

PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE SMART INDUSTRIES EN REALIDAD VIRTUAL Y REMOTO PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR

LAB PRACTICES OF SMART INDUSTRIES IN VIRTUAL REALITY AND REMOTE ENVIRONMENTS FOR HIGHER EDUCATION

M. A. Elías González Vázquez¹
R. J. Villa Medina²

RESUMEN

La evolución hacia el año 2050 requiere ingenieros con habilidades innovadoras, especialmente en un entorno educativo virtual en crecimiento constante. El presente trabajo es una propuesta para la integración de entornos inmersivos y laboratorios remotos como herramientas clave para potenciar las competencias de ingeniería. Lo anterior, a partir de la adaptación del Centro Integrado de Manufactura en un Laboratorio Smart Industries, diseñado para formar profesionales listos para enfrentar los desafíos de las Smart Industries. En el Laboratorio Smart Industries se emplean tecnologías de Realidad Virtual y operación remota con Estaciones Didácticas de instrumentación utilizando la metodología Investigación Basada en Diseño. Estas prácticas proporcionan nuevas herramientas para preparar a los estudiantes para el mercado laboral futuro, donde las habilidades en entornos virtuales y el dominio de tecnologías emergentes serán indispensables. Esta propuesta ofrece un enfoque innovador y práctico para abordar las necesidades de capacitación de los ingenieros en el contexto de las Industrias Inteligentes del futuro.

ABSTRACT

The evolution towards the year 2050 requires engineers with innovative skills, especially in a constantly growing virtual educational environment. This paper is a proposal for the integration of immersive environments and remote laboratories as key tools to enhance engineering competencies. This is done through the adaptation of the Integrated Manufacturing Center into a Smart Industries Laboratory, designed to train professionals ready to face the challenges of Smart Industries. In the Smart Industries Laboratory, Virtual Reality technologies and remote operation with Didactic Instrumentation Stations are employed using the Design-Based Research methodology. These practices provide new tools to prepare students for the future job market, where skills in virtual environments and mastery of emerging technologies will be indispensable. This proposal offers an innovative and practical approach to addressing the training needs of engineers in the context of future Smart Industries.

ANTECEDENTES

En el horizonte hacia el año 2050, se vislumbra una evolución significativa en la formación de ingenieros, impulsada por la creciente demanda de habilidades innovadoras en un mundo tecnológicamente avanzado. La transformación del panorama educativo hacia modalidades virtuales, acelerada por la contingencia de salud provocada por el COVID-19, ha subrayado la necesidad de estrategias flexibles y vanguardistas para la formación de ingenieros.

En el ámbito de la educación superior, la adquisición de competencias técnicas conlleva la necesidad de interactuar con equipamiento especializado, lo que plantea desafíos considerables, especialmente en el contexto de la enseñanza virtual, también se identificó la

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

problemática de la restricción del acceso a los laboratorios debido a limitaciones de matrícula y la disponibilidad de dispositivos didácticos.

En la cual surge la interrogante: ¿Cómo pueden integrarse herramientas de entornos inmersivos tridimensionales y laboratorios remotos para mejorar la adquisición de competencias en ingeniería en un escenario proyectado hacia el año 2050? Esta pregunta de investigación refleja la necesidad de explorar nuevas estrategias pedagógicas que aprovechen las tecnologías emergentes para potenciar el aprendizaje en ingeniería.

En la cual se define el objetivo general en diseñar prácticas de laboratorio para el eje del conocimiento "Automatización y Control" del Programa Educativo Ingeniería Electromecánica, con el fin de preparar a los estudiantes para integrar tecnologías emergentes en Smart Industries, asegurando su competencia y seguridad en su aplicación en el ámbito laboral.

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

1. Revisar exhaustivamente los contenidos temáticos y prácticas de laboratorio de todas las asignaturas del área de "Automatización y Control" en el plan de estudios, identificando los conocimientos fundamentales necesarios para desarrollar competencias indispensables en los estudiantes.
2. Utilizar la Realidad Virtual a través del software Simlab VR como herramienta de entrenamiento previo a la manipulación de equipos que presenten riesgos, asegurando un enfoque lúdico y seguro para los estudiantes.
3. Emplear Estaciones Didácticas de Instrumentación (EDI) para capacitar a los estudiantes en el diseño, implementación y programación de tecnologías requeridas para Smart Industries (SI), facilitando el acceso a los equipos sin restricciones de horario y promoviendo la colaboración con otras instituciones educativas.
4. Rediseñar las Guías de Prácticas de Laboratorio para materias como Automatas Programables, Redes de Comunicación Industrial y Dispositivos Inteligentes, con el objetivo de proporcionar elementos para el desarrollo de competencias esenciales para el mercado laboral.
5. Implementar progresivamente las guías de prácticas en el plan de estudios, comenzando desde el séptimo semestre y siguiendo un orden ascendente, para brindar a los estudiantes más oportunidades de experimentar físicamente con elementos de automatización comúnmente utilizados en SI.

Se sugiere la implementación de laboratorios virtuales y remotos como una alternativa para que los estudiantes dispongan de más tiempo y espacio para practicar de manera individual. Esto se debe a la importancia fundamental de la experimentación física en la enseñanza de conocimientos relacionados con la automatización y el control. Con la tendencia de ofrecer laboratorios disponibles las 24 horas del día, los 7 días de la semana para los estudiantes, adaptando el laboratorio, las guías de prácticas y los contenidos temáticos de las materias con el objetivo de que los egresados sean más competitivos en el entorno laboral como sugiere Gustavsson et al. (2006).

Esta iniciativa cobra especial relevancia en una región fronteriza con un importante avance industrial, donde destacan sectores como la industria minera, automotriz, aeroespacial y de semiconductores.

La implementación de laboratorios virtuales y remotos se presenta como una solución innovadora para abordar estas dificultades, proporcionando a los estudiantes más tiempo y espacio para prácticas individuales, asegurando su seguridad y promueve la adquisición de competencias relevantes para el futuro de la ingeniería. Esta propuesta de investigación se desarrolla en el marco de un escenario prospectivo hacia el año 2050, donde la formación de ingenieros se ve transformada por avances tecnológicos y nuevas demandas del mercado laboral. Se lleva a cabo en instituciones educativas de ingeniería, con un enfoque particular en el "Laboratorio Smart Industries" (LSI), adaptándolos para ser centros de excelencia en la formación de profesionales preparados para las industrias del futuro.

Esta propuesta se dirige específicamente al "Laboratorio Smart Industries" (LSI), cuyo ámbito de conocimiento abarca diversas asignaturas del Programa Educativo (PE) de Ingeniería Electromecánica. Dichas asignaturas incluyen: Introducción a la Programación, Controles Eléctricos, Autómatas Programables, Instrumentación Industrial, Ingeniería de Control Clásico, Redes de Comunicación Industriales y Dispositivos Inteligentes. Además, se extiende su aplicación a asignaturas del PE de Ingeniería Industrial, como Manufactura Esbelta, Sistema de Manufacturas, Logística y Cadenas de Suministros, así como Sistemas Indicadores. Incluso se contempla su utilidad en asignaturas relacionadas con Inteligencia Artificial y Sistemas Cibernéticos del PE de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

El área de enfoque abarca, en primer lugar, estaciones didácticas destinadas a la enseñanza y estudio individual (tanto remoto como local) de los instrumentos empleados en automatización y control. Posteriormente, se examina el "Sistema de Transporte de Bandas Modulares" (STBM) modelo LPAIC, desarrollado por la empresa DEDUTEL y ubicado en uno de los talleres de la carrera de Ingeniería Electromecánica del TecNM Cananea. Con un enfoque detallado, se analiza la documentación técnica y los modelos tridimensionales de los espacios de trabajo, tales como la Estación Central de Control (ECC), la estación de almacenamiento, la Estación de Maquinado CNC (EMCNC) y la estación de enlatado (EEnl).

El desarrollo y la programación de las prácticas virtuales se llevan a cabo utilizando el software especializado Simlab VR. Se realizan pruebas de simulación con equipos de lentes de Realidad Virtual, especialmente con Oculus Quest 2, así como, con otros dispositivos inteligentes como Android/iOS y computadoras personales con Windows 10/11 y macOS.

Es importante destacar que, las acciones realizadas en entornos virtuales pueden estar sujetas a limitaciones impuestas por las plataformas utilizadas. En otras palabras, la realización completa de las prácticas de laboratorio virtuales puede depender del poder de procesamiento del equipo en el que se ejecuten. Además, para su operación remota, se requiere una comunicación ininterrumpida por ambas partes. En respuesta a esto, se han adquirido equipos con capacidades suficientes para garantizar una operación correcta y se ha establecido una red dedicada específicamente para el uso del departamento de IT.

El estudio propuesto se enfoca en anticipar las demandas de habilidades innovadoras en un mundo tecnológicamente avanzado mediante el uso de herramientas como la RV y laboratorios remotos para integrar tecnologías emergentes y mejorar la adquisición de competencias en áreas como Automatización y Control. Esto incrementa la flexibilidad y

accesibilidad del aprendizaje, fomenta la colaboración entre instituciones educativas y prepara a los estudiantes para desafíos tecnológicos actuales y futuros, asegurando así su relevancia en sectores industriales regionales como la minería, automotriz y aeroespacial.

METODOLOGÍA

La tecnología de Realidad Virtual (RV) 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 RV puede ser aplicada en diversas áreas y niveles educativos. Sin embargo, su uso aún no se adopta por la necesidad de acceso a la tecnología requerida para sumergirse en entornos tridimensionales. La RV implica la creación de un mundo alternativo generado por computadora, lo que permite una experiencia inmersiva en el proceso de aprendizaje.

La enseñanza tradicional a menudo limita el aprendizaje de los estudiantes a un papel pasivo, disminuyendo su motivación intrínseca. Para mejorar la experiencia educativa, es crucial que los estudiantes adopten un rol más activo. La RV emerge como una herramienta poderosa, permitiendo a los estudiantes sumergirse en entornos virtuales interactivos que fomentan la exploración y el descubrimiento activo, impulsando su compromiso y motivación. Integrar laboratorios remotos en el proceso educativo les brinda la oportunidad de realizar experimentos desde cualquier lugar con acceso a internet, complementando su formación teórica con prácticas.

En cuanto al desarrollo de prácticas en entorno inmersivos tridimensionales se aplica la metodología utilizada para las guías de prácticas virtuales que ya se implementan en la institución, mediante el software Simlab VR (González, 2023). A su vez se pretende generar nuevos recursos didácticos como complemento para las Prácticas de Laboratorio desde un entorno de Realidad Virtual (RV), teléfono inteligente y/o computadora personal.

Para desarrollar las prácticas de laboratorio virtuales, se han empleado dos metodologías distintas:

1) La Metodología de Investigación Basada en el Diseño (IBD), que se utilizó para integrar las prácticas virtuales como recurso didáctico en el diseño instruccional; 2) El Game Design Document (GDD), donde se han definido criterios específicos para la simulación de las prácticas en el entorno inmersivo.

De esta manera, se ha elaborado un diseño de prácticas virtuales que ofrece a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más envolvente y participativa; Para el diseño y desarrollo de prácticas de laboratorio remoto se emplea la metodología de IBD. Esta metodología permite adaptar contenidos para maximizar el desarrollo de competencias profesionales, con la posibilidad de integrar mejoras continuas en las guías de prácticas para una mejora constante de los contenidos.

La 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. Como se observa la Figura 1, el proceso de la IBD consta de cinco fases de desarrollo. Es fundamental tener en cuenta que estas fases no

siguen un orden estricto de principio a fin. Es decir, las fases pueden retroceder si surge la necesidad de modificaciones o revisiones que no se hayan considerado en alguna etapa previa. (de Benito y Salinas, 2016).

Figura 1. *Proceso de la investigación de desarrollo*

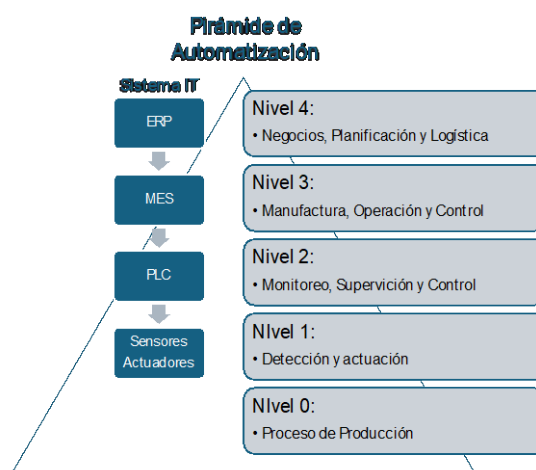


Fuente: de Benito y Salinas (2016)

Un GDD o Documento de Diseño de Videojuego, es una guía que detalla las características, elementos y otros aspectos relevantes de un videojuego en particular. Este documento integra y define ideas, versiones, desarrollos, personajes, arte, jugabilidad, entre otros aspectos, con el objetivo de proporcionar una visión general para futuros desarrolladores no familiarizados con el juego (Manrubia, 2014). Sin embargo, al considerar que estas prácticas no constituyen un videojuego en sentido estricto, ya que carecen de elementos como un guion narrativo, personajes, y género, el GDD se enfocó únicamente en aspectos técnicos como la jugabilidad, la interacción, los controles, la interfaz y los estilos visuales.

Para simplificar un GDD con un enfoque educativo, según lo propuesto por Cornejo et al. (2021), ya que, la educación no persigue objetivos comerciales y, por tanto, no aborda aspectos de marketing, sino que, se centra en aspectos instructivos y evaluativos.

Figura 2. *La percepción actual de la pirámide de automatización, compuesta por cinco niveles jerárquicos diferentes (0 a 4) y los sistemas informáticos correspondientes*



Fuente: Körner et al. (2019)

Es crucial resaltar que las exigencias actuales de la industria demandan un nivel de competencia cada vez más alto por parte de los egresados. La Figura 2 ofrece una representación actualizada de la pirámide de automatización en las empresas contemporáneas, la cual consta de cinco niveles o jerarquías (Körner et al., 2019).

Considerando los contenidos temáticos del área de Automatización y Control, se identifican las competencias necesarias para los estudiantes, enfocadas en alcanzar los requisitos de estas pirámides, especialmente en la asignatura de Autómatas Programables hasta el nivel.

2. Respecto a las asignaturas de Redes de Comunicación Industrial y Dispositivos Inteligentes, se prevé el desarrollo de competencias correspondientes a los niveles 3 y 4, alineadas con las demandas de la industria.

RESULTADOS

La presentación de los resultados se centra en la práctica de laboratorio de las asignaturas de Autómatas Programables, utilizando la metodología de fases de IBD, en donde se menciona todos los criterios y actividades que se desarrollaron para el logro de Laboratorios Virtuales y Remotas.

Fase 1: Análisis de la situación y definición del problema

Tomando en cuenta el laboratorio Centro Integrado de Manufactura (CIM) los equipos didácticos cayeron en desuso debido a la falta de mantenimiento y actualización. Esto resultó en un deterioro progresivo de su funcionalidad y relevancia para las prácticas educativas. La ausencia de inversiones para su rehabilitación, así como la inexistencia de programas de capacitación para su uso adecuado, contribuyeron a que el equipo quedara relegado y subutilizado, limitando así las oportunidades de aprendizaje práctico para los estudiantes.

Figura 3. *Vista panorámica del Laboratorio Smart Industries*



Ante la problemática mencionada anteriormente, se procedió a realizar la rehabilitación del Centro de Investigación y Manufactura (CIM) en el Laboratorio Smart Industries, como se ilustra en la Figura 3. Esto facilita una mayor cobertura entre los diversos Programas Educativos (PE), con un enfoque particular en la carrera de Ingeniería Electromecánica, especialmente en la asignatura de Autómatas Programables.

La asignatura de Autómatas Programables tiene como objetivo comprender y aplicar los Controladores Lógicos Programables (PLC) en procesos de automatización, incluyendo la comprensión de su estructura y los elementos que la componen. Dominio de técnicas de programación tanto básicas como avanzadas en PLC, así como, el conocimiento de las especificaciones de conexiones de entradas y salidas. Además, poseer habilidades en la aplicación de redes de Petri para la sincronización de múltiples procesos en sistemas de eventos discretos.

Fase 2: Desarrollo de la solución

Se desarrollan dos propuestas para la creación de Guías de Prácticas de Laboratorio (GPL), una enfocada en la práctica virtual y otra en la práctica remota. La primera consiste en el desarrollo de una práctica virtual que permite alcanzar las competencias requeridas mencionadas anteriormente en la asignatura seleccionada, mediante la manipulación directa de los equipos didácticos, como el LSI, en un entorno virtual. La segunda propuesta implica la realización de una práctica remota, donde los estudiantes pueden manipular los equipos de laboratorio de forma remota, pero esta práctica también se lleva a cabo presencialmente, es decir, los estudiantes están físicamente presentes en el laboratorio mientras realizan la práctica a través de una conexión remota. Ambas propuestas se integran en una sola GPL, lo cual requiere la inclusión de todos los elementos de manera tridimensional y se apoya en residencias profesionales para su desarrollo.

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, por lo tanto, se propone la “Practica de Laboratorio Virtual: SBTM de la compañía DEDUTEL – Familiarización de equipos y accesorios” que tiene el objetivo de adquirir conocimientos sobre los equipos incluidos en el recurso didáctico, incluyendo sus nombres, modelos y características, esta comprensión previa permitirá a los participantes prepararse adecuadamente para utilizar los equipos de manera efectiva y segura durante las actividades prácticas subsiguientes.

Además, en el desarrollo de la Estación Didáctica de Instrumentación (EDI), se han implementado equipos que incluyen una variedad de instrumentos destinados al control y la automatización del sistema completo. Estos instrumentos abarcan desde Controladores Lógicos Programables (PLC), variadores de frecuencia, robots manipuladores, motores trifásicos, hasta sensores inductivos, sensores capacitivos, válvulas neumáticas, entre otros, con el fin de integrar las Guías de Prácticas de Laboratorio (GPL) en Autómatas Programables.

Fase 3: Implementación

Tomando en consideración las propuestas mencionadas anteriormente, en la Estación Didáctica de Instrumentación (EDI) como se ilustra la Figura 4, la cual fue diseñada y construida localmente, se utilizaron donaciones tanto de la industria local como del personal de la institución. Además, se utiliza el Sistema de Transporte de Bandas Modulares (SBTM) de la compañía DEDUTEL, un equipo en desuso que ha sido rehabilitado por estudiantes de la misma institución. Este proceso de rehabilitación se ha llevado a cabo con materiales donados por la industria local, así como por los propios estudiantes que residen en la institución, junto con la colaboración de los docentes encargados de impartir las asignaturas relacionadas.

Figura 4. Estación Didáctica de Instrumentación (EDI)

Para la digitalización de los equipos tridimensionales se integró una residencia profesional “Modelación mecánica y renderización 3D del laboratorio Smart Industries del taller de electromecánica del ITSC”, la cual llevó a cabo el estudiante Jesús Yobal García con No. de Control: 19691274. Que tiene por objetivo de recopilar información detallada sobre las características y dimensiones del conjunto de CIM, incluyendo motores, brazos robóticos, fresadoras CNC, estructuras, sensores y accesorios, y utilizará esta información como base para plasmar planos y archivos de ensamblaje en el software SolidWorks.

Como resultado de la residencia profesional, se elaboraron más de 3600 piezas y ensambles tridimensionales del equipo didáctico. La Figura 5 muestra los productos obtenidos con la residencia profesional del estudiante, cuyo trabajo fue realizado en el software de diseño asistido por computadora SolidWorks 2022, bajo licencia académica del ITSC.

Los productos obtenidos durante la residencia profesional se incorporaron en la investigación para facilitar el desarrollo de prácticas que implican la visualización y el estudio de los componentes utilizando el software Simlab VR. Este software permite la creación de entornos de Realidad Virtual en CAD (Diseño Asistido por Computadora) sin requerir de conocimientos avanzados de codificación o de lenguajes de programación. A continuación, se presenta la integración de los elementos 3D (véase Figura 6) y la simulación del Laboratorio SI (véase Figura 7) mediante el uso del software especializado Simlab VR.

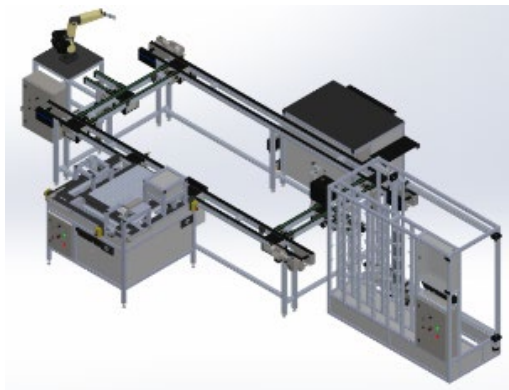
Figura 5. Modelos 3D generados en SolidWorks

Figura 6. Integración de elementos 3D en Simlab VR



Figura 7. Simulación de Laboratorio SI en Simlab Viewer



Fase 4: Validación

Después de desarrollar las prácticas virtuales y remotas, se llevó a cabo una consulta con la Academia de Ingeniería Electromecánica para su evaluación, con la participación de docentes de diferentes especialidades. Este proceso buscaba integrar las prácticas virtuales y remotas como un complemento a las Guías de Prácticas de Laboratorio (GPL), con el objetivo de ser aceptadas e implementadas. Finalmente, se procedió a la integración de las prácticas virtuales y remotas de laboratorio en la asignatura de Autómatas Programables (MCC-2102), como se ilustra en la Figura 8.

Figura 8. Guía de Practica de Laboratorio: Smart Industries

 Tecnológico NACIONAL DE MÉXICO		Tecnológico Nacional de México Campus Cananea		 INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CANANEA	
FORMATO PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO					
PROGRAMA EDUCATIVO		PLAN DE ESTUDIO		NOMBRE DE LA ASIGNATURA	
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		IEME-2010-210		AUTÓMATAS PROGRAMABLES EN LABORATORIO SMART INDUSTRIES	
				CLAVE	
				MCC-2102	
PRÁCTICA NO.		NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)	
1		Control de arranque suave de motor trifásico con variador de frecuencia y botonera conectada a PLC.		2.3	
				CONTROL	
				MCC-2102-P01 Rev00	

CONCLUSIONES

La implementación de la propuesta está alineada con la visión futura de la formación de ingenieros, donde la integración de tecnologías avanzadas como entornos virtuales y laboratorios remotos es fundamental. En un mundo cada vez más digitalizado y orientado hacia la industria inteligente, es crucial que los ingenieros del futuro estén preparados para enfrentar los desafíos emergentes y aprovechar las oportunidades que ofrecen las tecnologías disruptivas. Por lo tanto, esta iniciativa no solo busca mejorar la experiencia

educativa actual, sino también preparar a los estudiantes para un panorama profesional donde la innovación y la adaptabilidad son clave.

La inclusión de prácticas virtuales y laboratorios remotos no solo amplía el acceso al conocimiento, sino que también fomenta habilidades relevantes para el futuro, como la capacidad de trabajar en entornos virtuales colaborativos y la adaptación a tecnologías emergentes. Además, el enfoque en la seguridad y la comprensión profunda de los procedimientos prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo real en el campo de la electromecánica, donde la precisión y la minimización de riesgos son críticas. Sin embargo, es importante abordar las limitaciones y desafíos asociados con la implementación de estos recursos, como la posible simplificación de información y la necesidad de desarrollar las competencias tecnológicas de los docentes. En última instancia, esta propuesta no solo busca mejorar la calidad de la formación actual, sino también sentar las bases para una educación ingenieril más adaptable, innovadora y centrada en las necesidades de un mundo en constante evolución.

BIBLIOGRAFÍA

- De Antonio, A., Villalobos, M. y Luna, E. (2000). Cuándo y Cómo usar la realidad virtual en la enseñanza. *Revista de Enseñanza y Tecnología*, No. 16, pp. 26–36. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9059011>
- de Benito, B. y Salinas, J. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *RiiTE Revista Interuniversitaria de investigación en tecnología educativa*. <https://doi.org/10.6018/RIITE2016/260631>
- Cornejo, V., Ortiz, W., Maraza, D. y Flores, S. (2021). Documento de diseño de un videojuego (GDD) para uso educativo. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E46), pp. 125–136. <https://www.proquest.com/openview/5896f6d62820088603d9e06bdcc46992/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- González, M. (2023). Prácticas de laboratorio en entornos inmersivos tridimensionales: Taller de Electromecánica, Planta Termoeléctrica. *Revista ANFEI Digital*, núm. 15. <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/905/1535>
- Gustavsson, I., Zackrisson, J., Åkesson, H., Håkansson, L., Claesson, I., & Lagö, T. (2006). Remote Operation and Control of Traditional Laboratory Equipment. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE)*, 2(1). <https://online-journals.org/index.php/i-joe/article/view/326>
- Körner, M., Bauer, D., Keller, R., Rösch, M., Schlereth, A., Simón, P., Bauernhansl, T., Fridgen, G., & Reinhart, G. (2019). Extending the automation pyramid for industrial demand response. *Procedia CIRP*, vol. 81, pp. 998–1003. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2019.03.241>
- Manrubia, A. (2014). El proceso productivo del videojuego: fases de producción. *Historia y Comunicación Social*, vol. 19, pp. 791–805. https://doi.org/10.5209/REV_HICS.2014.V19.45178