

DISEÑO DE UNA EXPERIENCIA EN REALIDAD VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO DE COMANDANTES EN EL ARMADO DEL PUENTE BAILEY

Fecha de recepción: 27 de diciembre de 2024

Fecha de aceptación: 28 de febrero de 2025

MAY. Felipe Villaseca Zanzi¹

Resumen: *el presente artículo describe el proceso de desarrollo de una experiencia de realidad virtual (RV) enfocada en el armado del puente Bailey para la Escuela de Ingenieros del Ejército de Chile. Este trabajo comprende desde la identificación y análisis de los requerimientos, pasando por el diseño conceptual y preliminar, hasta la validación por parte de los expertos. La incorporación de la tecnología RV mejora el entrenamiento militar al reducir costos, minimizar riesgos, y aumentar la eficacia mediante la simulación de situaciones reales en entornos controlados.*

Palabras clave: *realidad virtual, entrenamiento militar, puente Bailey, simulador, ingeniería de software.*

DESIGN OF A VIRTUAL REALITY EXPERIENCE FOR COMMANDERS TRAINING IN THE ASSEMBLY OF THE BAILEY BRIDGE

Abstract: *this article presents the development process of a virtual reality (VR) experience focused on the assembly of the Bailey bridge for the Chilean Army's School of Engineers. The work spans from requirements identification and analysis, through conceptual and preliminary design, to validation by experts. The inclusion of VR technology enhances military training by reducing costs, minimizing risks, and increasing efficiency through the simulation of real-world scenarios in controlled environments.*

Key words: *virtual reality, military training, Bailey bridge, simulator, software engineering*

¹ Oficial del Ejército de Chile, Ingeniero Politécnico Militar mención Sistema de Armas de la Academia Politécnica Militar del Ejército de Chile. Santiago, Chile. Actualmente desempeña labores como Jefe del Departamento IV de la 4ta. Brigada Acorazada "Chorrillos" del Ejército de Chile. Email: felipe.villaseca@ejercito.cl.



1. INTRODUCCIÓN

En la era de la tecnología avanzada y la innovación constante, las Fuerzas Armadas a nivel global enfrentan el desafío de adaptarse a nuevos métodos de entrenamiento que promuevan la eficiencia, la seguridad y la adaptabilidad. La experiencia acumulada por el Ejército de Chile, una institución con una rica herencia y compromiso histórico con la soberanía y la integridad territorial del país subraya la importancia de la movilidad y la logística en el cumplimiento de sus misiones, ya sea en contextos de defensa o en apoyo a la comunidad ante catástrofes naturales (Ministerio de Defensa, 2020).

El puente Bailey, por su diseño modular, facilidad de montaje y capacidad para soportar cargas significativas, ha emergido como un activo estratégico indispensable en operaciones tanto militares como humanitarias. Su utilidad se extiende a mejorar la conectividad en áreas remotas y facilitar respuestas rápidas en situaciones de emergencia, reflejando su papel crucial en las estrategias de movilidad del Ejército (Department of the Army, 1948).

La adaptación y aplicación de tecnologías emergentes, como la realidad virtual, para el entrenamiento en el armado y cálculo del puente Bailey presenta una oportunidad sin precedentes. La realidad virtual permite simular de manera precisa y detallada los procesos de construcción del puente en un entorno controlado, reduciendo los riesgos y costos asociados con el entrenamiento práctico, mientras proporciona una plataforma interactiva para el aprendizaje y la evaluación de competencias.

Esta investigación se centra en el diseño preliminar de una experiencia en realidad virtual dedicada al entrenamiento de comandantes y sus equipos en el armado y cálculo del puente Bailey, un enfoque que no solo busca optimizar los recursos de entrenamiento sino también incrementar la eficacia operativa del Ejército de Chile. Al incorporar metodologías de entrenamiento innovadoras, el proyecto aspira a fortalecer las capacidades del personal militar en la construcción de puentes, un aspecto fundamental para el éxito de diversas operaciones militares y de ayuda humanitaria.

La relevancia de este proyecto se fundamenta en la necesidad de una preparación integral y moderna que responda a los desafíos contemporáneos de la defensa y el apoyo civil. En este sentido, la experiencia en realidad virtual propuesta se alinea con los objetivos estratégicos del Ejército de Chile, buscando mejorar la preparación y respuesta frente a situaciones complejas y dinámicas, tanto en el ámbito nacional como en operaciones internacionales.



La metodología para el desarrollo del simulador se basó en una primera fase para la determinación de la solución según lo planteado por la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL, 2005) y una segunda fase según la literatura en ingeniería softwares planteadas por dos autores (Pressman, 2010) y (Sommerville, 2011)

Esta segunda fase abarcó varias etapas claves: desde la recopilación de requisitos hasta el diseño y la validación técnica y estética. Se emplearon diferentes herramientas, softwares como Blender² y Unity,³ para modelar el entorno virtual y darle una apariencia realista. La experiencia tiene como objetivo proporcionar un entorno donde los usuarios puedan aprender, practicar y evaluar sus habilidades en el armado del puente, todo en un entorno seguro y controlado.

2. DESARROLLO

2.1. Identificación de la oportunidad de mejora

Situación actual del entrenamiento

Actualmente, el entrenamiento en la construcción de puentes como el Bailey se realiza de manera práctica, lo cual implica altos costos y riesgos. La capacidad de replicar diferentes escenarios y condiciones operativas es limitada, y la logística necesaria para organizar estos entrenamientos prácticos es compleja y costosa. Esta situación es mejorable con la implementación del uso de simulación con la finalidad de aprovechar la flexibilidad de la RV que permite la creación de múltiples escenarios de entrenamiento, adaptando el contenido a diferentes niveles de dificultad y condiciones operativas además de reducir los costos de entrenamiento y los riesgos asociados al uso de un simulador. (Vásquez Albornoz, 2019).

2.2. Estado del arte

Tecnologías emergentes

La realidad virtual (RV) es una tecnología emergente que ha mostrado un gran potencial en diversos campos, incluyendo el entrenamiento militar. La RV permite crear entornos tridimensionales inmersivos en los que los usuarios pueden interactuar de

-
- 2 Blender es un programa informático multiplataforma, dedicado especialmente al modelado, iluminación, renderizado, la animación y creación de gráficos.
 - 3 Unity es una herramienta de desarrollo de videojuegos y otras aplicaciones interactivas en 2D, 3D, realidad aumentada y realidad virtual.



manera natural, proporcionando una experiencia de aprendizaje más rica y efectiva (Stark *et al.*, 2023).

Aplicaciones de RV en el entrenamiento militar

Diversos estudios han demostrado que la RV puede mejorar significativamente la retención de conocimientos y habilidades en comparación con los métodos tradicionales de entrenamiento. En el contexto del armado de puentes, la RV permite simular el proceso completo de construcción, desde la preparación del terreno hasta la instalación de los componentes, en un entorno seguro y controlado (Lee *et al.*, 2023).

Casos de éxito

Existen varios casos de éxito en los que la RV ha sido utilizada para el entrenamiento militar. Por ejemplo, el Ejército de Estados Unidos ha implementado simuladores de RV para el entrenamiento de combate y operaciones logísticas, logrando mejoras significativas en la preparación y desempeño de su personal (Stark *et al.*, 2023). Estos casos de éxito demuestran la viabilidad y beneficios de la RV en el entrenamiento militar.

2.3. Secuencia metodológica

La secuencia metodológica para el desarrollo del simulador de RV se estructuró en cinco objetivos específicos y sus correspondientes tareas, cada uno culminando en un producto clave. La implementación de cada tarea se verificó y validó a lo largo del proceso, asegurando la calidad y adecuación del desarrollo del proyecto. Esta metodología es la propuesta por el metodólogo de la Academia Politécnica Militar (Suazo, 2019), la cual se detalla a continuación:

- i. Análisis de la situación actual: recopilación de antecedentes y análisis del estado del arte sobre el uso de la RV en el entrenamiento militar.
- ii. Determinación de Requerimientos: identificación, análisis, especificación y validación de los requerimientos técnicos para la experiencia en RV.
- iii. Diseño conceptual: creación de modelos de contexto, interacción y funcionalidad del simulador.
- iv. Diseño preliminar: implementación de los requerimientos y desarrollo de un prototipo preliminar que incluye comportamientos físicos y mecanismos de navegación.
- v. Validación del diseño: evaluación del simulador por un panel de expertos en ingeniería militar y RV.

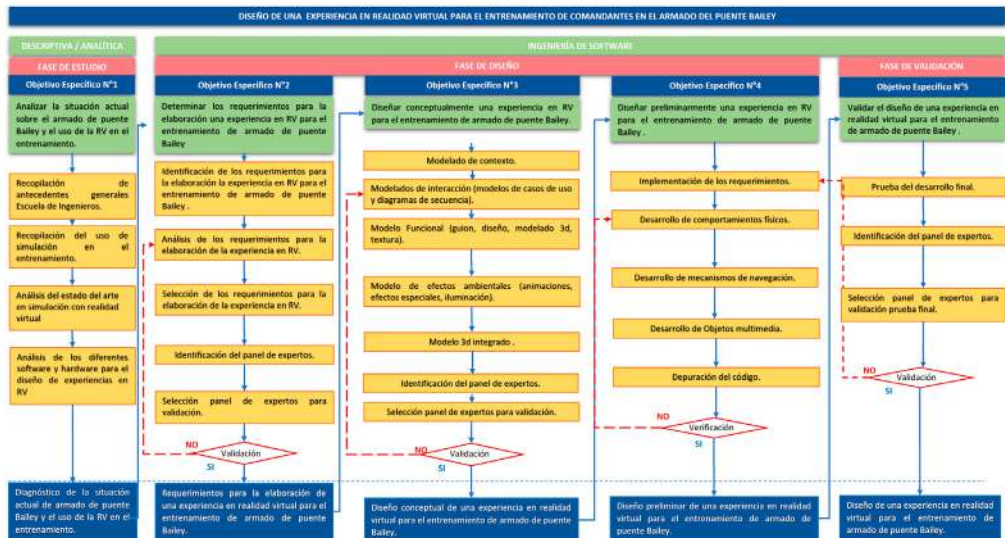


Figura N° 1: Secuencia metodológica.

Fuente: Elaboración propia (2024).

2.4. Determinación de requerimientos

La determinación de requerimientos fue una etapa clave en el desarrollo del simulador, asegurando que las funcionalidades fueran acordes con las necesidades del Ejército de Chile. Se utilizó la norma IEEE 830 para establecer las especificaciones de requerimientos del sistema, garantizando que estas fueran claras, completas y verificables (Pressman, 2010). Este proceso comenzó con la recopilación de información a través de entrevistas con el personal militar y talleres de trabajo. La ingeniería de requerimientos se llevó a cabo en las siguientes etapas:

- i. Descubrimiento de requerimientos: incluyó entrevistas con los expertos en el armado del puente Bailey para identificar las necesidades y expectativas.
- ii. Análisis y clasificación de requerimientos: se organizaron los requerimientos en funcionales y no funcionales. Esto ayudó a definir las funciones específicas que el simulador debía cumplir.
- iii. Priorización y negociación de requerimientos: se procedió a analizar los datos utilizando una matriz de priorización de criterios. Este enfoque, basado en el libro "Software Requirements", permitió asignar pesos relativos a cada una de las necesidades expresadas por los usuarios (Wieggers, 2023). Los requerimientos fueron revisados y validados mediante sesiones con un panel de expertos en RV y entrenamiento militar para garantizar que reflejaran las necesidades reales del entrenamiento.



- iv. Especificación de Requerimientos: se documentaron los requerimientos de manera detallada, asegurando que cada uno fuera claro, completo y verificable. La especificación detallada permitió establecer un marco común para el desarrollo y validación del simulador.



Figura N° 2: Proceso de adquisición y análisis de requerimientos.

Fuente: (Sommerville, 2011).

2.5. Desarrollo del diseño conceptual y preliminar

2.5.1. Proceso de diseño conceptual

El diseño conceptual del simulador de RV se enfocó en representar fielmente el proceso de armado del puente Bailey, teniendo en cuenta los requisitos técnicos y operativos. Durante esta fase, se desarrollaron diversas actividades claves para asegurar que el simulador fuera intuitivo, efectivo y tecnológicamente avanzado. Las principales tareas realizadas incluyeron:

2.5.1.1. Modelado de contexto

El modelado de contexto permite identificar los elementos externos con los cuales el sistema interactúa, así como las relaciones con dichos elementos (Sommerville, 2011). En este caso, se presenta un diagrama de contexto que muestra la interacción del método de entrenamiento con los usuarios y otros sistemas relacionados. Dicho diagrama facilita la comprensión del alcance del sistema y los flujos de datos principales.

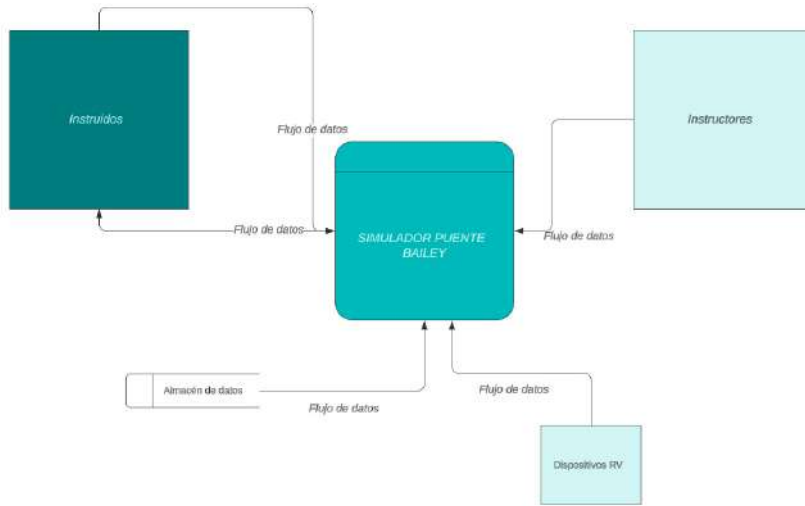


Figura N° 3: Modelado de contexto.

Fuente: Elaboración propia (2024).

2.5.1.2. Interacción

Se desarrollaron diagramas de casos de uso y secuencias de interacción que ilustran las acciones posibles de los usuarios dentro del simulador (Sommerville, 2011). Estos diagramas fueron fundamentales para determinar cómo el usuario (un comandante en entrenamiento) interactuaría con el entorno virtual y con los elementos del puente. Se incluyeron el diagrama de secuencias y casos de uso en el diseño conceptual.

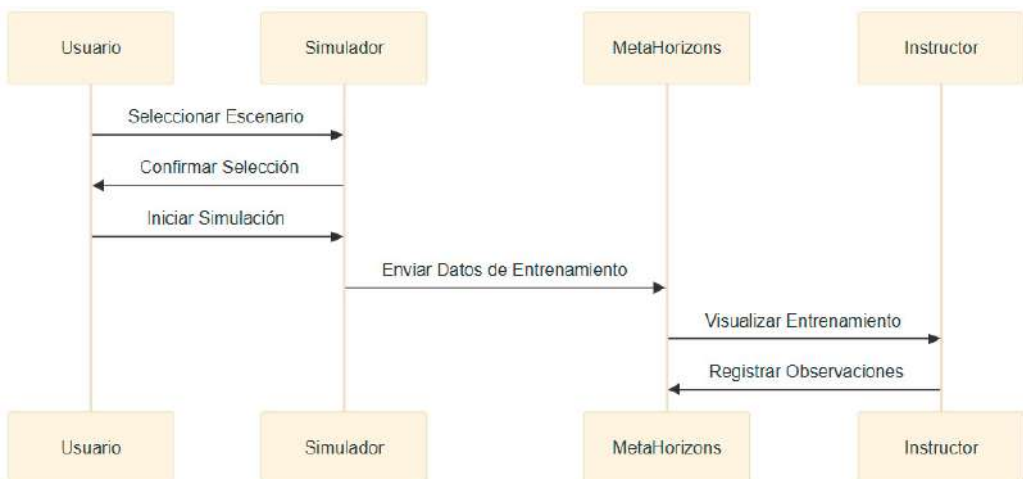


Figura N° 4: Diagrama de secuencia.

Fuente: Elaboración Propia (2024).



2.5.1.3. Modelado funcional del simulador

Esta tarea incluyó el desarrollo de un guión, el diseño de escenas y el modelado en 3D de los componentes del puente. Cada uno de estos elementos fue cuidadosamente desarrollado para reflejar las condiciones reales que enfrentaría el personal militar en la realidad. Se trabajó en la integración de varias herramientas como Blender para el modelado tridimensional y Unity para la programación de las interacciones. El guión técnico describió cada fase del armado del puente, desde la preparación del terreno hasta la colocación de los paneles y refuerzos, mientras que el diseño de escenas definió cómo estas fases serían representadas dentro del entorno de RV.

- Diseño de escenas: cada escena del simulador representa una etapa crítica del armado del puente, diseñadas para ser altamente interactivas y facilitar la comprensión de los pasos necesarios.
- Modelado 3D: los modelos de los componentes del puente se desarrollaron con un alto nivel de detalle, incluyendo dimensiones reales y texturas precisas para mejorar el realismo. Estos modelos fueron diseñados para ser manipulables, permitiendo a los usuarios ensamblar y desensamblar las piezas del puente como lo harían en un entrenamiento real. El modelado 3D de los objetos del puente y sus componentes se realiza mediante herramientas especializadas, como Blender para su posterior uso en Unity. Durante este proceso, se comenzó de la base del puente a escala que tiene la Escuela de Ingenieros para su entrenamiento. Las piezas del puente que no se encontraron en fuentes abiertas de modelos 3D fueron escaneadas utilizando el escáner Peel 3d del CECTAP.⁴



Figura N° 5: Escala del puente Bailey.
Fuente: Escuela de Ingenieros (2024).

4 CECTAP: Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de la Academia Politécnica Militar.



Figura N° 6: Escáner y software Peel 3D.

Fuente: <https://store.peel-3d.com/>



Figura N° 7: Escaneo con Peel 3D

Fuente: Elaboración propia (2024)

- **Materiales y texturas:** en esta etapa se definen los materiales y texturas de cada elemento del simulador para dar una experiencia visual inmersiva y cercana a la realidad. Blender se utilizó para aplicar materiales y texturas a los objetos modelados en 3D. Blender permite trabajar con una amplia variedad de shaders⁵ y texturas, lo cual facilita la creación de superficies realistas y detalladas. Se emplearon texturas PBR (Physically Based Rendering) que permiten simular con precisión cómo interactúan los materiales con la luz, lo cual es fundamental para generar realismo.

5 Un shader es un programa que se ejecuta en la tarjeta gráfica (GPU) y que determina la forma en que los píxeles y vértices de un objeto 3D deben ser procesados para lograr efectos visuales, como la iluminación, el sombreado y la texturización.



2.5.2. Diseño preliminar

El diseño preliminar del simulador incluyó la integración de los componentes modelados y la implementación de mecánicas específicas de interacción. Este proceso se dividió en las siguientes tareas:

2.5.2.1. Modelado de comportamientos físicos

Se desarrollaron los modelos de comportamiento físico del puente, asegurando que la simulación reflejara correctamente las fuerzas y el equilibrio necesarios durante el armado. Estos modelos se diseñaron basándose en las propiedades reales de los materiales, como el peso de las piezas. Se realizó a través de tres componentes principales:

- Rigidbody: este componente se utiliza para otorgar propiedades físicas a los objetos, como la gravedad y la capacidad de responder a fuerzas. Todos los objetos que deben moverse de manera realista en la simulación, como las piezas del puente Bailey, deben tener un Rigidbody asociado. Dentro del componente, se configuran parámetros como la masa, que define el peso del objeto; el drag y el angular drag, que controlan la resistencia al movimiento lineal y rotacional, respectivamente; y la opción de Use Gravity, que permite que el objeto sea afectado por la gravedad.
- Box Collider y Mesh Collider: los *colliders*⁶ son necesarios para definir las áreas de colisión de los objetos, lo cual permite detectar y manejar interacciones entre los objetos y el usuario. El Box Collider se utiliza para formas simples, mientras que el Mesh Collider se usa para formas más complejas, como las piezas detalladas del puente. Estos *colliders* aseguran que las piezas no se atraviesen entre sí y que el usuario pueda interactuar con ellas de manera coherente. Los *colliders* tienen propiedades como “*is Trigger*”, que permite detectar colisiones sin aplicar efectos físicos directamente, y el material, que se refiere al material físico que define la fricción y el rebote del objeto.
- Mesh Renderer: este componente se encarga de mostrar visualmente los objetos en la escena, proporcionando las propiedades de textura y material que fueron desarrolladas en Blender. Además, se configuran opciones como cast shadows y receive shadows, que determinan cómo el objeto interactúa con la iluminación de la escena para mejorar el realismo visual.

6 Un collider es un componente en Unity que define la forma física de un objeto para la detección de colisiones, permitiendo interactuar con otros elementos del entorno.

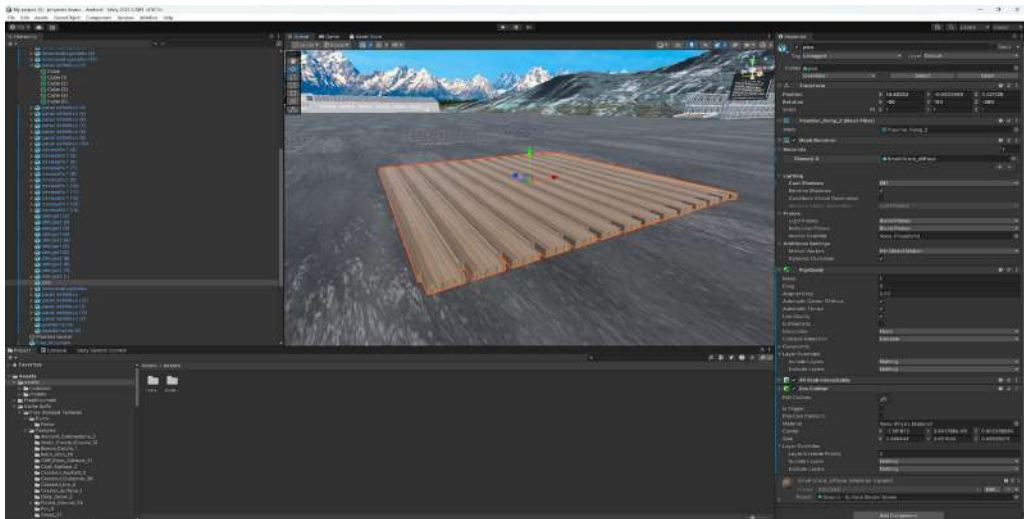


Figura N° 8: Vista del panel de controles por objeto.

Fuente: Elaboración propia (2024).

2.5.2.2. Navegación e interacción

Se diseñaron los mecanismos de navegación para que el usuario pudiera desplazarse por el entorno virtual de forma intuitiva, utilizando controladores de RV. También se implementaron mecanismos de interacción con los objetos del simulador, como el ensamblaje de piezas del puente. El diseño se centró en una interfaz que facilitara la navegación tanto a usuarios novatos como a aquellos con experiencia previa en simuladores. En Unity, la teletransportación se logra mediante componentes específicos como XR⁷ Ray Interactor y XR Teleportation Anchor, que permiten al usuario apuntar y desplazarse a diferentes puntos del entorno. Esto asegura que los usuarios puedan explorar el entorno con facilidad y participar en las actividades sin restricciones de navegación, minimizando el riesgo de mareos.

Se desarrollan scripts personalizados para gestionar la navegación del usuario y para ajustar las propiedades del movimiento, como la velocidad y la suavidad de la animación, asegurando que la experiencia sea cómoda y fluida.

2.5.2.3. Integración de multimedia

Se integraron texturas, efectos de sonido y otros elementos multimedia para enriquecer la experiencia del usuario y hacerlo más inmersivo. Estos elementos se diseñaron para

⁷ Son códigos prediseñados por Unity, los cuales permiten realizar acciones con simuladores en RV



brindar un mayor realismo y facilitar la comprensión de las diferentes fases del armado. El primer paso consiste en integrar todos los elementos desarrollados para crear una experiencia cohesiva dentro del simulador. A medida que se insertan cada uno de los objetos diseñados, se verifican los componentes como el Rigidbody, Box Collider, Mesh Renderer, entre otros, asegurando que estén debidamente configurados de acuerdo con los requerimientos especificados. Cada uno de estos elementos está asignado al entorno de Unity y es necesario comprobar que cumplen la función para la cual fueron diseñados.

El uso del Unity Profiler fue crucial durante esta etapa para analizar el rendimiento del simulador, ayudando a identificar cuellos de botella que afectan la tasa de cuadros por segundo (FPS), la cual debe mantenerse en al menos 90 FPS para asegurar una experiencia fluida y evitar mareos.

Los scripts desarrollados para los mecanismos de navegación y la interacción con los objetos también fueron revisados y depurados para evitar errores lógicos y comportamientos no deseados. Por ejemplo, el script de teletransportación fue probado para garantizar que la transición del usuario entre los diferentes sectores del escenario se realice de manera correcta y sin interrupciones.

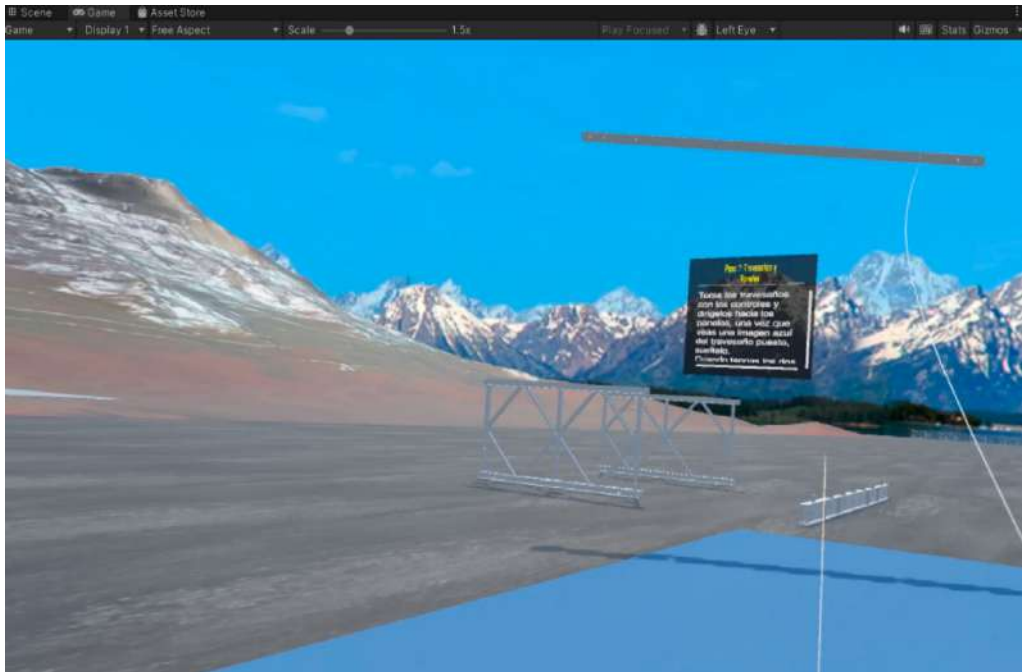


Figura N° 9: Extracto del simulador usando XR Grab y socket interactable.

Fuente: Elaboración propia (2024).



Se realizaron pruebas en los XR Grab Interactable y XR Socket Interactable para asegurar que las piezas del puente pudieran ser agarradas y ensambladas sin dificultades. En el caso de que los objetos se comportaran de manera inesperada, se realizó un ajuste de los parámetros del script y se volvieron a realizar las pruebas. En el siguiente enlace se puede revisar en un video dos interacciones con estas pruebas. <https://drive.google.com/file/d/14WCVmmWaqIMGNIWrGiC3YYgAhpyf1zdt/view?usp=sharing>.

2.6. Validación del diseño preliminar

El proceso de validación del diseño preliminar del simulador de realidad virtual para el entrenamiento del armado del puente Bailey se realiza mediante la participación de expertos y *stakeholders* clave de la Escuela de Ingenieros, quienes aportan sus conocimientos y experiencia para garantizar que el simulador cumpla con los requisitos y expectativas definidos. En este proceso se busca identificar posibles mejoras, evaluar la factibilidad de los requerimientos y confirmar la alineación del diseño con los objetivos de entrenamiento establecidos.

En esta fase de validación se llevó a cabo una prueba del desarrollo final del diseño preliminar con *stakeholders* de la Escuela de Ingenieros, en particular el director de esta última. Estos oficiales, como futuros usuarios del simulador, evaluaron la experiencia virtual mediante la realización de pruebas enfocadas en la facilidad de uso, la coherencia de la simulación y la utilidad para el entrenamiento de los soldados. La prueba se centró en evaluar si el simulador cumple con los requerimientos funcionales y no funcionales establecidos y si es adecuado para el contexto de entrenamiento real de la Escuela de Ingenieros.



Figura N° 10: Director de Escuela de Ingenieros usando el simulador.

Fuente: Elaboración propia (2024).



2.7. Discusión y análisis de la experiencia

El análisis de los hallazgos del proyecto indica que el uso de RV para el entrenamiento en el armado del puente Bailey ofrece beneficios claros respecto a los métodos tradicionales como lo señalan los estudios realizados sobre la ventaja del uso de realidad virtual (Stark *et al.*, 2023). La principal utilidad identificada es la capacidad de proporcionar un entrenamiento seguro y controlado, donde los comandantes pueden practicar repetidamente sin incurrir en los altos costos logísticos y de materiales (Vásquez Albornoz, 2019). Comparado con entrenamientos tradicionales, el simulador en RV permite una preparación más profunda y personalizada, adaptando los niveles de dificultad a las necesidades específicas del usuario.

3. CONCLUSIONES

A lo largo del desarrollo en este trabajo, se ha llevado a cabo un proceso riguroso de diseño conceptual y validación de una experiencia de realidad virtual para el entrenamiento de los comandantes en el armado del puente Bailey. En primer lugar, se realizó un estudio exhaustivo del estado actual del entrenamiento en la Escuela de Ingenieros, explorando el uso de la realidad virtual en el ámbito militar y analizando las distintas opciones de software y hardware para el desarrollo del simulador.

Posteriormente, se definieron los requerimientos funcionales y no funcionales del simulador mediante entrevistas a stakeholders y paneles de expertos, lo cual permitió priorizar aquellos aspectos que resultan críticos para cumplir con los objetivos de entrenamiento. A partir de los requerimientos priorizados, se construyó una especificación detallada que guió el desarrollo de los modelos y del diseño preliminar del simulador.

Se profundizó en los aspectos de modelado, desde los diagramas de contexto y los modelos de interacción, hasta el modelado funcional y los efectos ambientales. Esta etapa resultó crucial para asegurar que el diseño del simulador respondiera adecuadamente a los requerimientos del entrenamiento en RV, con un enfoque particular en la coherencia del guión y en la optimización del diseño de la escena y los modelos 3D.

El diseño preliminar se centró en la implementación de los elementos diseñados, detallando los comportamientos físicos y la navegación en la experiencia. Durante esta etapa, se trabajó en la integración de componentes claves para la interacción del usuario y el realismo de la simulación, como RigidBody y Colliders, además de asegurar la coherencia de los objetos multimedia.



Finalmente se realizó la validación del diseño preliminar. Se llevaron a cabo pruebas de validación tanto técnicas como por parte de los stakeholders, quienes confirmaron la factibilidad del simulador para cumplir con los requerimientos definidos. Las validaciones permitieron realizar ajustes y sugerencias para futuros desarrollos, consolidando un diseño preliminar alineado con las necesidades del entrenamiento.

3.1. Recomendaciones

- Ampliar los escenarios de entrenamiento: se recomienda agregar más escenarios al simulador para cubrir situaciones más diversas y complejas que podrían darse en el entorno real. Esto aumentará la efectividad del entrenamiento y permitirá a los usuarios estar mejor preparados para condiciones imprevistas.
- Validación continua con usuarios finales: se sugiere implementar un sistema de retroalimentación continua con los usuarios finales durante futuras etapas del desarrollo. Esto permitirá realizar mejoras iterativas que incrementen la utilidad y la eficiencia del simulador.
- Optimizar el realismo de los efectos ambientales: dado que los efectos ambientales contribuyen significativamente a la inmersión del usuario, se recomienda continuar optimizando aspectos como la iluminación y las animaciones para lograr un mayor realismo y mejorar la calidad de la experiencia en RV.
- Mejorar la usabilidad de la interfaz: a medida que se integren más funcionalidades, será importante seguir evaluando y mejorando la interfaz del usuario, asegurándose de que sea intuitiva y sencilla, para que estos puedan concentrarse en el entrenamiento sin distracciones.

REFERENCIAS

- CEPAL. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Department of the Army. (1948). *Panel Bridge, Bailey Type, M2 (Technical Manual TM 5-277)*. Department of the Army.
- Lee, Y. S., Rashidi, A., Talei, A. & Beh, H. (2023). A Comparison Study on the Learning Effectiveness of Construction Training Scenarios in a Virtual Reality Environment. *Virtual Worlds*.
- Ministerio de Defensa. (2020). *Política de Defensa Nacional de Chile*. Santiago.
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del software "Un enfoque práctico"*. New York: Mc Graw Hill.



Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software*. México: Pearson.

Stark, C., Winier, S. & Chin, J. F. (2023). Comparing Industry Training Using Virtual Reality Against Conventional Training: A Case Study. In *Technological Advancement in Instrumentation & Human Engineering*.

Suazo, C. (2019). La Secuencia Metodológica en los Proyectos de Memoria del CRIM de la ACAPOMIL. *Revista de Educación del Ejército N° 45* , 21-31.

Vásquez Albornoz, J. (2019). *Ejército Virtual: Desafíos de tecnología de simulación desde el Ejército de Chile*. Academia Politécnica Militar.

Wieggers, K. (2023). *Software Requirements Essentials: Core Practices for Successful Business Analysis*. Addison-Wesley Profesional.