



DESARROLLO DE EXPERIENCIA INMERSIVA EN LA ASIGNATURA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SUSTENTABLE, MEJORANDO EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL, DE LA UC TEMUCO

Jaime Castillo Pincheira, Universidad Católica de Temuco, jcastill@uct.cl

Aixa González Ruíz, Universidad Católica de Temuco, agonzalez@uct.cl

Dafne Lagos Hurel, Universidad Católica de Temuco, dlagos@uct.cl

Paola Leal Mora, Universidad Católica de Temuco, pleal@uct.cl

RESUMEN

La incorporación de tecnologías emergentes de la Industria 5.0 al ámbito educativo da origen al concepto de Educación 5.0, que enfatiza la colaboración entre humanos y tecnología. En este contexto, se desarrolló el proyecto OpLab, un laboratorio virtual para fortalecer la formación en gestión de operaciones industriales. La intervención se realizó en la asignatura Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible del quinto año de Ingeniería Civil Industrial en la UC Temuco, en la que participaron 27 estudiantes. Se emplearon lentes de realidad virtual para simular recorridos por plantas productivas, identificar problemas ambientales, proponer soluciones y aplicar instrumentos de gestión. Se aplicaron encuestas tipo Likert antes y después de la experiencia para evaluar aprendizajes, percepción y aceptación del uso de realidad virtual. Los resultados mostraron mejoras significativas en todas las dimensiones evaluadas, destacando el reconocimiento de instrumentos de gestión ambiental (22% a 81%) y la habilidad de proponer soluciones sustentables del 22% al 44%. Se concluye que la experiencia con OpLab fomentó la adquisición de competencias técnicas, ambientales y digitales, además de fomentar habilidades blandas. Se concluye que el uso de entornos virtuales constituye una estrategia pedagógica efectiva para enriquecer la formación en gestión industrial.

PALABRAS CLAVE: Educación 5.0, Realidad virtual, Simulación, Realidad aumentada, Enseñanza - aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos son un hecho cierto que permea todos los entornos del ámbito humano. Al reconocer la participación relevante de la condición humana en el trabajo industrial, aparece la Industria 5.0. Así, Nahavandi (2019) presenta la Industria 5.0 como una revolución tecnológica que promueve la simbiosis entre humanos y máquinas. Ahora bien, al involucrar las herramientas de la Industria 5.0 al ámbito educacional, surge el concepto de Educación 5.0, que enfatiza la colaboración entre los seres humanos y la tecnología para generar soluciones, resolver diversos problemas y encontrar posibilidades innovadoras para la existencia humana moderna (Imanías, 2023). Según Ahmad et al. (2023), la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático, en conjunto con la realidad virtual y aumentada, forman parte de estas herramientas. Este nuevo contexto hace que la universidad deba adaptar su currículo, pedagogía y modelos para incorporar



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

las tecnologías y capacidades tecnológicas de los estudiantes contemporáneos (Aithal et al., 2020), creando entornos de aprendizaje donde interactúan con estas tecnologías y las apliquen para resolver problemas complejos (Pang et al., 2023). Conscientes de la necesidad de modernizar y enriquecer la formación académica en las carreras de Ingeniería Civil, específicamente en el ámbito de la gestión de operaciones industriales a través de estrategias de enseñanza-aprendizaje innovadoras, se presenta el proyecto OpLab que propone el desarrollo de un laboratorio virtual que permita a los estudiantes experimentar y aplicar los principios y técnicas de gestión en un entorno virtual acorde a los desafíos actuales de la disciplina en el marco del desarrollo de la Industria 5.0.

El laboratorio virtual ofrece una experiencia inmersiva y práctica, donde los estudiantes podrán simular situaciones reales de gestión de operaciones industriales, visualizando la optimización de procesos. A través de herramientas de realidad virtual y simulación, los estudiantes podrán interactuar con modelos tridimensionales de plantas industriales, experimentar con diferentes estrategias de gestión y tomar decisiones en tiempo real, enfrentándose a desafíos y problemáticas reales de la industria. Este uso de herramientas digitales avanzadas, prepara a los futuros profesionales para operar dentro del marco ampliado de la Industria 5.0, fomentando una fuerza laboral capacitada, socialmente consciente y adaptable (Fogaça et al., 2025).

El enfoque pedagógico del laboratorio virtual se basa en el aprendizaje activo y colaborativo, promoviendo la resolución de problemas, el trabajo en equipo y el análisis crítico de situaciones complejas. El proyecto OpLab no solo busca mejorar la calidad y pertinencia de la formación en gestión de operaciones industriales, sino también fomentar el desarrollo de habilidades blandas como el pensamiento crítico, la toma de decisiones y el trabajo en equipo, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos y oportunidades de la industria moderna. Para la prueba y puesta en marcha del proyecto, se trabajó con dos asignaturas del plan de estudios de Ingeniería Civil Industrial (ICI) de la Universidad Católica de Temuco (UC Temuco). Estas asignaturas necesitan contar con actividades en terreno, que permitan situar y contextualizar el conocimiento sobre las operaciones y procesos industriales. Sin embargo, estas actividades no siempre se pueden llevar a cabo debido al costo, tiempo, planificación y logística que involucran. De manera adicional, los estudiantes que participan en estas asignaturas conforman una generación de jóvenes con preferencias hacia el uso intensivo e interactivo de las tecnologías, que les permite su participación activa y retroalimentación inmediata (Ramírez-Montoya et al., 2021). Por tanto, son una generación más dispuesta a interactuar con entornos virtuales y dispositivos similares a los utilizados en sus tiempos libres. Así, con el proyecto Oplab se crea un espacio virtual que permita al estudiantado conocer las operaciones y procesos industriales de un entorno real. A su vez, el uso de entornos virtuales permitirá que los estudiantes puedan gestionar su tiempo de mejor manera (Blanco & Anta, 2016), ya que podrán acceder al material educativo las veces que lo necesiten. De igual manera, permitirá un ahorro de costos de traslado y facilitará el acceso a unidades productivas complejas como también en áreas con limitaciones de infraestructura física (Menjívar Valencia, 2024). Por último, el contar con entornos virtuales



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025

PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL

Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

aportará al desarrollo de competencias digitales esenciales para su futuro profesional (Aguilar & Otuyemi, 2020).

DESARROLLO

El estudio se centró en estudiantes de Ingeniería Civil Industrial, que se encontraban en el cuarto y quinto año de su itinerario formativo. La asignatura intervenida fue Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible. Antes de realizar la intervención, se aplicó un instrumento para evaluar las habilidades digitales de los estudiantes en el contexto académico, profesional, personal o social. El instrumento consistió en una encuesta tipo likert entregado por el Centro de Innovación en Aprendizaje, Docencia y Tecnología Educativa de la UCT (CINAP), donde el 5 correspondía a siempre y el 1 a nunca (<https://es.surveymonkey.com/r/M8XY575>).

La asignatura de Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible se imparte en el I semestre del quinto año. La intervención educativa de esta asignatura consistió en el uso de lentes de realidad virtual para visitar una sección de una planta productiva y detectar problemas ambientales, investigar una posible solución y, por último, aplicar herramientas de gestión ambiental. Para ello, se aplicaron encuestas para caracterizar la población de la muestra y el conocimiento asociado a la asignatura (aplicado en la mitad del semestre) y la última encuesta asociada a la absorción cognitiva, actitudes estudiantiles y aceptabilidad frente al uso de los lentes de realidad virtual en la exploración del proceso industrial y si el uso de los lentes mejoró el aprendizaje en la asignatura. Respecto al tipo de encuesta, ambas correspondieron a una encuesta tipo likert, donde 1 es nunca y 5 es siempre. El diseño de ambas encuestas se basó en estudios reportados por Agarwal y Karahanna (2010).

RESULTADOS

La asignatura de Gestión ambiental y desarrollo sostenible fue cursada por un grupo de 27 estudiantes con representación casi equitativa de ambos géneros (14 se identifican con el género femenino y 13 con el masculino), el rango de edad se ubicó entre los 20 y 24 años (> 96%). Por otro lado, la mayoría del curso (67%) no se reconoce perteneciente a ningún pueblo originario. En relación al avance académico de las y los estudiantes, el 40% afirmó ir completamente al día, un 44%, expresó un avance sobre el 70% del itinerario formativo y solo un 15% mencionó que su avance se encontraba en el rango entre 50 y 70%.

En primer término y con la idea de evaluar, si la experiencia (uso de lentes de realidad virtual) mejoraba o aumentaba sus conocimientos sobre los contenidos de la asignatura, se les consultó, sobre su base y fundamentos para reconocer un Impacto Ambiental. En la figura 1, se observan las barras azules, que dan cuenta de la percepción del estudiante frente a la pregunta, al inicio de la asignatura, y las barras rojas la percepción al final de la asignatura, se ordenan de mayor a menor. Aunque un grupo de estudiantes (22%), indicó que se sentía con buena base para reconocer un impacto ambiental, post experiencia este número creció a un 33%, idem a los que



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

estaban parcialmente de acuerdo que crecieron de 41 a 48%, así como disminuyeron de un 19 a un 4%, los que no sentían con base o estaban parcialmente en desacuerdo con esa afirmación.

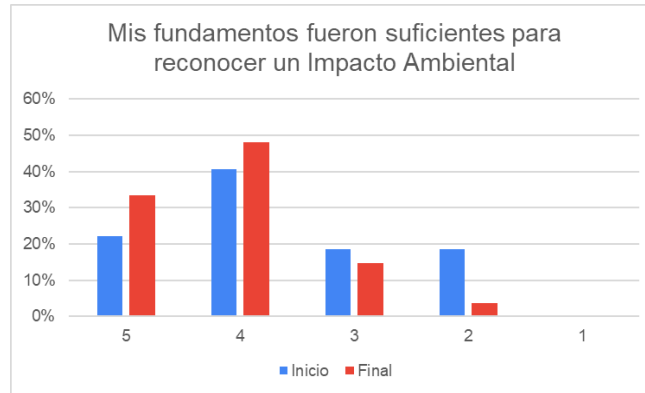


Figura 1: Percepción de los estudiantes sobre su base y fundamentos para reconocer un impacto ambiental al inicio y final de la asignatura (siendo 5 siempre y 1 nunca).

En segundo término, se les consultó sobre si podían o pudieron (inicio y final) detectar aspectos ambientales en un proceso/operación industrial, y diferenciar entre un "aspecto" y un "impacto" ambiental. En la figura 2, se observa, ordenados de mayor a menor, al igual que el anterior el antes (azul) y el después (rojo), en ambos casos se observa del crecimiento de la sentencia siempre (completamente de acuerdo), que creció desde un 19 a un 48%, en el ítem de logré detectar aspectos ambientales en un proceso, y de un 26 a un 48%, para el nivel siempre, para lograr diferenciar entre un aspecto y un impacto.

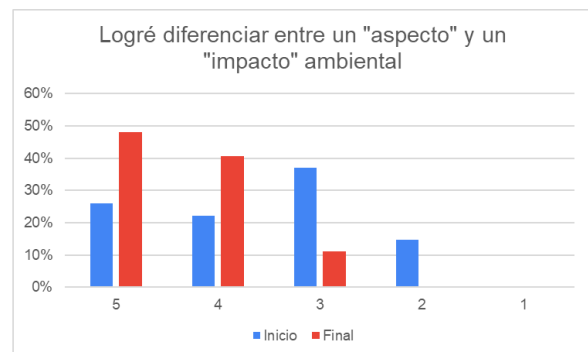
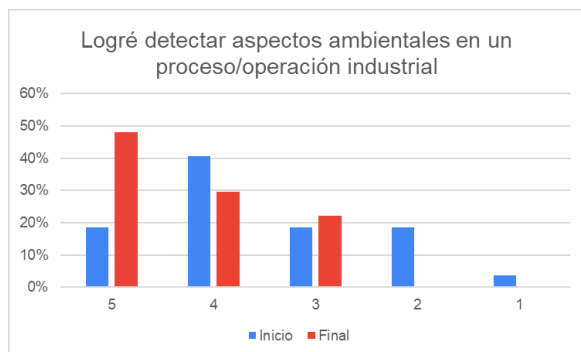


Figura 2: Percepción de los estudiantes respecto a detectar aspectos ambientales y diferenciar un aspecto de un impacto ambiental al inicio y final de la asignatura (siendo 5 siempre y 1 nunca).

En tercer lugar, y con el fin de reconocer y usar, elementos adicionales que le permitan hacer un ejercicio integrador de la experiencia, se les consultó sobre la posibilidad de reconocer a stakeholders (personas o grupos de interés) importantes para la gestión ambiental y con ello los fundamentos reconocer los instrumentos de gestión ambiental que afectarían la gestión industrial. En la figura 3 se observa, la diferencia entre el antes y el después, para la consulta, sobre reconocer los grupos de interés (stakeholders), que para la respuesta "siempre", paso de



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

un 30% inicialmente, a un 63% post experiencia, en tanto para la consulta sobre los instrumentos de gestión, pasa de un 22% inicial, a un rotundo 81% final, siendo la diferencia más grande en todo lo evaluado.

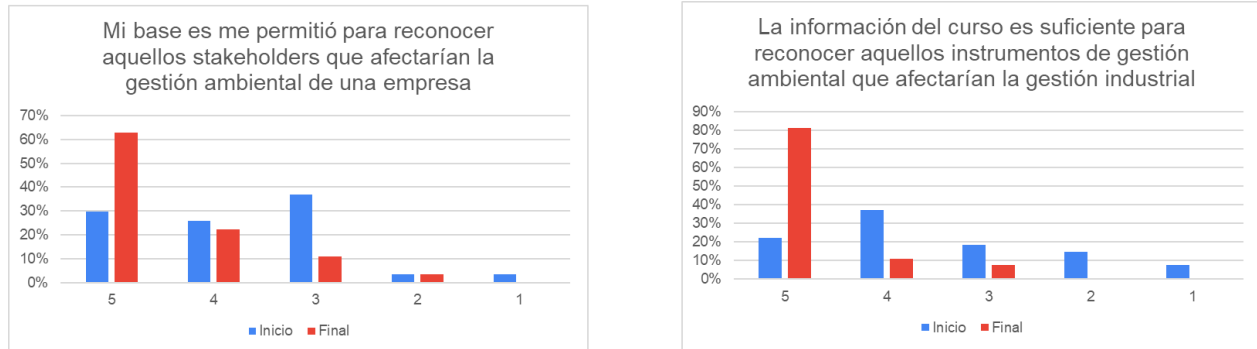


Figura 3: Percepción de los estudiantes respecto a algunos ámbitos necesarios para la gestión ambiental, reconocimiento de stakeholders, e instrumentos de gestión ambiental, al inicio y final de la asignatura (siendo 5 siempre y 1 nunca).

En cuarto término, y con el fin de realizar un ejercicio de aplicación de lo aprendido (metacognitivo), de lo visto en la asignatura, sumado a su experiencia, y considerando que contaban con mejores perspectivas, se les consultó, si podían sugerir soluciones sustentables, para lo observado. En la figura 4, se aprecia que antes de la experiencia sólo un 22%, consideró que siempre podía sugerir o proponer soluciones sustentables, para procesos y/o operaciones industriales. Sin embargo, post experiencia un 44%, podría siempre proponer soluciones sustentables. Agregar, que al inicio de la asignatura había estudiantes, que no creían que podían proponer soluciones sustentables.

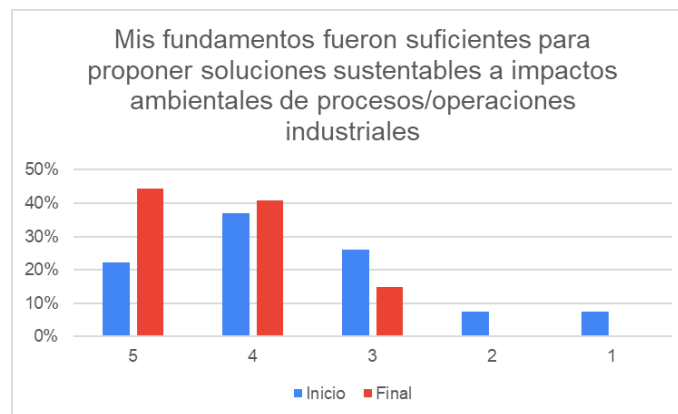


Figura 4: Percepción de los estudiantes respecto a si con sus fundamentos podrían proponer soluciones sustentables para un proceso y/o operación industrial, al inicio y final de la asignatura (siendo 5 siempre y 1 nunca).



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

Finalmente se puede mencionar que en general en todos los aspectos evaluados en la encuesta, mejoran considerablemente, post experiencia inmersiva.

CONCLUSIONES

Los resultados de la experiencia educativa en la asignatura *Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible* evidencian un impacto positivo y significativo en el aprendizaje del estudiantado. Se observó un incremento en la confianza y en las bases conceptuales para reconocer impactos ambientales, acompañado de una mejora sustancial en la capacidad de detectar aspectos ambientales y diferenciarlos de impactos dentro de procesos industriales. Asimismo, se fortaleció de manera notable la identificación de *stakeholders* y, especialmente, el conocimiento de los instrumentos de gestión ambiental, que alcanzó la mayor diferencia entre el inicio y el final del curso. De igual manera, la posibilidad de proponer soluciones sustentables se duplicó tras la experiencia, lo que refleja el desarrollo de competencias críticas para enfrentar los desafíos actuales en sostenibilidad y gestión ambiental. Estos avances sugieren que la metodología aplicada, basada en experiencias inmersivas y activas, no solo favorece la adquisición de conocimientos técnicos, sino también promueve la capacidad reflexiva, analítica y propositiva de los estudiantes. En síntesis, la intervención demuestra que integrar enfoques innovadores en la enseñanza universitaria potencia el aprendizaje significativo y prepara de mejor manera a futuros profesionales para abordar problemáticas ambientales en contextos industriales complejos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Docencia por el apoyo en la ejecución de esta investigación a través del Proyecto de Investigación docente “OpLab: Innovando en la Formación de Ingeniería Civil Industrial con aprendizaje basado en Realidad Virtual”.

REFERENCIAS

Agarwal, R. & Karahanna, E. (2010). Time flies when you're having fun: Cognitive absorption and beliefs about information technology usage. *MIS Quarterly*, 24(4),665-694. <https://doi.org/10.2307/3250951>

Aguilar Vargas, L. R. I., & Otuyemi Rondero, E. O. (2020). Diseño y gestión de entornos virtuales de aprendizaje en la educación superior. *Revista Horizontes*, 17, 57-77. <https://doi.org/10.51302/tce.2020.485>

Ahmad, M., et al. (2023). Artificial intelligence and future education: Trends and challenges. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100119. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100119>



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

Aithal, P. S., & Aithal, A. (2020). Integration of digital technologies in higher education institutions. *International Journal of Applied Engineering and Management Letters*, 4(2), 15–32.

Blanco, A., & Anta, P. (2016). La perspectiva de estudiantes en línea sobre los entornos virtuales de aprendizaje en la educación superior. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 17, 57-77. <https://doi.org/10.51302/tce.2020.485>

Fogaça, N., et al. (2025). Competencias digitales para la Industria 5.0: Retos para la educación superior. *Journal of Technological Innovation in Education*, 8(1), 30–47.

Imanías, G. (2023). Educación 5.0: Más allá del aula digital. *Revista Latinoamericana de Educación y Tecnología*, 17(2), 89–103.

Menjívar Valencia, E. (2024). La realidad virtual como recurso didáctico en la Educación Superior. *Revista Horizontes*, 18(1), 91-92. <https://doi.org/10.51302/tce.2020.485>

Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0—A human-centric solution. *Sustainability*, 11(16), 4371. <https://doi.org/10.3390/su11164371>

Pang, K., et al. (2023). Transforming learning through emerging technologies in higher education. *Education and Information Technologies*, 28(2), 1423–1440. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11245-y>

Ramírez-Montoya M.S., Loaiza-Aguirre M.I., Zúñiga-Ojeda A., Portuguese-Castro M. (2021). Characterization of the teaching profile within the framework of education 4.0. *Future Internet* 13, 91. <https://doi.org/10.3390/fi13040091>