

INFRAESTRUCTURA VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA EN INGENIERÍA: SIMULACIÓN Y LABORATORIOS REMOTOS

VIRTUAL INFRASTRUCTURE FOR ENGINEERING EDUCATION: SIMULATION AND REMOTE LABORATORIES

M. A. Elías González Vásquez¹
R. J. Villa Medina²

RESUMEN

La integración de laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de ingeniería permite superar las limitaciones de acceso a equipos físicos, optimizando la formación práctica de los estudiantes. Este estudio presenta el desarrollo e implementación del proyecto Virtual Match Remote Operation Laboratories (ViMROL) en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea, con aplicación en áreas como termoeléctrica, automatización, neumática y refrigeración. La metodología empleada combina Investigación Basada en Diseño (IBD) y Game Design Document (GDD) para diseñar entornos tridimensionales interactivos mediante SimLab Composer, integrados con estaciones de trabajo remotas. Los resultados muestran un incremento en la retención de conocimientos y una mejora en la autonomía de los estudiantes en comparación con prácticas tradicionales. Se concluye que este modelo educativo fortalece las competencias técnicas, facilita la accesibilidad a laboratorios especializados y sienta las bases para su expansión en el Tecnológico Nacional de México.

ABSTRACT

The integration of virtual and remote laboratories in engineering education overcomes limitations related to access to physical equipment, optimizing students' practical training. This study presents the development and implementation of the Virtual Match Remote Operation Laboratories (ViMROL) project at the Instituto Tecnológico Superior de Cananea, applied to thermoelectric, automation, pneumatics, and refrigeration areas. The methodology combines Design-Based Research (DBR) and Game Design Document (GDD) to create interactive three-dimensional environments using SimLab Composer, integrated with remote workstations. The results show an increase in knowledge retention and improvement in student autonomy compared to traditional practices. It is concluded that this educational model strengthens technical competencies, enhances access to specialized laboratories, and lays the foundation for its expansion within the Tecnológico Nacional de México.

ANTECEDENTES

La enseñanza de la ingeniería enfrenta desafíos significativos en la formación de competencias prácticas, debido a las limitaciones de acceso a laboratorios físicos, la obsolescencia del equipo didáctico y la necesidad de adaptar los métodos de enseñanza a las tendencias tecnológicas emergentes. La pandemia evidenció aún más la vulnerabilidad de los modelos educativos tradicionales, ya que la transición forzada hacia modalidades virtuales expuso la carencia de herramientas efectivas para la enseñanza de asignaturas que requieren manipulación de equipos técnicos.

El Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC) ha identificado que la implementación de entornos inmersivos tridimensionales y laboratorios remotos puede ofrecer una solución viable para la enseñanza de ingeniería, permitiendo a los estudiantes adquirir conocimientos prácticos sin restricciones de espacio o tiempo. En este sentido, la propuesta de integrar

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

² Profesor, Investigador y Jefe de División Ing. Electromecánica y Ciencias Básicas de Instituto Tecnológico Superior de Cananea, ramon.villa@cananea.tecnm.mx

Realidad Virtual (RV) y tecnologías de automatización y control en las prácticas de laboratorio surge como una estrategia clave para mejorar la formación en áreas como termoeléctrica, automatización, refrigeración y neumática.

En la cual se define el objetivo general en diseñar e implementar prácticas de laboratorio en entornos inmersivos tridimensionales y laboratorios remotos, con el propósito de fortalecer la formación de los estudiantes de ingeniería y desarrollar competencias técnicas alineadas con las demandas de la Industria 4.0.

Con el fin de alcanzar el objetivo general, se establecen los siguientes objetivos específicos:

1. Desarrollar prácticas de laboratorio virtual para las áreas de termoeléctrica, automatización, refrigeración y neumática, utilizando el software SimLab Composer y otras herramientas de modelado.
2. Integrar laboratorios remotos mediante la configuración de estaciones de trabajo automatizadas, permitiendo el acceso a equipos físicos a distancia.
3. Evaluar el impacto de los entornos de Realidad Virtual y laboratorios remotos en la adquisición de competencias técnicas por parte de los estudiantes.
4. Elaborar Guías de Prácticas de Laboratorio (GPL) adecuadas para su implementación en aulas presenciales, híbridas y virtuales.
5. Explorar la viabilidad de expansión del modelo a otras instituciones del Tecnológico Nacional de México (TecNM).

El desarrollo de prácticas de laboratorio mediante Realidad Virtual y Laboratorios Remotos es una estrategia innovadora que responde a la necesidad de mejorar la enseñanza de la ingeniería, garantizando la accesibilidad y optimización de recursos. A través de esta metodología, los estudiantes pueden interactuar con modelos tridimensionales detallados de equipos y simular escenarios de operación en un entorno seguro y controlado.

Según Bekteshi (2025), la implementación de tecnologías inmersivas en la educación técnica no solo aumenta la retención del conocimiento, sino que también mejora la transferencia de habilidades al entorno profesional. Su estudio encontró que los estudiantes que participaron en entornos de VR lograron una mayor asimilación de principios de ingeniería en comparación con aquellos que utilizaron métodos convencionales, lo que sugiere que el aprendizaje inmersivo puede optimizar la adquisición de competencias prácticas.

Por otro lado, (Kaul, 2020) evaluó el impacto de la Realidad Virtual en la enseñanza de disciplinas STEM y concluyó que los estudiantes que realizaron prácticas en entornos virtuales no solo obtuvieron mejores resultados en términos de retención de información, sino que también reportaron una experiencia de aprendizaje más atractiva y efectiva. Su investigación resalta que la interactividad de los laboratorios inmersivos permite a los estudiantes experimentar en escenarios de simulación sin restricciones físicas, aumentando su confianza y motivación en el proceso de aprendizaje.

Además, este enfoque permite superar las limitaciones de los laboratorios físicos tradicionales, como la disponibilidad de equipo, la necesidad de supervisión constante y los riesgos asociados con la manipulación de maquinaria compleja. Asimismo, fomenta un aprendizaje autónomo y flexible, alineado con las tendencias globales en educación superior.

Desde una perspectiva institucional, la implementación de laboratorios virtuales y remotos contribuirá a la modernización del ITSC y fortalecerá su capacidad de formación en áreas estratégicas como automatización, instrumentación y control, con potencial aplicación en sectores industriales clave como minería, manufactura y energías renovables.

El proyecto se lleva a cabo en el Taller de Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC), abarcando diversos laboratorios clave para la formación en ingeniería. Inicialmente, el desarrollo se centra en el Laboratorio Smart Industries, anteriormente conocido como el Centro Integrado de Manufactura (CIM), que cuenta con equipos de automatización, estaciones de trabajo para manufactura avanzada y sistemas de control, los cuales están siendo rehabilitados para su operación en modalidades remotas e inmersivas. Además, la implementación de prácticas virtuales se extiende al Laboratorio Termoeléctrico, el Laboratorio de Refrigeración y Aire Acondicionado, y el Laboratorio de Neumática, todos ubicados en el mismo Taller de Electromecánica.

A futuro, el potencial de esta metodología permitirá desarrollar prácticas en otros espacios del ITSC, incluyendo los laboratorios de Hidráulica, Térmica, Manufactura, **Electricidad, Física y Química, Máquinas y Herramientas, Metrología y Normalización, Pruebas Mecánicas, Instrumentación, y Manufactura Avanzada**, fortaleciendo así la formación de los estudiantes en un entorno tecnológico innovador y accesible.

El desarrollo de las prácticas virtuales y remotas se basa en la metodología de Investigación Basada en Diseño (IBD) y en los criterios del Game Design Document (GDD), los cuales han sido adaptados para la educación en ingeniería. La infraestructura utilizada incluye equipos de Realidad Virtual (Meta Quest 2), software de modelado 3D (SolidWorks y SimLab Composer) y plataformas para acceso remoto a estaciones de trabajo por medio de ANYDesk.

Este proyecto representa una evolución en la enseñanza de la ingeniería, integrando tecnologías emergentes para fortalecer el aprendizaje práctico. Al combinar laboratorios virtuales y remotos, se busca no solo ampliar el acceso a herramientas especializadas, sino también mejorar la formación de los estudiantes mediante experiencias más dinámicas e inmersivas. Con ello, se pretende cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, preparando a los futuros ingenieros para los retos tecnológicos e industriales actuales y futuros.

METODOLOGÍA

La presente metodología busca proporcionar un marco detallado para el desarrollo e implementación de prácticas de laboratorio en entornos inmersivos tridimensionales y remotos. Se fundamenta en la Investigación Basada en Diseño (IBD) y el Game Design Document (GDD) como enfoques metodológicos clave para la creación de experiencias educativas innovadoras y efectivas.

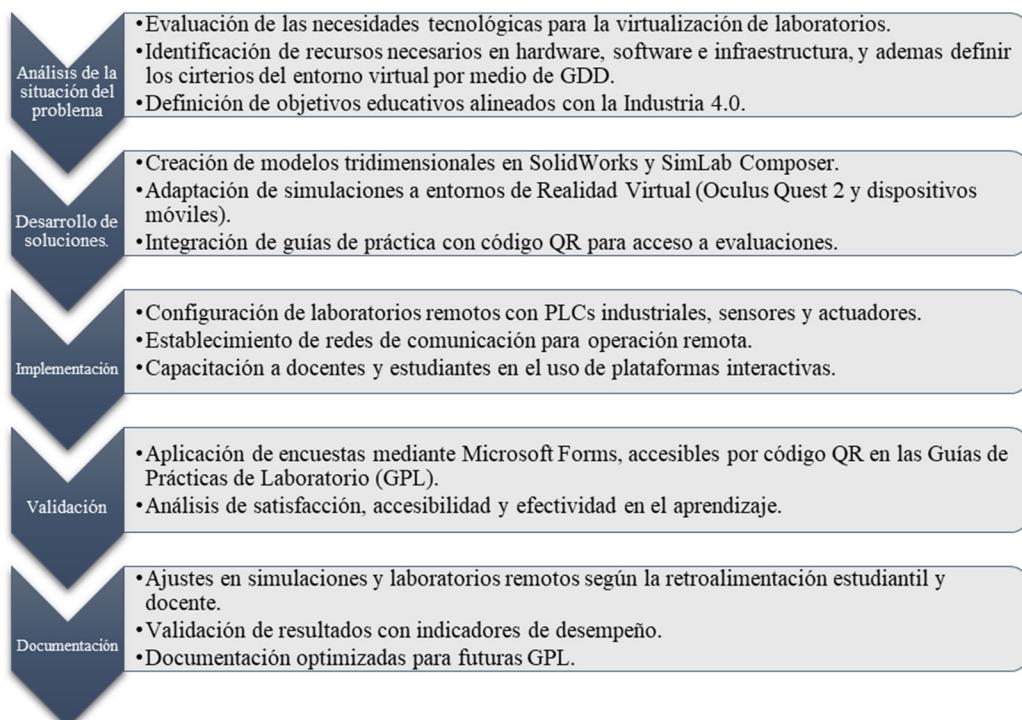
Dado el contexto de la educación superior en ingeniería, particularmente en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC) y su integración con el TecNM, se plantea el diseño de laboratorios remotos y virtuales como una solución a las limitaciones de acceso y modernización del equipamiento en entornos de aprendizaje práctico. La metodología se

aplica en los laboratorios de Smart Industries, Termoeléctrico, Refrigeración y Neumática, con la posibilidad de expansión a otros espacios educativos.

La metodología integra dos enfoques fundamentales, la primera es Investigación Basada en Diseño (IBD), que permite la introducción de innovaciones educativas en contextos de enseñanza reales, asegurando un proceso iterativo y adaptativo para la mejora continua de las experiencias de aprendizaje (De Benito Crosetti & Salinas Ibáñez, 2016). Esta metodología se empleará en la adaptación de los laboratorios físicos y en la validación pedagógica de las prácticas virtuales. Y la segunda Game Design Document (GDD): Se utiliza para estructurar el desarrollo de los entornos virtuales estableciendo criterios de jugabilidad, interacción y experiencia del usuario en el contexto educativo (Cornejo-Aparicio et al., 2021). Su aplicación garantizará que los entornos inmersivos sean intuitivos, funcionales y atractivos para los estudiantes.

El desarrollo del proyecto se basó en la metodología de Investigación Basada en Diseño (IBD), la cual sigue un enfoque iterativo para la creación y validación de entornos educativos innovadores. La Figura 1 ilustra las fases implementadas en este estudio, desde la identificación del problema hasta la producción de documentación optimizada para futuras implementaciones. Se destacan herramientas clave como SolidWorks y SimLab Composer para la modelación 3D, el uso de PLCs industriales y sensores en la configuración de laboratorios remotos, y la integración de encuestas en Microsoft Forms, accesibles mediante códigos QR en las Guías de Prácticas de Laboratorio (GPL). Este enfoque metodológico permitió desarrollar y validar entornos virtuales y remotos alineados con los objetivos de enseñanza en ingeniería.

Figura 1. Proceso IBD para el desarrollo de laboratorios virtuales y remotos.



Se distinguen dos tipos de entorno de aprendizaje dentro del proyecto: los Laboratorios Virtuales y los Laboratorios Remotos. Los primeros emplean entornos tridimensionales generados por computadora, permitiendo a los estudiantes interactuar con modelos de equipos en un espacio inmersivo mediante herramientas como Oculus Quest 2 y SimLab Composer. En contraste, los Laboratorios Remotos brindan acceso a equipos físicos reales a través de plataformas de control remoto, integrando hardware como PLC, sensores y actuadores, junto con software especializado como AnyDesk, lo que posibilita la interacción con dispositivos de automatización industrial desde cualquier ubicación.

La implementación se centra en cuatro laboratorios dentro del Taller de Electromecánica del ITSC:

1. Laboratorio Smart Industries (ViMROL): Rediseño del *Centro Integrado de Manufactura (CIM)* para integrar estaciones didácticas en automatización y manufactura inteligente (Elías González & Villa Medina, 2024).
2. Laboratorio Termoeléctrico: Desarrollo de simulaciones para la enseñanza de máquinas térmicas y mecánicas (Elías González, 2023).
3. Laboratorio de Refrigeración y Aire Acondicionado: Modelado de equipos HVAC y desarrollo de prácticas virtuales en simulación de comportamiento térmico.
4. Laboratorio de Neumática: Modelado de equipos y desarrollo de prácticas virtuales en sistemas neumáticos y control.

A futuro, se prevé expandir esta metodología a otros laboratorios y programas educativos dentro del ITSC y el TecNM.

Se espera que los estudiantes que participen en laboratorios inmersivos demuestren un mayor nivel de retención de conocimientos y una mejor percepción de la calidad del aprendizaje, en comparación con aquellos que solo utilizan laboratorios tradicionales. La Realidad Virtual (VR) ha demostrado ser una herramienta eficaz en la enseñanza de ingeniería, al permitir una interacción inmersiva con modelos tridimensionales de sistemas y equipos, facilitando la comprensión de conceptos complejos y mejorando la experiencia de aprendizaje.

En este sentido, la incorporación de laboratorios virtuales y remotos en la educación en ingeniería se alinea con la necesidad de modernizar los métodos de enseñanza, asegurando que los estudiantes no solo comprendan los fundamentos teóricos, sino que también puedan aplicarlos en un entorno seguro y dinámico. La Realidad Virtual, por lo tanto, representa una estrategia educativa clave para la formación de profesionales en el campo de la ingeniería.

La metodología propuesta se alinea con las necesidades de la educación en ingeniería del futuro, permitiendo a los estudiantes adquirir competencias clave en automatización y control mediante entornos inmersivos y laboratorios remotos.

Su implementación facilitará un mayor acceso a laboratorios especializados sin restricciones de horario, permitiendo a los estudiantes realizar prácticas en cualquier momento y desde cualquier ubicación. Además, brindará un entorno de aprendizaje seguro y controlado en simulaciones de alto riesgo, reduciendo la exposición a posibles accidentes y mejorando la comprensión de procedimientos complejos. Asimismo, contribuirá al desarrollo de habilidades prácticas en tecnologías emergentes de automatización y manufactura.

inteligente, proporcionando a los estudiantes una formación más alineada con las necesidades de la Industria 4.0 y los entornos de producción avanzados.

RESULTADOS

A lo largo del desarrollo del proyecto de implementación de entornos inmersivos en guías de prácticas de laboratorio (GPL) se ha logrado la implementación progresiva de laboratorios virtuales y remotos en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC).

Estos avances han permitido la integración de tecnologías innovadoras en la enseñanza de la Ingeniería Electromecánica, brindando a los estudiantes acceso a experiencias inmersivas sin necesidad de estar físicamente en los laboratorios.

Los logros alcanzados se dividen en dos áreas clave:

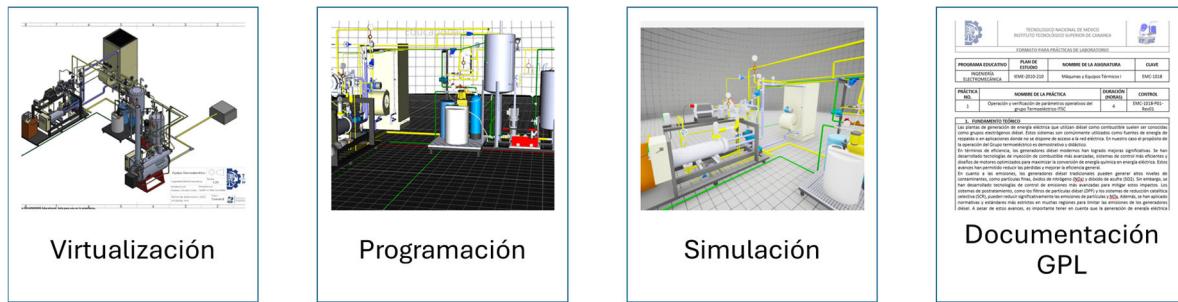
1. Laboratorio de Planta Termoeléctrica (2023): Primera implementación de prácticas virtuales en Realidad Virtual (RV) para la enseñanza de Máquinas y Equipos Térmicos.
2. Laboratorio Smart Industries (2024): Expansión del modelo a automatización y control industrial, integrando laboratorios remotos y simulación en entornos inmersivos tridimensionales.

A continuación, se presentan los resultados específicos en cada una de estas etapas:

1. Implementación del Laboratorio Virtual de Planta Termoeléctrica (2023): El primer logro del proyecto consistió en la creación de un entorno inmersivo tridimensional para la Planta Termoeléctrica del Taller de Electromecánica como se muestra en la Figura 2, en el cual los estudiantes pueden interactuar con modelos 3D de los principales equipos del sistema, los logros son:

- Digitalización del equipo Termoeléctrico DIDATEC: Modelado 3D de caldera, turbina de vapor, torre de enfriamiento, intercambiadores de calor, bombas hidráulicas y sensores.
- Prácticas de laboratorio virtuales: Familiarización con los equipos y accesorios mediante exploración interactiva. Simulación del proceso de generación de energía térmica, incluyendo el monitoreo de variables como temperatura, presión y flujo. Procedimientos de operación y seguridad con protocolos de arranque y mantenimiento.

Gracias a esta implementación, los estudiantes han podido adquirir competencias en sistemas térmicos en un ambiente seguro y accesible.

Figura 2. Proceso IBD: Laboratorio Termoeléctrico.

3. Expansión a Laboratorio Smart Industries (ViMROL) (2024): El siguiente gran avance del proyecto fue la rehabilitación del Centro Integrado de Manufactura (CIM), ahora conocido como Laboratorio Smart Industries (LSI) como se muestra en la Figura 3. En esta fase, se introdujo el concepto de laboratorios remotos, permitiendo que los estudiantes interactuaran con equipos físicos en tiempo real mediante interfaces digitales, algunos avances claves son:
 - Integración de Estaciones Didácticas de Instrumentación (EDI): Adaptación de Controladores Lógicos Programables (PLC), sensores industriales y actuadores para su operación remota para la aplicación de Big Data, Internet de las Cosas (IoT) y redes industriales en la enseñanza.
 - Simulación de procesos industriales en Realidad Virtual: Creación de entornos tridimensionales para el aprendizaje de automatización y control.

Figura 3. Proceso IBD: Laboratorio ViMROL.

Además, se integró un proyecto que se encuentra en la fase de desarrollo de nuevas prácticas en Realidad Virtual para las áreas de Neumática y Refrigeración/Aire Acondicionado. En este sentido, se han digitalizado sistemas clave mediante el modelado 3D de componentes esenciales como compresores, condensadores, evaporadores y válvulas de expansión en refrigeración, así como circuitos neumáticos, actuadores y válvulas en el Laboratorio de Neumática. Asimismo, se están desarrollando simulaciones interactivas en entornos de Realidad Virtual que permitirán visualizar el flujo de aire y el comportamiento térmico en sistemas de climatización, con el objetivo de mejorar la comprensión dinámica y segura de los principios fundamentales de refrigeración. De manera similar, se trabaja en la

implementación de simulaciones para neumática, con el propósito de facilitar el aprendizaje aplicado en el diseño y control de sistemas automatizados.

Estos nuevos laboratorios expanden el alcance de las Guías de Prácticas de Laboratorio (GPL) con Realidad Virtual y multiplataformas, permitiendo la enseñanza de termoeléctricas, refrigeración comercial, automatización, manufactura avanzada y neumática en un entorno accesible y escalable.

El impacto en la enseñanza derivado de la implementación de laboratorios virtuales y remotos ha generado mejoras significativas en la formación de los estudiantes. En primer lugar, se ha logrado una mayor accesibilidad y flexibilidad, permitiendo que las prácticas estén disponibles en múltiples dispositivos, incluyendo Realidad Virtual, computadoras, tabletas y teléfonos inteligentes, lo que facilita el aprendizaje desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Para la validación y evaluación de la efectividad de los laboratorios virtuales y remotos se valida mediante pruebas piloto con estudiantes y docentes, así como con indicadores de que miden la percepción. La retroalimentación obtenida permite optimizar las simulaciones y garantizar su alineación con los estándares educativos y las demandas de la industria.

Para evaluar el impacto de la implementación de prácticas virtuales en el Laboratorio de Planta Termoeléctrica, se aplicó una encuesta a los estudiantes que participaron en estas experiencias. El objetivo fue analizar la percepción de los usuarios sobre la calidad, efectividad y utilidad de las prácticas desarrolladas, con el fin de identificar fortalezas y áreas de mejora.

La evaluación de las prácticas virtuales del Laboratorio Termoeléctrico se realizó mediante Microsoft Forms, accesible a los estudiantes a través de un código QR integrado en las Guías de Prácticas de Laboratorio (GPL). Los resultados de 44 estudiantes de la asignatura Máquinas y Equipos Térmicos I reflejan una alta satisfacción, con una calificación promedio de 4.93/5, destacando la efectividad y aceptación del modelo implementado. La pertinencia de las actividades fue bien valorada, con un alto nivel de cumplimiento de expectativas. La interacción con instructores obtuvo 4.90/5, evidenciando un adecuado acompañamiento. Además, los estudiantes apreciaron la autonomía y flexibilidad, permitiéndoles avanzar a su propio ritmo. La calidad técnica de la plataforma recibió 4.90/5, resaltando su estabilidad y facilidad de uso. Finalmente, la 41 de los 44 de los participantes recomendaría estas prácticas, validando su impacto positivo en la enseñanza.

Estos resultados reflejan que la implementación de prácticas virtuales y laboratorios remotos no solo ha facilitado el acceso a escenarios de aprendizaje innovadores, sino que también ha mejorado la percepción de los estudiantes sobre su formación en áreas clave de la ingeniería. La alta satisfacción reportada sugiere que este modelo educativo puede replicarse y expandirse en otras asignaturas y programas de estudio para fortalecer el desarrollo de competencias técnicas.

Para evaluar la percepción de los estudiantes sobre la implementación del Laboratorio Smart Industries, se aplicó una encuesta en la que se analizaron aspectos clave como la

representatividad de las tecnologías utilizadas, el fortalecimiento de habilidades técnicas y la satisfacción con la metodología de enseñanza en diversas materias. Los resultados indican una alta aceptación del laboratorio como herramienta de formación en automatización y control.

Se realizó un censo mediante Microsoft Forms, a 63 estudiantes de diferentes asignaturas a través de un código QR al final del semestre. El 88.46% de los encuestados considera que las tecnologías del laboratorio reflejan las utilizadas en la industria actual, validando su alineación con las necesidades del sector. Además, el 96.15% afirmó que las actividades fortalecieron sus habilidades en resolución de problemas aplicados a contextos industriales, destacando la efectividad del enfoque en automatización y control.

En cuanto a la metodología de enseñanza, las asignaturas evaluadas obtuvieron una alta aceptación: Redes Industriales (82.69% de acuerdo o totalmente de acuerdo), Autómatas Programables (86.53%), Dispositivos Inteligentes (73.07%) y Sistemas Integrados de Manufactura (71.14%). Estos resultados confirman la pertinencia del laboratorio en la formación de competencias clave en ingeniería.

Los resultados muestran una tendencia positiva en la percepción del impacto del laboratorio en las distintas asignaturas, consolidando su relevancia en la formación de los estudiantes. Estos datos validan la importancia del Laboratorio Smart Industries como una herramienta efectiva para la enseñanza de automatización y control, asegurando que los estudiantes adquieran competencias alineadas con las demandas del sector industrial.

CONCLUSIONES

El desarrollo e implementación de laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de ingeniería ha demostrado ser una estrategia innovadora y efectiva para mejorar el aprendizaje y la adquisición de competencias técnicas en los estudiantes. A través del proyecto se han generado avances significativos en la virtualización de prácticas de laboratorio, con un enfoque particular en el Laboratorio Smart Industries del Instituto Tecnológico Superior de Cananea. Este enfoque ha permitido que los estudiantes accedan a entornos de aprendizaje más dinámicos e interactivos, independientemente de las limitaciones físicas y económicas que anteriormente dificultaban su formación.

La combinación de Investigación Basada en Diseño (IBD) con el uso de Game Design Document (GDD) ha permitido estructurar experiencias de aprendizaje más inmersivas y alineadas con las necesidades de la Industria 4.0. Se recomienda la adopción progresiva de esta metodología en otras áreas de la ingeniería, asegurando su continua optimización mediante evaluaciones iterativas basadas en el modelo IBD.

Entre los principales beneficios de este modelo educativo destacan la accesibilidad y flexibilidad, ya que los estudiantes pueden realizar prácticas desde cualquier ubicación, eliminando restricciones de espacio y tiempo. Además, el aprendizaje iterativo permite repetir simulaciones sin riesgos, favoreciendo la consolidación del conocimiento. La seguridad en la operación es otro aspecto clave, pues al reducir el riesgo asociado al uso de maquinaria pesada en entornos físicos, se protege a los estudiantes y se prolonga la vida útil de los equipos. Finalmente, la optimización de recursos minimiza la inversión en

infraestructura y mantenimiento de equipos físicos, reduciendo significativamente los costos operativos.

La implementación de laboratorios virtuales y remotos presenta desafíos a considerar. Los requerimientos tecnológicos afectan la experiencia del usuario, ya que el rendimiento depende de la capacidad de los dispositivos. La capacitación docente es esencial para la integración efectiva de estas herramientas en la enseñanza. Asimismo, la infraestructura de conectividad debe ser estable y segura para evitar fallas en la transmisión de datos. La validación de competencias requiere metodologías de evaluación que midan el impacto en el aprendizaje. Finalmente, la inversión y adecuación de espacios es clave para contar con equipamiento, software y un Laboratorio Virtual adecuado para el desarrollo y aplicación de prácticas inmersivas.

Estos factores son clave para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto, asegurando que los laboratorios virtuales y remotos sean una herramienta efectiva para la formación en ingeniería.

El éxito de ViMROL abre la posibilidad de expandir este modelo a otras disciplinas de ingeniería, integrando nuevas tecnologías como Inteligencia Artificial (IA), Internet de las Cosas (IoT) y Big Data en la formación práctica. Además, se plantea la posibilidad de establecer convenios interinstitucionales que permitan el uso compartido de laboratorios remotos en diferentes instituciones del Tecnológico Nacional de México (TecNM).

La implementación de laboratorios virtuales y remotos representa un paso fundamental hacia la modernización de la educación en ingeniería. Si bien persisten desafíos, los beneficios superan ampliamente las limitaciones, consolidando a este modelo como una alternativa viable y efectiva para la formación de futuros ingenieros en un entorno cada vez más digitalizado y globalizado.

BIBLIOGRAFÍA

Bekteshi, L. (2025). Education in the era of AI and immersive technologies: A systematic review. *Journal of Research in Engineering and Computer Sciences*, 3(1), 1–14. <https://doi.org/10.63002/jrecs.31.779>

Cornejo-Aparicio, V., Ortiz-Mamani, W., Maraza-Itomacedo, D., & Flores-Silva, S. (2021). Documento de diseño de un videojuego (GDD) para uso educativo. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, E46, 125–136.

De Benito Crosetti, B., & Salinas Ibáñez, J. M. (2016). La investigación basada en diseño en tecnología educativa. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 0, 44–59.

Kaul, P. (2024). The impact of virtual reality on experiential learning in higher education. *Archives of... (revista/actas)*, (artículo en línea). <https://archives.publishing.org.in/index.php/archives/article/view/137>

Elías González, M. A. (2023). Prácticas de laboratorio en entornos inmersivos tridimensionales: Taller de Electromecánica, planta termoeléctrica. *Revista Electrónica ANFEI DIGITAL*, 15. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/905>

Elías González, M. A., & Villa Medina, R. J. (2024). Prácticas de laboratorio de Smart Industries en Realidad Virtual y remoto para la educación superior. *Revista Electrónica ANFEI DIGITAL*, 16, 833–833. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/1016>