

EDUCACIÓN, CREATIVIDAD E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: NUEVOS HORIZONTES PARA EL APRENDIZAJE. ACTAS DEL VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y COOPERACIÓN, CINAIC 2025

María Luisa Sein-Echaluce Lacleta, Ángel Fidalgo Blanco y Francisco José García Peñalvo (coords.)

1ª Edición. Zaragoza, 2025

Edita: Servicio de Publicaciones. Universidad de Zaragoza.



Servicio de
Publicaciones
Universidad Zaragoza

EBOOK ISBN 978-84-10169-60-9

DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9



Esta obra se encuentra bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial (ccBY-NC). Ver descripción de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Referencia a esta obra:

Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (coords.) (2025). *Educación, Creatividad e Inteligencia Artificial: nuevos horizontes para el Aprendizaje. Actas del VIII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2025 (11-13 de Junio de 2025, Madrid, España)*. Zaragoza. Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9

Laboratorio Remoto Docente Virtual del proceso de corte y grabado láser

Virtual Remote Educational Laboratory for laser cutting and engraving process

González-Suárez, Paula, González-Medina, José A., Hernández-Castellano, Pedro M.
pedro.hernandez@ulpgc.es

Grupo de Innovación Educativa Ingeniería de Fabricación. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Las Palmas de Gran Canaria, España

Resumen- En la actualidad se observa una desconexión notable del estudiantado con el sistema educativo tradicional, relacionado con el abandono de los estudios y el fracaso escolar. En un contexto donde la revolución digital define las demandas profesionales en el mercado laboral, la educación en ingeniería se ve en la necesidad de adaptarse para formar profesionales correctamente cualificados. Ante esta situación surgen los Laboratorios Remotos Docentes Virtuales (LRDV), que tienen por objetivo proporcionar a los estudiantes acceso libre a la experimentación a través de plataformas digitales, que contribuya de forma positiva a su formación profesional. En este trabajo se describe el desarrollo de un LRDV realizado por el grupo de innovación educativa Ingeniería de Fabricación de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, para la asignatura de “Tecnologías de Desarrollo de Productos” del grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, así como los primeros resultados de una experiencia preliminar con este laboratorio en la asignatura y la evaluación de su impacto.

Palabras clave: *gemelo digital, laboratorio remoto docente virtual, industria 4.0, educación en ingeniería*

Abstract- Nowadays, a disconnection between students and the traditional educational system has been observed. This phenomenon has become increasingly evident, contributing to school dropouts and academic failure. In an era of digital revolution, engineering education must adapt to meet the demands of the labor market by training highly qualified professionals. In this context, Remote Virtual Educational Laboratories (LRDV) offer students unrestricted Access to experimentation through digital platforms, enhancing their professional development. This study presents the development of an LRDV by the Educational Innovation Group in Manufacturing Engineering of the University of Las Palmas de Gran Canaria, for the subject “Product Development Technologies” for the Industrial Design and Product Development Engineering degree. A preliminary implementation of the laboratory is described, along with an evaluation of its impact on students’ learning experiences and engagement.

Keywords: *digital twin, virtual remote educational laboratory industry 4.0, engineering education*

1. INTRODUCCIÓN

El absentismo escolar y el abandono temprano de la educación han sido objeto de numerosas investigaciones debido a su impacto directo en el rendimiento académico y el fracaso escolar. Este problema, fundamental para el desarrollo de nuevas generaciones, genera una importante necesidad de adaptación a un entorno cada vez más competitivo donde la

enseñanza tradicional ya no es igual de efectiva (Bayón-Calvo et al., 2017; Teresa & González, 2014; Vega-González, 2013). La falta de vinculación e interés del estudiantado con el sistema educativo tradicional dificulta en gran medida el proceso de enseñanza. En respuesta a esta situación, se han explorado nuevas estrategias pedagógicas orientadas a diseñar entornos de aprendizaje más personalizados que favorezcan la participación estudiantil, como la disciplina de Diseño de Experiencias de Aprendizaje (*Learning Experience Design, LXD*) (Tawfik et al., 2022; González-Suárez et al., 2024).

En la Educación en Ingeniería, esta necesidad de innovación es especialmente relevante en el contexto actual de la Industria 4.0, marcada por una importante transformación digital y tecnológica. En este ámbito, los laboratorios de prácticas desempeñan un papel esencial en la formación del estudiantado, aunque a menudo enfrentan importantes limitaciones, como falta de personal, espacios y presupuesto (Pesa et al., 2014; Lorandi Medina et al., 2011). Los laboratorios deben adaptarse a este contexto, que exige un mayor grado de flexibilidad e interconexión que la enseñanza tradicional (Lee et al., 2018; Parrott & Warshaw, 2017; González-Suárez et al., 2024).

Ante esta situación, los Laboratorios Remotos (LR) surgen como una alternativa prometedora para adaptar la Educación en Ingeniería al contexto actual. Los LR consisten en laboratorios físicos que pueden ser operados a distancia, lo que permite a los estudiantes acceder a experiencias prácticas sin necesidad de estar presentes en el aula. Gracias a su capacidad para generar entornos de aprendizaje personalizados, facilitan la exploración interactiva de conceptos científicos desde cualquier ubicación, eliminando restricciones de tiempo y recursos (Nardi Da Silva et al., 2023; González-Suárez et al., 2024). Su integración en la Educación en Ingeniería no solo optimiza la enseñanza práctica, sino que también refuerza la conexión entre la formación académica y las exigencias del sector industrial en la era de la Industria 4.0 (Lorandi Medina et al., 2011).

La aplicación de los principios de la Industria 4.0 no se limita únicamente a laboratorios con fines de investigación o fabricación, sino que también abarca aquellos con fines educativos. Aquí gana relevancia el Laboratorio Docente (LD), que consisten en espacios diseñados específicamente para la realización de prácticas, pruebas y experimentos con fines educativos. La combinación del concepto de LR con el de LD, abre nuevas posibilidades educativas, como la Educación 4.0, que integra nuevas tecnologías con el objetivo de lograr un aprendizaje más eficaz. La transformación de las condiciones

industriales actuales tiene un impacto directo en la formación de los estudiantes de ingeniería, quienes deben prepararse para afrontar los retos que presenta el entorno actual (Terkowsky et al., 2019; Lorandi Medina et al., 2011). El interés en esta clase de tecnologías aplicadas a los entornos educativos lleva tiempo en el entorno académico, siendo una tendencia en aumento desde 1995 (Nardi Da Silva et al., 2023; Heradio et al., 2016), coincidiendo con la mejora y democratización de las tecnologías digitales.

En el marco de la Industria 4.0, la Educación 4.0 y los LR, es esencial abordar el concepto de Gemelo Digital (GD). Este concepto hace referencia a los modelos virtuales que replican el comportamiento de un sistema físico real. Su objetivo es el de recrear la funcionalidad, geometría y comportamiento del sistema, permitiendo la simulación en tiempo real de tecnologías y procesos de fabricación (Parrott & Warshaw, 2017; Wu et al., 2020). El surgimiento de los GDs responde a nuevas demandas, como una mayor competitividad comercial y la integración de sistema ciberfísicos, factores que, entre otros, han impulsado la Industria 4.0. Es por ello que la combinación de LR, LDs y GDs cobra especial importancia en la Educación en Ingeniería, ya que tienen la posibilidad de generar un cambio sustancial en la enseñanza actual de disciplinas científico-tecnológicas (Guinaldo et al., 2013; González-Suárez et al., 2024). Además, esta tecnología también presenta ventajas frente a crisis sanitarias que exijan confinamiento, así como el ahorro de recursos materiales en el laboratorio y la posibilidad de experimentar con equipos de investigación que supongan un riesgo para la salud o que supongan una gran inversión económica.

2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

En este contexto, la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles (EIIC) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) ha puesto en marcha un proyecto de innovación educativa. Este proyecto tiene por objetivo fomentar una mayor responsabilidad y compromiso del estudiantado en su proceso de aprendizaje mediante la implementación de Laboratorios Remotos Docentes Virtuales (LRDV) en asignaturas de tres grados de ingeniería universitarios. Esta contribución se centra en el LRDV creado para su aplicación en la asignatura “Tecnologías de Desarrollo de Productos” del cuarto año del grado Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos (GIDIDP) (González-Suárez et al., 2024).

A. Investigación sobre la experiencia de usuario

Se llevó a cabo una exploración preliminar de la experiencia de estudiantes respecto al LRDV en el GIDIDP, utilizando un grupo focal con cinco alumnos y un cuestionario cerrado aplicado a veinte. El grupo focal permitió recoger opiniones diversas y explorar sus motivaciones, mientras que el cuestionario sirvió para validar los hallazgos con mayor alcance.

Los estudiantes de GIDIDP muestran insatisfacción con las prácticas de laboratorio debido a la falta de apoyo y claridad en los objetivos. Proponen incorporar proyectos prácticos que les permitan trabajar con maquinaria y enriquecer su portafolio. Aunque reconocen una mejora en la comprensión teórica, perciben una desconexión con la práctica. A pesar de las dificultades, refuerzan su estudio con recursos en línea, y algunos desarrollan interés en las áreas abordadas. Esto nos

permite establecer el objetivo de mejorar su capacidad para la manipulación de la máquina y poder así realizar proyectos representativos de sus conocimientos.

B. Descripción del LRDV

Para esta asignatura se elaboró un LRDV piloto que tiene por objetivo simular el comportamiento de una máquina industrial de corte y grabado láser, utilizada en las prácticas de laboratorio, desarrollando un gemelo digital de la misma (véase Fig 1). Este gemelo digital consiste en una aproximación a la máquina física creada con un programa de modelado CAD. Este modelo replica la estructura de la máquina, así como sus piezas esenciales: el cabezal de corte (boquilla, soporte y sistema de regulación), el sistema de movimiento y la pantalla de control. Con el objetivo de simplificar el modelo, se omitieron aquellos sistemas no visibles durante el funcionamiento de la máquina, como la unidad de refrigeración, la electrónica o los generadores de energía.



Fig 1. Imagen de la máquina real y del gemelo digital.

Este gemelo digital fue implementado en un entorno virtual que permite la interacción con el usuario y el establecimiento de los límites del sistema (véase Fig 1). Para ello, se utilizó el motor de juego Unity, debido a la gratuidad del *software* y a la gran cantidad de contenido formativo *online* disponible. Este entorno es el que define las características y el comportamiento del LRDV. Esto permite a los usuarios establecer diferentes parámetros como el punto de origen o la distancia focal de la máquina. También se diseñó una interfaz de usuario sencilla, práctica y accesible que permitiera a los alumnos navegar a través del LRDV. Esta interfaz incluye una aproximación al *software* utilizado con la máquina física para su utilización (véase Fig 3), donde los estudiantes pueden seleccionar diferentes geometrías y parámetros para simular.

C. Diseño de prácticas para el LRDV

Para el uso del LRDV se diseñó una práctica de laboratorio virtual preliminar. Esta práctica virtual tiene por objetivo ayudar a los estudiantes a comprender el funcionamiento de la máquina, así como el efecto que tienen diferentes parámetros en el resultado obtenido. Para ello, se generó una primera interfaz similar al *software* utilizado con la máquina física, que permite el establecimiento de dos conjuntos de parámetros separados en diferentes elementos geométricos (véase Fig 2).

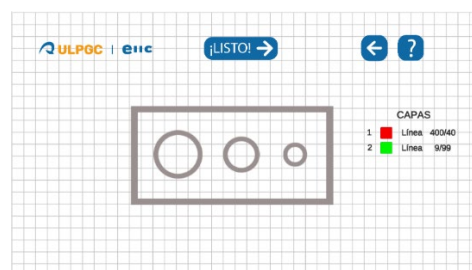


Fig 2. Imagen de la primera interfaz del LRDV.

Una vez establecidos estos parámetros, se permite el acceso al gemelo digital de la máquina. En esta interfaz, se accede a una réplica de la pantalla de control de la máquina física, donde es posible controlar el movimiento del cabezal de la máquina, establecer el punto de origen de la geometría y comenzar y pausar el proceso de corte. Además, el cabezal de la máquina permite variar su distancia focal. De esta manera, los estudiantes pueden experimentar con diferentes parámetros y observar, de forma segura, cómo estos influyen en el resultado de corte obtenido (véase Fig 3).

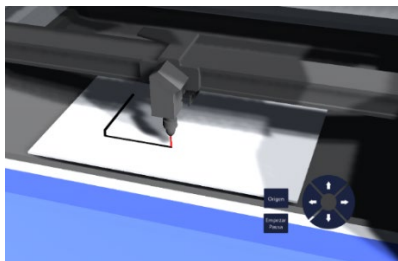


Fig 3. Operación del gemelo digital.

Este LRDV preliminar fue puesto a prueba en las prácticas de laboratorio de la asignatura en el curso 2024/25. Para ello se seleccionaron dos grupos (GI y GII) de un total de 18 estudiantes que utilizaron el LRDV después de realizar la práctica de laboratorio presencial y un grupo (GIII) de 11 estudiantes que utilizó el LRDV antes de realizar la práctica presencial. Estas prácticas fueron impartidas por un miembro del equipo de investigación.

3. RESULTADOS

En esta sección se presentan y analizan los resultados obtenidos a partir de los cuestionarios administrados a los alumnos sobre su experiencia y uso del LRDV. El objetivo principal de esta evaluación fue el de identificar el nivel de aceptación y eficacia del entorno virtual como herramienta de aprendizaje en comparación con los métodos tradicionales, así como aquellos aspectos a mejorar del mismo.

Para medir el impacto del uso del LRDV en el estudiantado, se realizó una recogida de datos que se divide en dos partes. Para los grupos GI y GII, se realizó un cuestionario posterior a la práctica de laboratorio presencial (Q1) y otro después del uso del LRDV (Q2). Estos cuestionarios tuvieron un total de 18 y 7 respuestas respectivamente. Para el grupo GIII, se realizó un cuestionario antes del uso del LRDV (Q3) y otro después de la práctica presencial de laboratorio (Q4), con un total de 11 y 9 respuestas respectivamente. Estos cuestionarios fueron cumplimentados por los estudiantes de forma autónoma (véase Tabla 1). Estos cuestionarios incluyen preguntas cerradas y abiertas, abarcando aspectos como la facilidad de acceso, la interfaz de usuario, la calidad de los experimentos simulados, la percepción de aprendizaje y la integración del laboratorio en el desarrollo de la asignatura. A continuación, se exponen los resultados obtenidos.

Tabla 1. Denominación de los cuestionarios para la recogida de datos.

Grupo	Antes LRDV	Después LRDV
GI y GII	Q1	Q2
GIII	Q3	Q4

D. Resultados de los cuestionarios

La mayoría de los alumnos dicen haber sentido inquietud al usar máquinas en las prácticas de laboratorio por miedo a romper algo o hacerse daño (83% muchas veces o alguna vez en Q1 y 91% muchas veces o alguna vez en Q3). Además, un alto porcentaje cree que experimentar con un modelo virtual de las máquinas antes de las prácticas podría reducir o eliminar esa inquietud (78% en Q1 y 45% en Q3, con un 36% en Q3 respondiendo “no lo sé”). La mayoría indica que les ayudaría tener acceso a un modelo virtual para prepararse las prácticas (89% en Q1 y 82% en Q3), y que sería beneficioso interactuar con él antes de realizar las prácticas de laboratorio (94% en Q1 y 82% en Q3). A la mayoría les gustaría poder experimentar de forma autónoma y libre con las máquinas (83% en Q1 y 82% en Q3) y creen que sería beneficioso para su aprendizaje (89% en Q1 y 64% en Q3).

Después de haber usado el LRDV, todos los grupos indicaron que vieron reflejado el funcionamiento de la máquina física en el mismo (86% en Q2 y 78% en Q4). Cuando se preguntó a los alumnos si les había resultado más sencillo comprender el funcionamiento de la máquina después de haber utilizado el LRDV, se obtuvieron respuestas mixtas. En Q2 un 43% indicó que sí, mientras que un 29% indicó que no y el 29% restante que no lo sabía. En Q4, los resultados son similares (33% que sí, 44% que no y 22% no lo saben). En Q2, los estudiantes indicaron en un 86% que les habría resultado útil usar el LRDV antes de la práctica presencial, mientras que en Q4 un 33% indicó que le había resultado útil, un 44% que no lo sabe y un 22% que no. Las razones por las que los alumnos indicaban que no había sido de utilidad o que no lo sabían incluyen principalmente problemas técnicos relacionados con el uso del LRDV o sus limitaciones, como largos tiempos de carga, fallos en el comportamiento del sistema u otro tipo de problemas.

En Q2, los alumnos indicaron en un mayor porcentaje que les habría resultado más beneficioso acceder al LRDV antes de la práctica (57%), mientras que un 14% indicó que después y un 29% ambos. En Q4, los alumnos indicaron en un 78% que es más beneficioso antes, mientras que un 11% indicó que después y otro 11% que ambos. Esto contrasta con las respuestas descritas anteriormente. En Q2 y Q4, los alumnos indicaron en proporciones similares que el LRDV había mejorado su confianza para trabajar con la máquina física (57% y 56% que sí, 29% y 22% no lo saben y 14% y 22% que no, respectivamente). Las razones por las que indicaron que no vuelven a estar relacionadas con fallos técnicos en el funcionamiento del LRDV.

Cuando se preguntó a los alumnos sobre las limitaciones que presenta el LRDV, la mayoría indica faltas de precisión en el movimiento del modelo, así como la falta de personalización en la práctica virtual. Además, indicaron fallos de funcionamiento que encontraron durante el uso del LRDV y sugiriendo diversas mejoras para optimizar su funcionamiento. El 100% de los alumnos de ambos cuestionarios indican que les gustaría usar un LRDV en otras prácticas de laboratorio.

E. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos a partir del análisis del cuestionario reflejan tendencias significativas en la percepción y experiencia de los estudiantes respecto al uso del LRDV. Las respuestas obtenidas sugieren que los alumnos comparten una percepción común sobre el LRDV, indicando que comprenden su objetivo

y utilidad. No se observa una diferencia evidente entre los grupos tras el uso del LRDV, a pesar de haberlo usado en momentos diferentes respecto a la práctica de laboratorio presencial. Gran parte de ellos parece valorar en un mayor porcentaje el uso del LRDV antes de la práctica presencial, aunque esta percepción se ve distorsionada al encontrar inexactitudes o fallos en el sistema durante su uso. Sin embargo, los resultados indican que experimentar con un modelo virtual aumenta su confianza con el manejo de la máquina física.

Se observa una falta de compromiso de los estudiantes en la cumplimentación de los cuestionarios tras el uso del LRDV. Estos cuestionarios fueron cumplimentados por los alumnos de forma libre o autónoma y con carácter no obligatorio, lo que parece haber provocado la disminución de respuestas.

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos son considerados muy positivos para una prueba piloto del LRDV. El impacto en la experiencia de aprendizaje parece ser positiva, y las indicaciones obtenidas para la mejora del LRDV son de gran utilidad. Se prevé que la implementación de las mejoras propuestas por los alumnos aumente el impacto positivo del uso del LRDV en futuros estudios. El índice de respuesta de los alumnos podría ser aumentado mediante la cumplimentación de los cuestionarios en el aula o mediante una actividad dirigida. También se plantean entrevistas individuales y en grupo a los estudiantes, así como la integración de actividades evaluadas del uso del LRDV en el desarrollo de la asignatura.

En futuros estudios se implementarán mejoras en el LRDV y se evaluará nuevamente el impacto en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

REFERENCIAS

- Bayón-Calvo, S., Corrales-Herrero, H., & Olga Ogando, C. (2017). Los factores explicativos del abandono temprano de la educación y la formación en las regiones españolas.
- González-Suárez, P., González-Medina, J. A., Hernández-Castellano, P. M., & Araña Suárez, R. E. (2024). Propuesta de implementación de Laboratorios Docentes Remotos Virtuales para la mejora de la Educación en Ingeniería de los Procesos de Fabricación. En *Realidad extendida: Nuevas tecnologías en la mejora de la docencia*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica. <https://doi.org/10.20420/1786.2024.745>
- Guinaldo, M., De La Torre, L., Heradio, R., & Dormido, S. (2013). A Virtual and Remote Control Laboratory in Moodle: The Ball and Beam System. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(17), 72-77. <https://doi.org/10.3182/20130828-3-UK-2039.00021>
- Heradio, R., De La Torre, L., Galan, D., Cabrerizo, F. J., Herrera-Viedma, E., & Dormido, S. (2016). Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. *Computers & Education*, 98, 14-38. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.010>
- Lee, J., Davari, H., Singh, J., & Pandhare, V. (2018). Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 18, 20-23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2018.09.002>
- Lorandi Medina, A. P., Hermida Saba, G., Hernández Silva, J., & de Guevara Durán, E. L. (2011). Los Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*.
- Nardi Da Silva, I., García-Zubía, J., Hernández-Jayo, U., Bosco, J., & Alves, M. (2023). Extended Remote Laboratories: a systematic review of the literature from 2000 to 2022. *IEEE Access*, PP. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.DOI>
- Parrott, A., & Warshaw, L. (2017). Industry 4.0 and the digital twin.
- Pesa, M., Bravo, S. D. V., Pérez, S., & Villafuerte, M. (2014). Las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros: propuesta para el aprendizaje de los fenómenos de conducción eléctrica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(3), 642. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n3p642>
- Tawfik, A. A., Gatewood, J., Gish, J. J., & Hampton, A. J. (2022). Toward a Definition of Learning Experience Design. *Technology, Knowledge and Learning*, 27(1), 309-334. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09482-2>
- Teresa, M., & González, G. (2014). Absentismo escolar: posibles respuestas desde el centro educativo. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 12(2), 5-27.
- Terkowsky, C., Frye, S., & May, D. (2019). Online engineering education for manufacturing technology: Is a remote experiment a suitable tool to teach competences for "Working 4.0"? *European Journal of Education*, 54(4), 577-590. <https://doi.org/10.1111/ejed.12368>
- Vega-González, L. R. (2013). La educación en ingeniería en el contexto global: propuesta para la formación de ingenieros en el primer cuarto del Siglo XXI. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 14(2), 177-190. [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72235-2](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72235-2)
- Wu, J., Yang, Y., Cheng, X. U. N., Zuo, H., & Cheng, Z. (2020). The Development of Digital Twin Technology Review. *Proceedings - 2020 Chinese Automation Congress, CAC 2020*, 4901-4906. <https://doi.org/10.1109/CAC51589.2020.9327756>