

PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN ENTORNOS INMERSIVOS TRIDIMENSIONALES: TALLER DE ELECTROMECAÁNICA, PLANTA TERMOELÉCTRICA

LABORATORY PRACTICES IN THREE-DIMENSIONAL IMMERSIVE ENVIRONMENTS: ELECTROMECHANICAL WORKSHOP, THERMAL POWER PLANT

M. A. Elías González Vázquez¹

RESUMEN

La Realidad Virtual (RV) es una herramienta que puede apoyar a la educación en la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Al referirse a un entorno con escenas y objetos de apariencia real, la RV permite crear en el usuario la sensación de estar inmerso en él y le posibilita el aprender como en el mundo real. En la educación, la Realidad Virtual puede verse aplicada en los laboratorios, donde a través de la simulación el alumno logra aprender e interactuar con los objetos o equipos como si se encontrara físicamente en un laboratorio. Este trabajo presenta una propuesta para el diseño de prácticas de laboratorio en un entorno inmersivo tridimensional para la Planta Termoeléctrica del Taller de Electromecánica, haciendo uso de la metodología de la Investigación Basada en Diseño (IBD), los criterios del Game Design Document (GDD) para definir el espacio de simulación y usando el software Simlab Composer para el desarrollo del entorno inmersivo. Como resultado del trabajo realizado, los docentes del Instituto Tecnológico Superior de Cananea podrán implementar las prácticas virtuales diseñadas para el laboratorio de la Planta Termoeléctrica, lo que permitirá que los estudiantes puedan adquirir conocimientos teóricos y prácticos de máquinas térmicas y mecánicas, en un entorno seguro por medio de la simulación.

ABSTRACT

Virtual Reality (VR) is a tool that can support education in improving teaching and learning processes. Referring to an environment with scenes and objects of realistic appearance, VR allows the user to create the sensation of being fully immersed and enables learning as if in the real world. In education, virtual reality can be applied in laboratories, where through simulation, students can learn and interact with objects or equipment as if they were physically present in a laboratory. This work presents a proposal for the design of laboratory practices in a three-dimensional immersive environment for the Thermoelectric Plant in the Electromechanics Workshop, using the Design-Based Research (DBR) methodology, Game Design Document (GDD) criteria to define the simulation space, and using Simlab Composer software for immersive environment development. As a result of the work done, teachers at the Instituto Tecnológico Superior de Cananea will be able to implement the virtual practices designed for the Thermoelectric Plant laboratory, allowing students to acquire theoretical and practical knowledge of thermal and mechanical machines in a safe simulated environment.

ANTECEDENTES

El presente documento se enfoca el desarrollo de prácticas de laboratorio en entornos inmersivos tridimensionales como herramienta tecnológica para el desarrollo de competencias del estudiante de forma presencial y/o distancia, específicamente del equipo didáctico ‘Equipo Termoeléctrico DIDACTEC’ ampliamente utilizado en las asignaturas del área térmica de Ingeniería Electromecánica. Además, se desarrolla un entorno inmersivo tridimensional con el software Simlab Composer que, a su vez, genera nuevos recursos

¹ Profesor. Instituto Tecnológico Superior de Cananea. martin.eliasgonzalez@cananea.tecnm.mx

didácticos como complemento para las Practicas de Laboratorio desde un entorno de Realidad Virtual (RV), teléfono inteligente o computadora personal.

La pandemia de COVID-19 ha obligado a muchas instituciones a cerrar sectores donde se producen aglomeraciones para evitar la propagación del virus. En el sector educativo ha llevado a la transición de la enseñanza presencial a modo virtual. Sin embargo, esto ha destacado una serie de problemas de aprendizaje, especialmente en el ámbito de la educación superior, donde el aprendizaje requiere la manipulación de equipos técnicos para adquirir competencias en ciertas asignaturas.

A pesar del regreso a las clases presenciales, todavía se limita el número de personas que pueden visitar los laboratorios y muchos equipos están desactualizados debido a la falta de presupuesto para adquirir nuevos equipos didácticos. Esto dificulta el desarrollo completo de las competencias necesarias, una problemática que ya existía en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC) antes de la pandemia.

En el caso de las prácticas de laboratorio para la Planta Termoeléctrica del Taller de Electromecánica, de la carrera de Ingeniería Electromecánica en el ITSC, se propone el uso de Realidad Virtual con el software Simlab Composer para facilitar la enseñanza didáctica de los equipos y datos técnicos involucrados en las asignaturas del área de Ingeniería Térmica.

El desarrollo y programación de las prácticas virtuales se realiza con el software especializado Simlab Composer con licencia educativa, llevando a cabo pruebas de simulación con equipos de lentes de Realidad Virtual, especialmente en: Oculus Go y Oculus Quest 2, dispositivos inteligentes Android/iOS y computadoras personales con Windows 10/11 y macOS.

El objeto de estudio se enfoca en el “Equipo Termoeléctrico 3kW DIDATEC” del Taller de Electromecánica del ITSC, específicamente en la información técnica y modelos 3D en equipos como: Caldera y Turbina de Vapor, Torre Enfriamiento, Intercambiadores de Calor, Bombas Hidráulicas, Sensores (Temperatura, Presión y Caudal) y sus accesorios.

Además, se han tomado de referencia los objetivos didácticos de las guías prácticas de laboratorio que utiliza el equipo Termoeléctrico en las asignaturas Máquinas Térmicas I y Técnicas de Administración de Mantenimiento, donde las prácticas de laboratorio están orientadas a conocimientos generales (familiarización de equipos y datos técnicos) y operatividad (Protocolo de arranque y operación).

El objetivo general del proyecto es diseñar las prácticas de laboratorio de la Planta Termoeléctrica, utilizando Realidad Virtual con el software Simlab Composer, como complemento a las clases en aulas presenciales, virtuales e híbridas del Taller de Electromecánica del ITSC.

Para el logro del objetivo general, se han llevado a cabo las siguientes actividades: 1) Revisar las prácticas de laboratorio de la planta Termoeléctrica para identificar las posibilidades de ser implementadas con Realidad Virtual; 2) Analizar el software Simlab Composer para

conocer su potencial y requerimientos para la integración del entorno virtual; 3) Diseñar las prácticas virtuales para el laboratorio de la Planta Termoeléctrica, incorporando el uso de Realidad Virtual con Simlab Composer.

Cabe mencionar que, las acciones en el entorno virtual se encuentran limitadas por las plataformas en que se esté ejecutando en entorno. Es decir, la ejecución completa de la práctica de laboratorio es proporcional al poder de procesamiento del equipo donde se ejecuta.

METODOLOGÍA

La tecnología de Realidad Virtual es una poderosa herramienta para la enseñanza, fundamentalmente por su capacidad de proveer entornos inmersivos, multisensoriales y creíbles, entre otras características (De Antonio et al., 2000).

Se ha demostrado que la utilización de Realidad Virtual en la educación puede aplicar en diferentes áreas y niveles educativos. Sin embargo, su aplicación aún no es ampliamente utilizada, debido a que depende del acceso a la tecnología necesaria para la inmersión en entornos tridimensionales. Así, la Realidad Virtual consiste en la creación de un mundo alternativo generado por computadora, lo que permite una experiencia inmersiva en el aprendizaje.

La enseñanza tradicional a menudo limita el aprendizaje de los estudiantes a un rol pasivo y receptivo, lo que puede llevar a la caída de su motivación. Por lo tanto, para lograr una enseñanza-aprendizaje efectiva, es necesario que el estudiante cambie su rol y participe activamente en el proceso de aprendizaje. Aquí es donde el uso de la tecnología de Realidad Virtual se vuelve relevante.

Para el diseño de las prácticas de laboratorio virtuales, se ha hecho uso de dos metodologías: 1) La Metodología de Investigación Basada en Diseño (IBD), con la cual se llevó a cabo la integración de prácticas virtuales como recurso didáctico en el diseño instruccional; 2) El Game Design Document (GDD), donde se han establecido ciertos criterios específicos para la simulación de las prácticas en el ambiente inmersivo. De esta manera, se ha llegado a la propuesta del diseño de prácticas virtuales que proporcionen una experiencia de aprendizaje más inmersiva y activa para los estudiantes.

La Investigación Basada en Diseño (IBD) es un tipo de investigación orientado hacia la innovación educativa, cuya característica fundamental consiste en la introducción de un elemento nuevo para transformar una situación. Al no disponer de una metodología propia, ésta se apoya en cualquiera de los métodos utilizados (de Benito y Salinas, 2016).

Como se observa la Figura 1, el proceso de la IBD consiste en cinco fases de desarrollo. Es importante tener en cuenta que las fases no son estrictamente de inicio a fin, es decir, las fases pueden retroceder cuando surge la necesidad de alguna modificación o revisión que no se han considerado durante algunas de las fases (de Benito y Salinas, 2016).

Figura 1. *Proceso de la investigación de desarrollo*

Fuente: de Benito y Salinas (2016)

Un Game Design Document (GDD) o bien Documento de Diseño de Videojuego es un documento que describe las características, elementos y otros aspectos de un videojuego en concreto. Es decir, es un documento que integra y define las ideas, versiones, desarrollos, personajes, arte, jugabilidad, etc., con fin de contemplar el panorama para futuros desarrolladores no familiarizados del sistema del videojuego (Manrubia, 2014).

Para la integración de las prácticas virtuales durante la fase de Implementación fue fundamental definir en los criterios del GDD para el diseño del videojuego. Sin embargo, al tener en cuenta que las prácticas virtuales no son como tal un videojuego, debido que carecen elementos como guion de narrativa, personajes primarios-secundarios y género específico, en el GDD sólo se han integrado aspectos técnicos como: Jugabilidad, Interacción entre elementos, Controles, Interfaz, Estilos visuales, entre otros.

Para simplificar un GDD con enfoque educativo se ha de modificar el GDD, como proponen Cornejo et al. (2021), debido a que la educación no tiene un propósito comercial, por ello, no aborda el aspecto de marketing, pero incluye aspectos instructivos y evaluativos.

RESULTADOS

La presentación de los resultados se enfoca en la práctica de laboratorio de la asignatura Máquinas y Equipos Térmicos I, en la cual se utiliza el equipo didáctico Equipo Termoeléctrico DIDATEC, como se muestra la Figura 2.

Figura 2. *Vista panorámica del Equipo Termoeléctrico DIDATEC*

Análisis de la situación y definición del problema

Dentro de la asignatura Máquinas y Equipos Térmicos I, se lleva a cabo la práctica de laboratorio para la familiarización de los equipos y componentes de Caldera, Resistencia Térmica, Turbinas, Intercambiadores de Calor, Tanques, Bombas Hidráulicas y Generador

Eléctrico, así como los accesorios (sensores de temperatura, presión, caudalímetro y voltaje-corriente).

Dicha práctica forma parte de plan de estudios Máquinas y Equipos Térmicos I EMC-1018, en el cual, el estudiante debe desarrollar las siguientes competencias:

- Identificar tipo de generador de vapor, sus componentes y características técnicas.
- Identificar tipo de turbina de vapor y las partes que componen.
- Identificar diferentes tipos de intercambiadores de calor (caldera, placa plana y coraza).
- Identificar los equipos auxiliares que interviene el correcto funcionamiento de un generador de vapor.
- Identificar y determinar los instrumentos de medición que intervienen el conocimiento de los parámetros de funcionamiento del Equipo Termoeléctrico.

Para el logro de las competencias mencionadas, se requiere llevar a cabo la práctica de forma presencial, debido a que el equipo didáctico se encuentra dentro del Taller de Electromecánica del ITSC. Cabe mencionar que, el surgimiento de COVID-19 no permitió desarrollar totalmente las competencias en los estudiantes, debido a que, la práctica de laboratorio se realizó por videollamada.

Desarrollo de la solución

Para afrontar la dificultad de llevar cabo la práctica de laboratorio de manera presencial, se propone desarrollar una práctica virtual que permite alcanzar las competencias requeridas mencionados anteriormente en la asignatura seleccionada. Lo cual, sólo se logra mediante la manipulación directa de los equipos didácticos, en ese caso el Equipo Termoeléctrico DIDATEC. Es decir, presencialmente, para tener la posibilidad de realizar dicha práctica de forma virtual, se requiere integrar de forma idéntica todos los elementos de manera tridimensional.

Lo anterior, deberá realizarse tomando de referencia la práctica de laboratorio de la Guía Rápida de Operación, que especifica las instrucciones para llevar a cabo la operación del Equipo Termoeléctrico. Sin embargo, será necesario conocer con anterioridad los equipos, accesorios y sensores que conforma el equipo didáctico para llevar a cabo el protocolo debido los tecnicismos que se maneja.

Las prácticas de laboratorio virtuales son dos y se describen sus objetivos a continuación:

1. Practica de Laboratorio Virtual: Equipo Termoeléctrico – Familiarización de equipos y accesorios:
 - Identificar de forma general los equipos, accesorios y sensores de la Caldera, Turbina, Intercambiadores de Calor y entre otros que conforma parte del Equipo Termoeléctrico DIDATEC.
2. Practica de Laboratorio Virtual: Equipo Termoeléctrico – Inspección de equipos y accesorios:
 - Identificar a detalle los equipos, accesorios y sensores de la Caldera, Turbina, Intercambiadores de Calor y entre otros que conforma parte del Equipo Termoeléctrico DIDATEC con el apoyo de planos técnicos.

Implementación

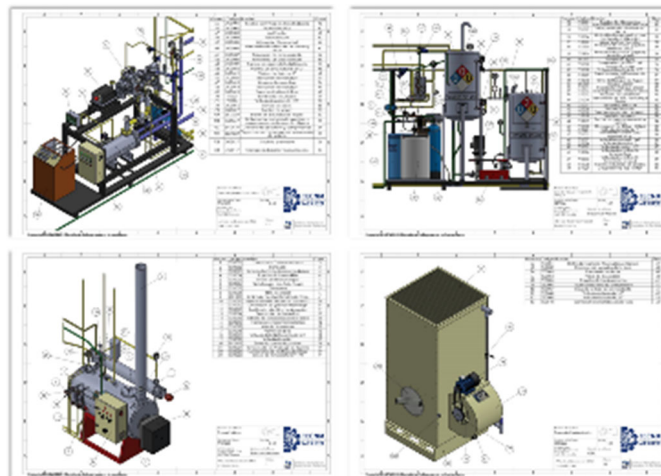
Para la digitalización de los equipos tridimensionales se integró una residencia profesional que fue concluida a mediados de 2022. Dicha residencia profesional fue la Modelación y renderización 3D de la Planta Termoeléctrica del Taller de Electromecánica del ITSC, la cual llevó a cabo el estudiante Federico Duarte Cortes con No. de Control: 15691261. Los objetivos de la residencia profesional fueron los siguientes:

1. Recopilar información de las características y dimensiones del conjunto de la Caldera, Turbina, Torre de enfriamiento, y entre otros.
2. Plasmar con base de la información recopilada de las dimensiones y características en el software SolidWorks para generar Planos y Archivos de Ensamblajes.

Como resultado de la residencia profesional, se elaboraron más de 700 piezas y ensamblajes tridimensionales del equipo termoelectrico, Como un recurso didáctico adicional, se obtuvo la elaboración de 75 planos técnicos de las dimensiones de los equipos, accesorios y sensores, debido a que se carecía de documentación técnica.

La Figura 3 muestra los productos obtenidos con la residencia profesional del estudiante, cuyo trabajo fue realizado en el software de diseño asistido por computadora SolidWorks 2021, bajo licencia académica del ITSC.

Figura 3. Recursos didácticos generados en planos técnicos



Los productos de la residencia profesional fueron integrados a la investigación para poder desarrollar las prácticas de visualización y estudio de los componentes del conjunto de Caldera-Turbina, Torre de Enfriamiento y las prácticas de procedimiento de operación, con el fin de poder llevar a cabo el aprendizaje de forma virtual, presencial o híbrida.

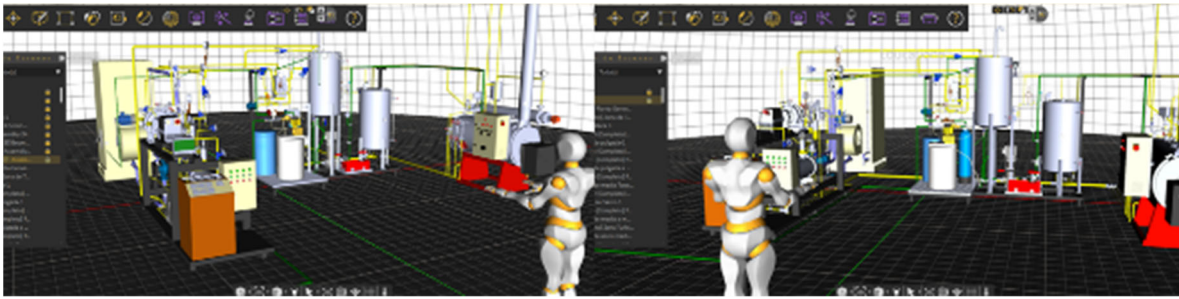
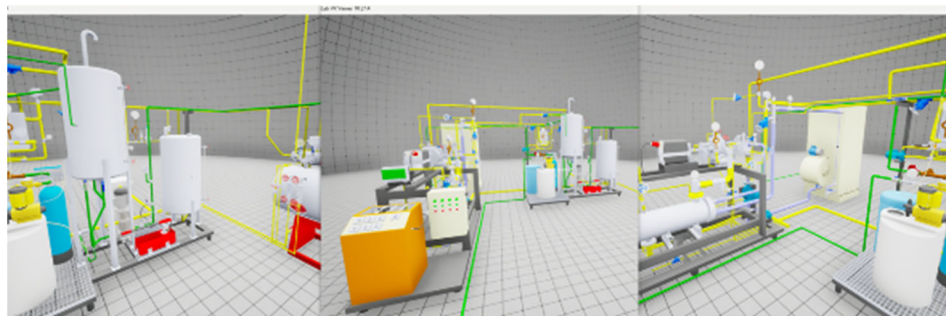
Para lograr lo anterior, se hizo uso del software Simlab Composer, que permite crear entornos de Realidad Virtual en CAD (Diseño Asistido por Computadora), sin necesidad de programación avanzada y/o conocimientos de lenguajes de programación.

Para definir los elementos tridimensionales y sus interacciones en el entorno del Equipo Termoeléctrico DIDATEC se establecieron los criterios del GDD educativo para uso didáctico como se muestra la Tabla 1.

Tabla 1. *GDD para uso educativo del Equipo Termoeléctrico DIDATEC*

GDD Uso educativo	Descripción
Información General	Prácticas de familiarización del proceso de arranque y operación de los accesorios que contribuyen a la combustión para generar un medio operante (vapor de agua) limpio, mismo que transporte esa energía balanceada y que sea capaz de convertirla en energía cinética para efectuar un trabajo útil.
Aspecto educativo	Aspecto Instructivo de fichas técnicas incrustadas en los modelos 3D.
Mecánicas	Se describe cómo será el desarrollo de este, esto de forma narrada en el juego, partiendo desde las acciones de los personajes, reglas y elementos de inteligencia artificial.
Dinámica	Exploratoria Libre.
Gameplay – Pervasividad	La posición de visualización en primera persona.
Estética, Arte y Temática	La representación virtual será con elementos realistas, es decir, se basará en modelos 3D idénticos al equipo didáctico, incluyendo texturas y colores.
Análisis de la Experiencia	Retroalimentación por el usuario al finalizar la sesión para futuras correcciones.
Tecnología y desarrollo.	Para dispositivos de lente Realidad Virtual autónomos OCULUS QUEST 2. Para dispositivos Android/iOS, debe contar mínimo 4GB de RAM, 5GB de espacio libre, y 4 núcleos de procesamiento. Para computadoras WIN/macOS, debe contar mínimo 8GB de RAM, 4 núcleos de procesamiento y 10 GB de espacio libre.
Limitaciones	Los sistemas operativos como Windows 10/11 permiten visualizar con gran resolución detalles y texturas de los entornos 3D, animaciones de movimientos, y ejecución de acciones complejas, sin embargo, las plataformas como Android/iOS, Oculus, macOS se encuentran limitadas con graficas de texturas monocolors debido a que no cuentan con el mismo motor gráfico (Unreal Engine) del sistema operativo Windows 10/11.

A continuación, se muestra la integración de los elementos 3D (Figura 4) y la simulación del Equipo Termoeléctrico (Figura 5) en el software especializado Simlab Composer.

Figura 4. Integración de elementos 3D en Simlab Composer**Figura 5.** Simulación de Equipo Termoeléctrico en Simlab Composer

Validación

Una vez definidos los objetivos de aprendizaje para el desarrollo de las competencias requeridas y considerando los elementos necesarios con el apoyo del GDD, se llevó a cabo consulta con la Academia de Ingeniería Electromecánica para la evaluación (por docentes de diferentes ramas). Lo anterior, en búsqueda de la integración de las prácticas virtuales como complemento a prácticas de laboratorio, lo cual debe seguir una serie de procedimientos antes de ser aceptado e implementado. Finalmente, se realiza la integración de las prácticas virtuales de laboratorio en la asignatura Maquinas Térmicos I, como se muestra la Figura 6.

Figura 6. Estudiantes en asignatura Maquinas Equipos Térmicos I 2022-2

CONCLUSIONES

Con la implementación de la propuesta se busca mejorar la experiencia educativa de los docentes y estudiantes a través del uso de prácticas virtuales que permitan la interacción con un entorno 3D. El objetivo principal es facilitar la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos sobre máquinas térmicas y mecánicas, específicamente la Planta Termoeléctrica del Taller de Electromecánica del ITSC, utilizando el ambiente desarrollado en Simlab Composer en múltiples plataformas. Estas prácticas estarán disponibles para aulas presenciales, virtuales e híbridas, con el fin de desarrollar el aprendizaje en cualquier entorno. Además, se busca reforzar los procedimientos de los manuales de prácticas, con el objetivo de comprender el proceso de realización de las prácticas de manera segura y evitar fallas catastróficas en equipos de laboratorios sensibles a errores humanos.

A pesar de que los laboratorios virtuales son un recurso didáctico valioso, es importante considerar sus limitaciones. Por ejemplo, es común que estos laboratorios simplifiquen la información o eliminen datos importantes, lo que puede afectar la calidad del aprendizaje. Además, no todos los laboratorios pueden ser simulados en un entorno virtual y puede haber limitaciones en las competencias de los docentes para manejar las tecnologías en cuestión. También, es posible que algunos laboratorios requieran asistencia técnica personalizada para su ejecución y no puedan ser manejados de manera independiente por los estudiantes. Por último, la implementación de laboratorios virtuales en el aula puede depender en gran medida de la capacidad económica y tecnológica al querer adecuar la infraestructura necesaria.

BIBLIOGRAFÍA

- Cornejo, V., Ortiz, W., Maraza, D. y Flores, S. (2021). Documento de diseño de un videojuego (GDD) para uso educativo. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, (E46), pp. 125-136. <https://pure.unsa.edu.pe/en/publications/documento-de-dise%C3%B1o-de-un-videojuego-gdd-para-uso-educativo>
- de Benito, B. y Salinas, J. (2016). La investigación basada en diseño en tecnología educativa. *RiiTE, Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 44–59. <https://doi.org/10.6018/riite2016/260631>
- De Antonio, A., Villalobos, M. y Luna, E. (2000). Cuando y Cómo usar la realidad virtual en la enseñanza. *Revista de Enseñanza y Tecnología*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4794517.pdf>
- Manrubia, A. (2014). El proceso productivo del videojuego: Fases de producción. *Revista Historia y Comunicación Social*, vol. 19, pp. 791–805. https://doi.org/10.5209/rev_HICS.2014.v19.45178