

1. Acceder al escenario de hemorragia postparto en el simulador de realidad extendida.
2. Reproducir la secuencia de acciones siguiendo el protocolo aprendido.
3. Evaluar el tiempo y la efectividad de cada intervención.
4. Repetir el ejercicio hasta alcanzar una respuesta fluida y eficiente.

Tiempo sugerido de estudio: 5 min

Marcar como completado

**Figura 65**

Visualización de Simulación de realidad extendida HPP

The screenshot displays the SIMA web application interface, showing the 'Contenido' (Content) section for the 'Experiencia de Alta Fidelidad'. The main content area is titled 'Simulación de Hemorragia Postparto - Código Rojo' and features a 3D simulation of a medical procedure. The simulation shows a person wearing purple gloves performing a procedure on a patient lying on a gynecological examination table. The simulation is titled 'Simulación de Hemorragia Postparto - Código Rojo' and includes a button 'Abrir en nueva ventana'.

Introduce y compacta 1 o 2 compresas. Desde el fondo del saco vaginal hacia el introito. Si hay trauma revisar para realizar sutura.

Unity TecGL Coderedmobile

Tiempo sugerido de estudio: 60 min

Marcar como completado

Anterior 1 de 1 Siguiente

**Figura 66**

Visualización de resultados de Actividad Experiencial Presencial

**SIMA** Cerrar Sesión

Temas  
Mensajes  
Calendario

**Hemorragia postparto**  
2025-1

← Volver a detalles del curso

**Experiencia de Alta Fidelidad**

Instrucciones **Contenido** Evaluación

**Resultados de la Actividad Experiencial Presencial**

Fecha de aplicación: 2025-09-26  
Hora de inicio: 10:32:15  
Tiempo de completado: 3.09 minutos

**Detención de la Hemorragia**

1 / 3

**Decisiones Médicas Tomadas por el Estudiante**

- Realizar masaje uterino
- Administrar oxitocina 10 UI
- Colocar balón de Bakri

**Tiempo empleado en cada sección de la experiencia**

Tiempo [s]

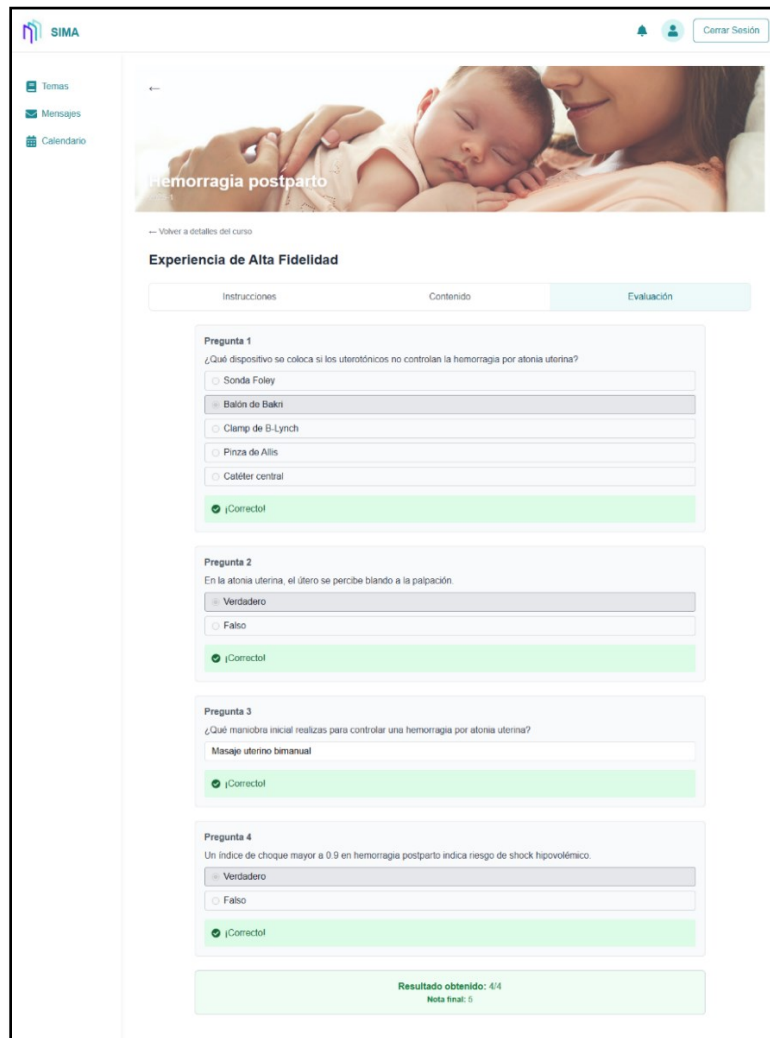
Sección: 7  
Tiempo: 20 s

Sección

Anterior 1 de 1 Siguiente

**Figura 67**

Visualización de Evaluación de Actividad Experiencial – Completada

**Figura 68**

Resultado tras la finalización de la actividad de aprendizaje



### Apéndice C. Plan de pruebas de extremo a extremo

A continuación, se presenta el plan de pruebas de extremo a extremo del sistema, organizado según los tres roles principales: administrador, docente y estudiante. Este plan tiene como objetivo asegurar que los flujos críticos del sistema se ejecuten correctamente, cumpliendo con los requerimientos funcionales y garantizando la integridad y consistencia de los datos. Cada sección describe los flujos principales de cada rol, los objetivos de prueba y las condiciones necesarias para su ejecución, proporcionando una guía clara para la evaluación sistemática de la plataforma y el registro de resultados y observaciones durante las pruebas.

#### Flujo principal - Administrador: Creación de usuarios y asignación a cursos

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el administrador pueda gestionar usuarios y cursos de manera eficiente, asegurando que los datos se almacenen correctamente, que las interfaces respondan adecuadamente y que los procesos de asignación y creación sean consistentes y sin errores.

La planificación completa de este flujo se encuentra registrada en las **Tablas 33 a 35**, donde se detallan los pasos a seguir, los datos requeridos y los aspectos a revisar durante la prueba de extremo a extremo.

**Tabla 33**

Inicio de sesión –Administrador

Nº	Administrador	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de inicio de sesión	-	Verificar interacción y responsividad
2	Ingresa correo electrónico	-	admin@gmail.com	-
3	Ingresa contraseña	-	12345678	-
4	Selecciona Iniciar sesión	Valida las credenciales en la base de datos	-	Verificar mensaje ante credenciales correctas e incorrectas
5	-	Redirige a la página principal del administrador	-	Verificar correcto enrutamiento y visibilidad de los cursos
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 34**

## Crear nuevo usuario

Nº	Administrador	Software	Datos	Revisar
1	Selecciona el menú lateral de Configuración de usuarios	Muestra la interfaz de creación y edición de usuarios	-	Validar que se visualice correctamente el listado con nombre, apellido, correo y rol de cada usuario
2	Selecciona Agregar usuario	Muestra el formulario de registro de usuario	-	Verificar la carga correcta del formulario sin errores
3	Ingresar nombre	-	Levir	-
4	Ingresar apellido	-	Hernandez	-
5	Ingresar correo	-	levir@gmail.com	-
6	Selecciona el rol	-	12345678	-
7	Ingresar la contraseña	-	-	-
8	Selecciona Guardar usuario	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que el nuevo usuario aparezca inmediatamente en la tabla
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 35**

## Crear nuevo curso

Nº	Administrador	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz con todos los cursos actuales del sistema	-	Verificar visualización de los cursos a los que está inscrito
2	Selecciona Añadir nuevo curso	Redirige a la interfaz de creación de nuevo curso	-	Validar que se visualice correctamente el nombre del curso y el listado de estudiantes ya inscritos en el curso
3	Ingresar el nombre del curso	-	Hemorragia Postparto	-
4	Selecciona Agregar integrante	Despliega lista filtrable de usuarios disponibles	-	Verificar el correcto funcionamiento del filtrado de usuarios por nombre, apellido y correo
5	Selecciona Guardar	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Flujos principales - Docente:**

- Creación de actividades de aprendizaje.
- Reutilización de actividades previamente creadas.
- Retroalimentación del desempeño de los estudiantes.

**Objetivo de la prueba:** Comprobar que el docente pueda realizar todas las acciones relacionadas con las actividades de aprendizaje de manera efectiva, garantizando que las actividades se creen correctamente, que puedan reutilizarse sin pérdida de información y que la retroalimentación a los estudiantes se registre y muestre de forma precisa.

**Flujo del docente: Creación de actividades de aprendizaje**

La planificación detallada de este flujo se presenta en las **Tablas 36 a 47**, donde se describen los pasos a seguir, los datos necesarios y los aspectos a verificar durante la ejecución de la prueba de extremo a extremo.

**Tabla 36****Inicio de sesión – Docente**

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de inicio de sesión	-	Verificar interacción y responsividad
2	Ingresa correo electrónico	-	luis@gmail.com	-
3	Ingresa contraseña	-	12345678	-
4	Selecciona Iniciar sesión	Valida las credenciales en la base de datos	-	Verificar mensaje ante credenciales correctas e incorrectas
5	-	Redirige a la página principal del docente	-	Verificar correcto enrutamiento y visibilidad de los cursos
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 37**

Identificar curso

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz con los cursos asignados	-	Verificar visualización de los cursos asignados
2	Selecciona curso	Redirige al asistente de identificación y creación de actividades	-	Verificar correcto enrutamiento e indicadores de progreso
3	Selecciona el banner y carga una imagen	-	HPP.jpg	Verificar carga del archivo y previsualización
4	Llena descripción del curso	-	Hemorragia Postparto	-
5	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 38**

Crear instrucciones del procedimiento – Aula Invertida

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de creación del momento de aprendizaje	-	Verificar cambio de los indicadores de progreso
2	Selecciona Crear instrucciones	Redirige a la interfaz de creación de instrucciones	-	Verificar navegación y carga correcta de la interfaz
3	Llena el nombre de la actividad	-	Preparación teórica	-
4	Llena la descripción de la actividad	-	Actividad orientada a que los estudiantes se preparen teóricamente	-
5	Selecciona el tiempo de estudio estimado	-	5 minutos	-
6	Agrega pasos a la actividad	-	1. Revisar las guías de estudio 2. Visualizar el video del caso 3. Leer los acuerdos de conducta	Verificar la correcta adición y eliminación de pasos en la actividad
7	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 39**

Subir contenido de soporte – Aula Invertida

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de creación del momento de aprendizaje	-	Verificar cambio de los indicadores de progreso
2	Selecciona Subir contenido	Redirige a la interfaz de adición de contenido de soporte	-	Verificar navegación y carga correcta de la interfaz
3	Selecciona agregar contenido y carga un archivo	-	1. Signos_HPP.jpg 2. Manejo_Inicial.pdf	Verificar la correcta adición y eliminación de contenidos
4	Llena el título del contenido	-	1. Signos y síntomas de hemorragia postparto 2. Guía de manejo de HPP	-
5	Llena la descripción del contenido	-	1. Muestra las medidas iniciales de control de sangrado 2. Explica los protocolos de HPP	-
6	Selecciona el tiempo de estudio estimado	-	1. 10 minutos 2. 25 minutos	-
7	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 40**

Crear evaluación – Aula Invertida

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de creación del momento de aprendizaje	-	Verificar cambio de los indicadores de progreso
2	Selecciona Crear evaluación	Redirige a la interfaz de creación de evaluación	-	Verificar navegación y carga correcta de la interfaz
3	Selecciona agregar pregunta	-	-	Verificar la correcta adición y eliminación de preguntas
4	Llena el enunciado de la pregunta	-	1. ¿Qué es hemorragia postparto? 2. ¿Cuáles son los signos de alarma?	-
5	Llena la respuesta de la pregunta	-	1. Pérdida excesiva de sangre tras el parto. 2. Sangrado abundante, palidez y mareo.	-
6	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 41**

Crear instrucciones del procedimiento – Taller de Habilidad

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de creación del momento de aprendizaje	-	Verificar cambio de los indicadores de progreso
2	Selecciona Crear instrucciones	Redirige a la interfaz de creación de instrucciones	-	Verificar navegación y carga correcta de la interfaz
3	Llena el nombre de la actividad	-	Contextualización del procedimiento	-
4	Llena la descripción de la actividad	-	Actividad orientada a que los estudiantes comprendan el contexto	-
5	Selecciona el tiempo de estudio estimado	-	5 minutos	-
6	Agrega pasos a la actividad	-	1. Analizar el código secuencial existente 2. Revisar la ficha técnica del caso 3. Leer protocolo de uso del simulador.	Verificar la correcta adición y eliminación de pasos en la actividad
7	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 42**

Subir contenido de soporte – Taller de Habilidad

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de creación del momento de aprendizaje	-	Verificar cambio de los indicadores de progreso
2	Selecciona Subir contenido	Redirige a la interfaz de adición de contenido de soporte	-	Verificar navegación y carga correcta de la interfaz
3	Selecciona agregar contenido y carga un archivo	-	1. Ficha técnica del caso.pdf 2. Protocolo de uso del simulador.jpg	Verificar la correcta adición y eliminación de contenidos
4	Llena el título del contenido	-	1. Ficha Técnica HPP 2. Protocolo de uso del simulador	-
5	Llena la descripción del contenido	-	1. Describe el contexto del caso 2. Plasma el protocolo de uso del simulador	-
6	Selecciona el tiempo de estudio estimado	-	1. 20 minutos 2. 10 minutos	-
7	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 43**

Crear evaluación – Taller de Habilidad

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de creación del momento de aprendizaje	-	Verificar cambio de los indicadores de progreso
2	Selecciona Crear evaluación	Redirige a la interfaz de creación de evaluación	-	Verificar navegación y carga correcta de la interfaz
3	Selecciona agregar pregunta	-	-	Verificar la correcta adición y eliminación de preguntas
4	Llena el enunciado de la pregunta	-	1. ¿Qué es la ficha técnica del caso? 2. ¿Cuál es el protocolo de uso del simulador?	-
5	Llena la respuesta de la pregunta	-	1. Documento con variables contextuales del caso. 2. Pasos estandarizados para su correcta manipulación.	-
6	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 44**

Crear instrucciones del procedimiento – Experiencia de Alta Fidelidad

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de creación del momento de aprendizaje	-	Verificar cambio de los indicadores de progreso
2	Selecciona Crear instrucciones	Redirige a la interfaz de creación de instrucciones	-	Verificar navegación y carga correcta de la interfaz
3	Llena el nombre de la actividad	-	Enfoque práctico	-
4	Llena la descripción de la actividad	-	Actividad orientada a la ejecución de la simulación	-
5	Selecciona el tiempo de estudio estimado	-	5 minutos	-
6	Agrega pasos a la actividad	-	1. Revisar los protocolos a aplicar. 2. Corroborar su entendimiento práctico con el simulador 3. Afianzar conocimientos mediante evaluación	Verificar la correcta adición y eliminación de pasos en la actividad
7	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 45**

Subir experiencia de realidad extendida – Experiencia de Alta Fidelidad

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de creación del momento de aprendizaje	-	Verificar cambio de los indicadores de progreso
2	Selecciona Subir experiencia	Redirige a la interfaz de adición de experiencias de realidad extendida	-	Verificar navegación y carga correcta de la interfaz
3	Selecciona Agregar experiencia y carga un archivo	Valida que el archivo tenga el formato de carpetas establecido para su correcta visualización	Simulación de HPP.zip	Verificar la correcta carga y previsualización de la experiencia
6	Selecciona el tiempo de estudio estimado	-	60 minutos	-
7	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 46**

Crear evaluación – Experiencia de Alta Fidelidad

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de creación del momento de aprendizaje	-	Verificar cambio de los indicadores de progreso
2	Selecciona Crear evaluación	Redirige a la interfaz de creación de evaluación	-	Verificar navegación y carga correcta de la interfaz
3	Selecciona agregar pregunta	-	-	Verificar la correcta adición y eliminación de preguntas
4	Llena el enunciado de la pregunta	-	1. ¿Qué indica un útero blando? 2. ¿Para qué se usa el balón de Bakri?	-
5	Llena la respuesta de la pregunta	-	1. Riesgo de hemorragia postparto. 2. Controlar sangrado uterino.	-
6	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 47**

Revisión de actividad creada

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de revisión de la actividad de aprendizaje	-	Verificar que la información mostrada coincida con lo creado
2	Selecciona Finalizar o Volver para corregir información	-	-	-
3	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Flujo del docente: Reutilización de actividades previamente creadas**

La planificación detallada de este flujo se presenta en las **Tablas 48 y 49**, donde se describen los pasos a seguir, los datos necesarios y los aspectos a verificar durante la ejecución de la prueba de extremo a extremo.

**Tabla 48****Inicio de sesión – Docente**

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de inicio de sesión	-	Verificar interacción y responsividad
2	Ingresa correo electrónico	-	luis@gmail.com	-
3	Ingresa contraseña	-	12345678	-
4	Selecciona Iniciar sesión	Valida las credenciales en la base de datos	-	Verificar mensaje ante credenciales correctas e incorrectas
5	-	Redirige a la página principal del docente	-	Verificar correcto enrutamiento y visibilidad de los cursos
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 49****Reutilizar contenido de cursos existentes**

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra interfaz de reutilización de cursos	-	Verificar que la interfaz cargue correctamente y muestre opciones disponibles
2	Selecciona curso a reutilizar	Muestra el listado de cursos disponibles en la plataforma	Atención Obstétrica Integral	Verificar que solo se muestren cursos activos y que exista al menos uno distinto al ya asignado al docente
3	Selecciona los componentes a reutilizar	Despliega opciones de momentos de aprendizaje y sus componentes	-	Verificar que se puedan marcar/desmarcar componentes de manera independiente
4	Confirma selección de componentes	-	Instrucciones Contenido Evaluación	Verificar que la selección se registre correctamente y que se indiquen los elementos elegidos
5	Selecciona Guardar	Guarda la configuración de reutilización en la base de datos	-	Verificar que se genere un curso con los componentes reutilizados y se muestre mensaje de confirmación
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Flujo del docente: Retroalimentación del desempeño de los estudiantes**

La planificación detallada de este flujo se presenta en las **Tablas 50 a 54**, donde se describen los pasos a seguir, los datos necesarios y los aspectos a verificar durante la ejecución de la prueba de extremo a extremo.

**Tabla 50****Inicio de sesión – Docente**

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de inicio de sesión	-	Verificar interacción y responsividad
2	Ingresa correo electrónico	-	luis@gmail.com	-
3	Ingresa contraseña	-	12345678	-
4	Selecciona Iniciar sesión	Valida las credenciales en la base de datos	-	Verificar mensaje ante credenciales correctas e incorrectas
5	-	Redirige a la página principal del docente	-	Verificar correcto enrutamiento y visibilidad de los cursos
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 51****Revisar resultados de estudiantes del curso**

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz con los cursos asignados	-	Verificar visualización de los cursos asignados
2	Selecciona Revisar Curso	Redirige al asistente de revisión de componentes de evaluación	-	Verificar correcto enrutamiento e indicadores de progreso
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 52**

## Revisión del momento – Aula Invertida

N°	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra el listado de estudiantes inscritos al curso y opciones para retroalimentar en caso de haber presentado la evaluación	-	Verificar que la opción Retroalimentar solo aparezca si el estudiante presentó la evaluación
2	Selecciona Retroalimentar	Abre un modal de revisión de preguntas	-	Verificar que: - Preguntas incorrectas se muestren en rojo y permitan dar feedback. - Preguntas correctas aparezcan en verde.
3	Llena la retroalimentación de las preguntas incorrectas	-	La respuesta correcta es " $\geq$ 500 ml", revisa la guía de estudio	Verificar que se registre correctamente el feedback asociado a cada pregunta.
4	Selecciona Guardar retroalimentación	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que se muestre indicador de retroalimentación completada si todas las preguntas tienen feedback o incompleta si faltan.
N°	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 53**

## Revisión del momento – Taller de Habilidad

N°	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra el listado de estudiantes inscritos al curso y opciones para retroalimentar en caso de haber presentado la evaluación	-	Verificar que la opción Retroalimentar solo aparezca si el estudiante presentó la evaluación
2	Selecciona Retroalimentar	Abre un modal de revisión de preguntas	-	Verificar que: - Preguntas incorrectas se muestren en rojo y permitan dar feedback. - Preguntas correctas aparezcan en verde.
3	Llena la retroalimentación de las preguntas incorrectas	-	La respuesta correcta es "Oxitocina", revisa el video en el minuto 3:17	Verificar que se registre correctamente el feedback asociado a cada pregunta.
4	Selecciona Guardar retroalimentación	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que se muestre indicador de retroalimentación completada si todas las preguntas tienen feedback o incompleta si faltan.
N°	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 54**

## Revisión del momento – Experiencia de Alta Fidelidad

Nº	Docente	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra el listado de estudiantes inscritos al curso y opciones para retroalimentar en caso de haber presentado la evaluación	-	Verificar que la opción Retroalimentar solo aparezca si el estudiante presentó la evaluación
2	Selecciona Retroalimentar	Abre un modal de revisión de preguntas	-	Verificar que: - Preguntas incorrectas se muestren en rojo y permitan dar feedback. - Preguntas correctas aparezcan en verde.
3	Llena la retroalimentación de las preguntas incorrectas	-	Todas las respuestas se respondieron correctamente	Verificar que se registre correctamente el feedback asociado a cada pregunta.
4	Selecciona Guardar retroalimentación	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que se muestre indicador de retroalimentación completada si todas las preguntas tienen feedback o incompleta si faltan.
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Flujo principal - Estudiante: Visualización y realización de actividades de aprendizaje**

**Objetivo de la prueba:** Asegurar que los estudiantes puedan acceder y completar las actividades asignadas, que los contenidos se muestren correctamente y que la plataforma registre sus interacciones, asegurando la integridad de los datos y proporcionando una experiencia de usuario fluida y confiable.

La planificación completa de este flujo se encuentra registrada en las **Tablas 55 a 65**, donde se detallan los pasos a seguir, los datos requeridos y los aspectos a revisar durante la prueba de extremo a extremo.

**Tabla 55**

## Inicio de sesión – Estudiante

Nº	Estudiante	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de inicio de sesión	-	Verificar interacción y responsividad
2	Ingresa correo electrónico	-	levir@gmail.com	-
3	Ingresa contraseña	-	12345678	-
4	Selecciona Iniciar sesión	Valida las credenciales en la base de datos	-	Verificar mensaje ante credenciales correctas e incorrectas
5	-	Redirige a la página principal del estudiante	-	Verificar correcto enrutamiento y visibilidad de los cursos
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 56**

Seleccionar curso – Estudiante

Nº	Estudiante	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz con los cursos a los cuales está inscrito	-	Verificar visualización de los cursos a los que está inscrito y que la barra de progreso funcione adecuadamente
2	Selecciona curso	Redirige a la interfaz resumen de detalles del curso	-	Validar que se visualice correctamente la descripción del curso, tiempos recomendados de estudio, indicadores de progreso y docentes asignados
3	Selecciona el momento de Aula invertida	Redirige a la interfaz con el resumen del momento de Aula invertida	-	Validar la correcta navegación a la interfaz del momento de Aula invertida
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 57**

Visualización de instrucciones del procedimiento – Aula Invertida

Nº	Estudiante	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de instrucciones del momento de aprendizaje	-	Validar que se visualicen correctamente el título, la descripción, las instrucciones enumeradas y el tiempo recomendado de estudio
2	Selecciona Marcar como completado	Actualiza el estado de la instrucción como completada	-	Confirmar que el estado del checkbox cambie correctamente
3	Selecciona el submenú de Contenido	Redirige a la interfaz de contenido del momento de aprendizaje	-	Validar la correcta navegación y que el contenido cargue sin errores
4	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios de progreso se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 58**

Visualización de contenido de soporte – Aula Invertida

Nº	Estudiante	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de contenido del momento de aprendizaje	-	Validar que se visualice correctamente el contenido de soporte, junto con los tiempos estimados para cada recurso
2	Selecciona Marcar como completado	Actualiza el estado del contenido como completado	-	Confirmar que el estado del checkbox cambie correctamente
3	Selecciona Siguiente o Anterior para navegar entre los contenidos disponibles	Navega al contenido correspondiente	-	Verificar que la navegación muestre los contenidos en el orden correcto e indique la cantidad recursos disponibles
4	Selecciona el submenú de Evaluación	Redirige a la interfaz de evaluación del momento de aprendizaje	-	Validar la correcta navegación y que el contenido cargue sin errores
5	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios de progreso se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 59**

## Presentar evaluación – Aula Invertida

Nº	Estudiante	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de presentación de la evaluación del momento de aprendizaje	-	Verificar que las preguntas estén bloqueadas secuencialmente y que solo se desbloquee la siguiente al responder la actual o al agotarse el temporizador asignado
2	Escribe la respuesta a la pregunta o selecciona una opción disponible	Valida si la respuesta ingresada coincide con la respuesta correcta	-	Verificar que se muestre de forma inmediata un indicador visual de respuesta correcta o incorrecta, y que no se permita modificar la respuesta después de enviada o agotado el tiempo
3	Finaliza todas las preguntas del cuestionario	Calcula el número de respuestas correctas y la nota en una escala de 0 a 5	-	Validar que el cálculo de la nota sea exacto y que el número de respuestas correctas corresponda con el puntaje mostrado
4	Selecciona Volver a detalles del curso	-	-	-
5	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios de progreso y calificaciones se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 60**

## Visualización de instrucciones del procedimiento – Taller de Habilidad

Nº	Estudiante	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de instrucciones del momento de aprendizaje	-	Validar que se visualicen correctamente el título, la descripción, las instrucciones enumeradas y el tiempo recomendado de estudio
2	Selecciona Marcar como completado	Actualiza el estado de la instrucción como completada	-	Confirmar que el estado del checkbox cambie correctamente
3	Selecciona el submenú de Contenido	Redirige a la interfaz de contenido del momento de aprendizaje	-	Validar la correcta navegación y que el contenido cargue sin errores
4	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios de progreso se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 61**

## Visualización de contenido de soporte – Taller de Habilidad

N°	Estudiante	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de contenido del momento de aprendizaje	-	Validar que se visualice correctamente el contenido de soporte, junto con los tiempos estimados para cada recurso
2	Selecciona Marcar como completado	Actualiza el estado del contenido como completado	-	Confirmar que el estado del checkbox cambie correctamente
3	Selecciona Siguiente o Anterior para navegar entre los contenidos disponibles	Navega al contenido correspondiente	-	Verificar que la navegación muestre los contenidos en el orden correcto e indique la cantidad recursos disponibles
4	Selecciona el submenú de Evaluación	Redirige a la interfaz de evaluación del momento de aprendizaje	-	Validar la correcta navegación y que el contenido cargue sin errores
5	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios de progreso se guarden de forma consistente
N°	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 62**

## Presentar evaluación – Taller de Habilidad

N°	Estudiante	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de presentación de la evaluación del momento de aprendizaje	-	Verificar que las preguntas estén bloqueadas secuencialmente y que solo se desbloquee la siguiente al responder la actual o al agotarse el temporizador asignado
2	Escribe la respuesta a la pregunta o selecciona una opción disponible	Valida si la respuesta ingresada coincide con la respuesta correcta	-	Verificar que se muestre de forma inmediata un indicador visual de respuesta correcta o incorrecta, y que no se permita modificar la respuesta después de enviada o agotado el tiempo
3	Finaliza todas las preguntas del cuestionario	Calcula el número de respuestas correctas y la nota en una escala de 0 a 5	-	Validar que el cálculo de la nota sea exacto y que el número de respuestas correctas corresponda con el puntaje mostrado
4	Selecciona Volver a detalles del curso	-	-	-
5	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios de progreso y calificaciones se guarden de forma consistente
N°	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 63**

Visualización de instrucciones del procedimiento – Experiencia de Alta Fidelidad

Nº	Estudiante	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de instrucciones del momento de aprendizaje	-	Validar que se visualicen correctamente el título, la descripción, las instrucciones enumeradas y el tiempo recomendado de estudio
2	Selecciona Marcar como completado	Actualiza el estado de la instrucción como completada	-	Confirmar que el estado del checkbox cambie correctamente
3	Selecciona el submenú de Contenido	Redirige a la interfaz de contenido del momento de aprendizaje	-	Validar la correcta navegación y que el contenido cargue sin errores
4	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios de progreso se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 64**

Visualización de simulación en navegador – Experiencia de Alta Fidelidad

Nº	Estudiante	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de simulación en navegador del momento de aprendizaje	-	Validar que se visualice correctamente la experiencia de realidad extendida, junto con el tiempo recomendado de interacción
2	Interactúa con la experiencia de realidad extendida	Realiza acciones dentro de la simulación		Confirmar que la experiencia responda correctamente a las interacciones del usuario
3	Selecciona Marcar como completado	Actualiza el estado de la experiencia como completada	-	Confirmar que el estado del checkbox cambie correctamente
4	Selecciona el submenú de Evaluación	Redirige a la interfaz de evaluación del momento de aprendizaje	-	Validar la correcta navegación y que el contenido cargue sin errores
5	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios de progreso se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				

**Tabla 65**

Presentar evaluación – Experiencia de Alta Fidelidad

Nº	Estudiante	Software	Datos	Revisar
1	-	Muestra la interfaz de presentación de la evaluación del momento de aprendizaje	-	Verificar que las preguntas estén bloqueadas secuencialmente y que solo se desbloquee la siguiente al responder la actual o al agotarse el temporizador asignado
2	Escribe la respuesta a la pregunta o selecciona una opción disponible	Valida si la respuesta ingresada coincide con la respuesta correcta	-	Verificar que se muestre de forma inmediata un indicador visual de respuesta correcta o incorrecta, y que no se permita modificar la respuesta después de enviada o agotado el tiempo
3	Finaliza todas las preguntas del cuestionario	Calcula el número de respuestas correctas y la nota en una escala de 0 a 5	-	Validar que el cálculo de la nota sea exacto y que el número de respuestas correctas corresponda con el puntaje mostrado
4	Selecciona Volver a detalles del curso	-	-	-
5	-	Guarda los cambios en la base de datos	-	Verificar que los cambios de progreso y calificaciones se guarden de forma consistente
Nº	Errores - Descripción		Corregido	Observaciones
1				