

MUNDO VIRTUAL PARA EL APRENDIZAJE DE SEGURIDAD LABORAL E INDUSTRIAL EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

Ricardo Fabelo Rodríguez, Universidad Gabriela Mistral (Chile), ricardo.fabelo@ugm.cl,
Sergio Crespo Cabello, Universidad Gabriela Mistral (Chile),
sergio.crespo@estudiante.ugm.cl,

Resumen:

El presente estudio aborda la creación y evaluación de un mundo virtual educativo diseñado para enseñar teorías, conceptos prácticos y legislación sobre seguridad laboral e industrial a estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Gabriela Mistral. El objetivo principal de esta investigación es desarrollar una plataforma inmersiva que combine contenidos audiovisuales e interactivos, con el fin de mejorar la comprensión y retención de conocimientos. La investigación adoptó un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos. Se utilizó un diseño experimental con grupo control y grupo experimental. La población del estudio estuvo conformada por estudiantes de tercer y cuarto año de la carrera de Ingeniería Civil Industrial en la Universidad Gabriela Mistral, durante el año académico 2024. La muestra, seleccionada mediante muestreo aleatorio estratificado, incluyó a 60 estudiantes. El mundo virtual desarrollado incluye módulos sobre teorías de seguridad laboral, simulaciones de escenarios industriales, y ejercicios interactivos sobre legislación y normativas. Los datos se recopilaron a través de pruebas diagnósticas pre y post intervención, encuestas de satisfacción, y análisis de interacción dentro del mundo virtual. Se aplicaron técnicas de análisis estadístico para comparar los resultados y evaluar la eficacia de la intervención. Los resultados demostraron una mejora significativa en el grupo. Al inicio del estudio, presentaban niveles de conocimientos de un 65% en pruebas diagnósticas del contenido académico establecido. Al finalizar el semestre, el grupo mostró un aumento del 20%, además las encuestas de satisfacción indicaron que el 100% de los estudiantes del grupo experimental consideraron que el mundo virtual facilitó su comprensión de los contenidos y los preparó mejor para situaciones reales. Como conclusión la creación de un mundo virtual educativo con contenidos audiovisuales e interactivos demostró ser una estrategia efectiva para mejorar el aprendizaje de teorías, conceptos prácticos y legislación sobre seguridad laboral e industrial en estudiantes de ingeniería industrial, no solo mejoraron su rendimiento académico, sino que también reportaron una mayor satisfacción con el proceso de aprendizaje y una mejor preparación para el ámbito laboral. Estos hallazgos sugieren que la integración de mundos virtuales en la educación de ingeniería puede ser una herramienta valiosa para abordar el desafío de enseñar contenidos complejos y prácticos.

Palabras clave: Realidad Inmersiva; Aprendizaje; Enseñanza; Mundos Virtuales; Rendimiento Académico.

Abstract:

This study addresses the creation and evaluation of an educational virtual world designed to teach theories, practical concepts, and legislation on occupational and industrial safety to students in the Industrial Civil Engineering program at Universidad Gabriela Mistral. The primary objective of this research is to develop an immersive platform that combines audiovisual and interactive content to enhance knowledge comprehension and retention. The research adopted a mixed-methods approach, combining qualitative and quantitative methods. An experimental design with a control group and an experimental group was

employed. The study population consisted of third- and fourth-year students of Industrial Civil Engineering at Universidad Gabriela Mistral during the 2024 academic year. The sample, selected through stratified random sampling, included 60 students.

The virtual world developed features modules on occupational safety theories, simulations of industrial scenarios, and interactive exercises on legislation and regulations. Data were collected through pre- and post-intervention diagnostic tests, satisfaction surveys, and interaction analysis within the virtual environment. Statistical analysis techniques were applied to compare results and evaluate the intervention's effectiveness. The findings showed a significant improvement in the experimental group. At the start of the study, participants demonstrated a 65% knowledge level in diagnostic tests on the established academic content. By the end of the semester, the group exhibited a 20% increase. Additionally, satisfaction surveys indicated that 100% of the experimental group students felt the virtual world facilitated their understanding of the content and better prepared them for real-life situations.

Keywords: Immersive Reality; Learning; Teaching; Virtual Worlds; Academic Performance.

Introducción

El auge de las tecnologías de la información y la comunicación ha transformado la educación, impulsando la creación de herramientas innovadoras para enriquecer la enseñanza-aprendizaje. Entre estas, los mundos virtuales se destacan por permitir a los estudiantes interactuar en entornos tridimensionales simulados por computadora, sumergiéndose en espacios dinámicos e interactivos (Ayala et al., 2020).

Definidos como entornos 3D accesibles mediante dispositivos informáticos, donde los usuarios interactúan en tiempo real a través de avatares (Dammer, 2008; Martínez, 2023), los mundos virtuales facilitan la adquisición de conocimientos y fomentan habilidades como pensamiento crítico, resolución de problemas, toma de decisiones y aprendizaje colaborativo. Su aplicación abarca diversas disciplinas —ciencias exactas, medicina, ingeniería, administración, economía, psicología— gracias a su capacidad de simular escenarios complejos.

Este documento busca sistematizar el desarrollo de una plataforma inmersiva que combine contenidos audiovisuales e interactivos, mejorando la comprensión y retención del conocimiento, y explorando el potencial educativo de los mundos virtuales, sus bases teóricas y las metodologías de su creación e implementación.

Referentes teóricos

Una búsqueda en Scopus (julio 2024) de “Virtual worlds + education” arrojó 2.849 documentos, con publicaciones desde 1990, cuando se destacaba el uso de mundos virtuales como alternativa a métodos tradicionales de entrenamiento militar, aplicable también en educación no militar (Alluisi, 1990). La temática creció desde 2007, alcanzando picos en 2011 y 2013, con un repunte en 2021, probablemente impulsado por la pandemia y el interés en metodologías mediadas por TIC.

El diseño de mundos virtuales ha mostrado su utilidad en educación y formación, desde simulaciones estructurales en ingeniería (Sun & Gramoll, 2004) hasta entornos multiusuario como Second Life, donde se identificaron principios de diseño instruccional aplicables al aprendizaje (Warren & Wakefield, 2011). La realidad virtual permite experiencias aplicables al mundo real, potenciando la comprensión y mediación de la experiencia educativa (Vindenes & Wasson, 2022).

Los mundos virtuales, implementados desde los años 90 en universidades de EE. UU., facilitan la interacción en entornos 3D, comunicación multisensorial y experiencias inmersivas entre múltiples espacios interconectados. Su desarrollo educativo combina actividades pedagógicas que fortalecen competencias a través de la concepción, diseño y operación de prototipos virtuales, apoyando la adaptación de los alumnos a procesos productivos mediante tecnología computacional.

El enfoque educativo se fundamenta en el constructivismo (Piaget) y el construccionismo (Papert), promoviendo que los alumnos sean activos en su aprendizaje, diseñando y construyendo sus propios proyectos. La construcción del conocimiento ocurre tanto internamente como de manera externa, visible y evaluable, favoreciendo la creatividad, la abstracción y el aprendizaje práctico mediante experiencias concretas, como simulaciones, modelos o programas de computadora.

En contraste con las teorías antes mencionadas la práctica del desarrollo de mundos virtuales trae beneficios adicionales entre los cuales se destacan el desarrollo de:

- Inteligencia lógica-matemática aplicando cálculos numéricos y siguiendo patrones lógicos de programación.
- Conocimiento espacial apreciando con certeza la imagen y sensibilizándose al color, la línea, la forma, la figura, el espacio y sus interrelaciones.
- Capacidad física - kinestésica al hacer trabajos de construcción con percepción de medidas y volúmenes.
- Desarrollo de la lingüística ampliando su vocabulario y empleando eficazmente palabras técnicas en la sustentación de sus trabajos.
- Habilidad inter personal mediante la socialización en trabajos colaborativos y en equipo.
- Estrategias intra personales al reconocer por él mismo sus virtudes y defectos al asignarle un rol determinado dentro de un grupo.
- Inteligencia emocional al trabajar en equipo con entusiasmo, empatía, motivación y autoconciencia de su sensibilidad y manejo de sus destrezas.
- Capacidad creativa y sus habilidades manuales y de construcción.

En los niveles básicos de educación, los alumnos suelen centrarse en memorizar contenidos para luego recitarlos en evaluaciones. El desarrollo de mundos virtuales busca cambiar este enfoque, enseñando conceptos de lenguaje (guiones y narrativas), arte (objetos 3D), programación (interacción de objetos 3D) y matemáticas (cálculo de espacios y dimensiones) mediante herramientas atractivas que faciliten el aprendizaje y promuevan el “aprender jugando”. Esto favorece la motivación y el pensamiento deductivo al aplicar los conocimientos en ejercicios prácticos.

El diseño instruccional, especialmente mediante el modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), ofrece un enfoque sistemático para crear programas educativos efectivos. Su versatilidad permite aplicarlo en diversos contextos, como la ingeniería, donde Aponte (2020) utilizó ADDIE para implementar Aprendizaje Basado en Proyectos y Cooperativo (CPBL) en Física I, fortaleciendo habilidades de pensamiento crítico, creativo, metacognición e inferencial, así como mejorando los procesos de evaluación.

Metodología Aplicada

En la creación del mundo virtual para el aprendizaje de seguridad laboral e industrial se emplea el modelo ADDIE de diseño instruccional, en una adaptación del modelo propuesto por Dominguez et al, (2018), el cual se detalla a continuación en la siguiente tabla.

Tabla. 1.

Fases del diseño instruccional basadas en el modelo ADDIE

Fases ADDIE	Objetivo	Actividades
Análisis	Determinar las necesidades de aprendizaje en seguridad laboral e industrial.	<p>Evaluación del conocimiento básico en seguridad laboral.</p> <p>Identificación de áreas específicas donde falta conocimiento o habilidades.</p> <p>Definición de objetivos de formación.</p> <p>Valoración de competencias y resultados de aprendizaje de acuerdo al perfil de egreso.</p> <p>Caracterización de riesgos laborales.</p> <p>Identificación de normativas y leyes de seguridad industrial.</p>
Diseño	Estimar los recursos y costos para el desarrollo del mundo virtual.	<p>Establecimiento de fuentes de financiamiento.</p> <p>Disponibilidad de equipos de realidad virtual (VR) y acceso a software especializado.</p> <p>Necesidad de expertos en seguridad laboral, diseñadores instruccionales, y desarrolladores de VR.</p> <p>Cronograma estimado para el diseño, desarrollo, implementación y evaluación del mundo virtual.</p> <p>Infraestructura tecnológica en la universidad para soportar un mundo virtual.</p> <p>Posibles barreras de costo y acceso a la tecnología.</p> <p>Nivel de competencia técnica de los estudiantes y profesores.</p> <p>Beneficios a corto y largo plazo para estudiantes y la industria.</p>
Desarrollo	Diseñar una interfaz intuitiva y accesible para que los usuarios puedan navegar y realizar acciones dentro del mundo virtual, Aplicando principios de seguridad industrial en situaciones reales y simuladas.	<p>Seleccionar una plataforma de desarrollo de realidad virtual.</p> <p>Crear escenarios realistas que representen distintos entornos laborales.</p> <p>Desarrollar simulaciones de situaciones de riesgo donde los estudiantes deben aplicar conocimientos en tiempo real.</p>

		<p>Integrar los contenidos educativos en el mundo virtual.</p> <p>Elaboración de Manuales, guías, videos y tutoriales.</p>
Implementación	<p>Realizar pruebas de Simulación interactivas en tiempo real y ajustar el diseño según sea necesario.</p>	<p>Crear un prototipo funcional del mundo virtual con los elementos clave.</p> <p>Implementar pruebas piloto con un grupo reducido de estudiantes y profesores, recolectar feedback y realizar ajustes necesarios.</p> <p>Revisar los resultados de las pruebas piloto y mejorar el diseño basado en la retroalimentación.</p> <p>Implementar mejoras en la navegación, interacción y contenido.</p> <p>Ofrecer capacitación para instructores sobre cómo utilizar y facilitar el mundo virtual.</p> <p>Proveer soporte técnico y recursos adicionales.</p>
Evaluación	<p>Asegurar que el mundo virtual diseñado y desarrollado para el aprendizaje de seguridad laboral e industrial contribuya al desarrollo de las competencias establecidas, identificando áreas de mejora y asegurando la calidad y relevancia del contenido.</p>	<p>Crear evaluaciones dentro de las simulaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> · Proveer retroalimentación inmediata y detallada sobre el desempeño de los estudiantes. <p>Realizar seguimiento y documentación de los encuentros, enfatizando en el componente pedagógico.</p> <p>Validar el contenido y las simulaciones con expertos en seguridad laboral y diseñadores instruccionales.</p> <p>Determinar si los contenidos teóricos y las simulaciones prácticas son claros, relevantes y efectivos.</p>

Fuente: Elaboración propia basado en el modelo ADDIE (2024)

El empleo de estas fases fue crucial para garantizar que el mundo virtual para el aprendizaje de seguridad laboral e industrial sea una herramienta efectiva y valiosa para los estudiantes de Ingeniería Civil Industrial, y que cumpla con los estándares educativos y las expectativas de todos los interesados.

Resultados

El mundo virtual fue desarrollado con la herramienta **Frame VR**, está diseñado para simular entornos laborales que permiten la interacción con elementos característicos de la seguridad y salud en el trabajo (SST), a través de diferentes elementos interactivos, como presentaciones, videos, podcast y otros recursos de aprendizaje, a través de los cuales, los usuarios pueden explorar diferentes áreas en las que se agrupan temáticas que representan

riesgos laborales, señalización de seguridad y equipamiento de protección personal (EPP). La calidad gráfica y el diseño inmersivo facilitan una experiencia realista que fomenta la comprensión contextual de los contenidos, tal como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Ilustración 1.

Entorno del mundo virtual Seguridad y salud en el trabajo.



El entorno ofrece una serie de funciones que promueven el aprendizaje activo:

1. **Interactividad:** Los usuarios pueden manipular objetos, realizar inspecciones virtuales y resolver problemas relacionados con la SST.
2. **Evaluaciones Integradas:** A través de cuestionarios y simulaciones, los participantes reciben retroalimentación en tiempo real sobre sus decisiones.
3. **Colaboración:** El sistema permite la interacción entre múltiples usuarios, favoreciendo el aprendizaje en equipo y la discusión de estrategias preventivas.
4. **Gamificación:** Se incorporan elementos como recompensas, niveles y desafíos, lo que incrementa la motivación y el compromiso de los usuarios.

Ilustración 2.

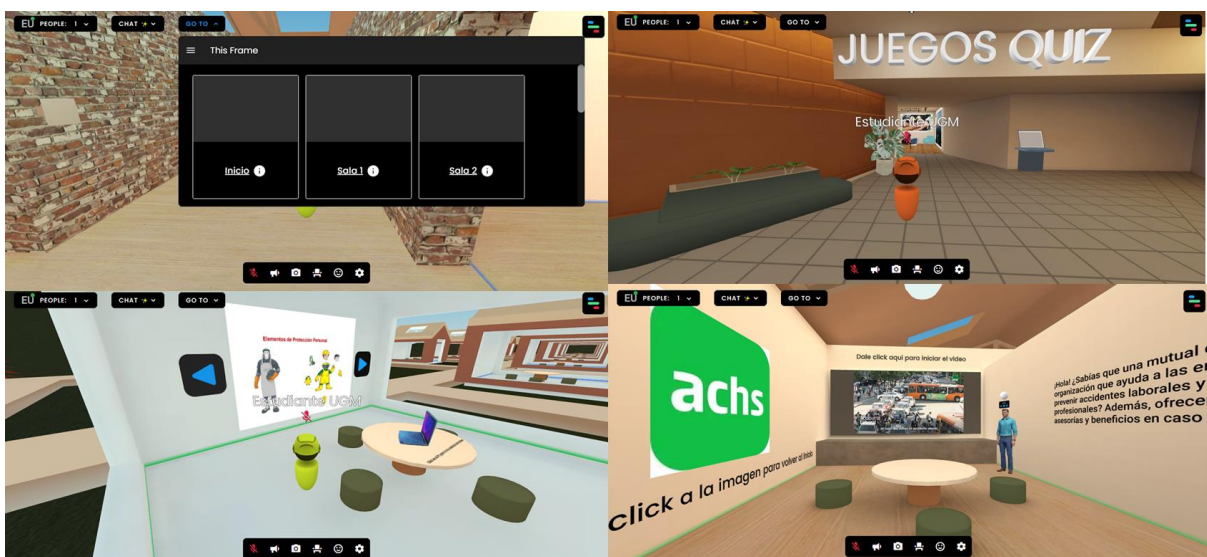
Componentes Entorno del mundo virtual Seguridad y salud en el trabajo



El diseño del mundo virtual como Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) en el marco de la seguridad y salud en el trabajo (SST) se fundamenta en los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), garantizando accesibilidad, flexibilidad y personalización para diversos perfiles de usuarios. Este enfoque se manifiesta a través de contenidos interactivos que incluyen escenarios prácticos, materiales audiovisuales y recursos multimedia diseñados para atender múltiples formas de representación, como videos explicativos para quienes aprenden mejor visualmente y cuestionarios dinámicos para quienes prefieren el aprendizaje activo. Además, el entorno integra diferentes modos de acción y expresión, permitiendo a los estudiantes interactuar mediante tareas prácticas como inspecciones virtuales y simulaciones de emergencias, favoreciendo el desarrollo de competencias técnicas y transversales. Los materiales, organizados en módulos temáticos y con estructuras narrativas claras, están alineados con estrategias pedagógicas que promueven un aprendizaje significativo al conectar los contenidos con experiencias realistas y retos profesionales.

Ilustración 3.

Diseño de los contenidos del mundo virtual Seguridad y salud en el trabajo



El uso de este entorno virtual como herramienta pedagógica ha demostrado múltiples ventajas:

1. **Fomento del Aprendizaje Significativo:** Los escenarios inmersivos y el carácter práctico de las actividades permiten que los estudiantes relacionen los conceptos teóricos con situaciones reales.
2. **Desarrollo de Competencias:** Los usuarios adquieren habilidades técnicas (identificación de riesgos, aplicación de normativas) y competencias transversales (comunicación, trabajo en equipo, resolución de problemas).
3. **Flexibilidad y Accesibilidad:** Al ser un entorno virtual, los participantes pueden acceder desde diferentes dispositivos y ubicaciones, eliminando barreras físicas y logísticas.
4. **Evaluación en Tiempo Real:** La retroalimentación inmediata y personalizada facilita la autoevaluación y la corrección de errores.

Ilustración 4.

Visualización del mundo virtual Seguridad y salud en el trabajo



Conclusiones

El presente estudio evidenció la efectividad de un mundo virtual educativo, desarrollado con Frame VR, para enseñar teorías, conceptos prácticos y legislación en seguridad laboral e industrial a estudiantes de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Gabriela Mistral. Este entorno inmersivo, diseñado bajo principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y configurado como un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), ofreció una experiencia inclusiva, accesible y personalizada. La integración de contenidos audiovisuales e interactivos, simulaciones industriales y ejercicios prácticos permitió a los estudiantes no solo mejorar su comprensión teórica, sino también adquirir competencias aplicables al ámbito laboral.

El diseño del mundo virtual garantizó múltiples formas de representación, acción y expresión. Los estudiantes interactuaron con escenarios que simulaban riesgos laborales, aplicaron normativas en ejercicios prácticos y colaboraron en tareas grupales, fomentando el aprendizaje activo. Elementos de gamificación, como desafíos y recompensas, aumentaron

la motivación y el compromiso, haciendo del aprendizaje una experiencia estimulante y significativa. Asimismo, la accesibilidad del entorno, adaptable a diferentes dispositivos y horarios, eliminó barreras logísticas y promovió la continuidad del aprendizaje.

Desde una perspectiva pedagógica, este mundo virtual permitió conectar los contenidos académicos con situaciones reales, facilitando el desarrollo de competencias técnicas y transversales como resolución de problemas, trabajo en equipo y comunicación efectiva. La retroalimentación inmediata ayudó a los estudiantes a identificar y corregir errores, reforzando un aprendizaje autodirigido y basado en la mejora continua.

El uso de mundos virtuales no solo aborda de manera efectiva los desafíos de enseñar contenidos técnicos y prácticos, sino que también potencia la experiencia educativa al hacerla más interactiva y relevante. Este enfoque representa una alternativa prometedora a las metodologías tradicionales, con potencial de aplicación en otros programas académicos. No obstante, se reconocen limitaciones como el tamaño de la muestra y su contexto específico, por lo que se sugiere ampliar la investigación a diferentes disciplinas y contextos institucionales.

El desarrollo de este mundo virtual educativo ha demostrado ser una estrategia innovadora y eficaz para la formación de estudiantes en seguridad laboral e industrial. Su diseño inclusivo, accesibilidad y capacidad para simular situaciones reales fortalecen tanto el aprendizaje como la preparación profesional. Los hallazgos sugieren que la integración de mundos virtuales en la educación superior puede revolucionar la enseñanza de disciplinas técnicas, aumentando el rendimiento académico, la satisfacción estudiantil y la empleabilidad. Se recomienda su expansión y mejora continua para maximizar su impacto educativo.

Referencias bibliográficas

- Alluisi, E. A. (1990, October). Network and Virtual-World Technologies for Training: A Panel Presentation and Discussion. In *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting* (Vol. 34, No. 18, pp. 1405-1406). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Ayala Pezzutti, R. J., Laurente Cárdenas, C. M., Escuzza Mesías, C. D., Núñez Lira, L. A., & Díaz Dumont, J. R. (2020). Mundos virtuales y el aprendizaje inmersivo en educación superior. *Propósitos y representaciones*, 8(1).
- Damer, B. (2008). A brief history of virtual worlds as a medium for user-created events. *Journal of Virtual Worlds Research*, 1(1).
- Martínez López, R. (2013). *Mundos virtuales 3D: una guía para padres y formadores*: (ed.). Barcelona, Spain: Editorial UOC
- Sun, Q., & Gramoll, K. (2004). Internet-based simulation and virtual world for engineering education. *The Engineering Design Graphics Journal*, 68(1).
- Warren, S.J. and Wakefield, J.S. (2011), "Instructional Design Frameworks for Second Life® Virtual Learning", Hinrichs, R. and Wankel, C. (Ed.) *Transforming Virtual World Learning* (Cutting-Edge Technologies in Higher Education, Vol. 4), Emerald Group Publishing Limited, Leeds, pp. 113-161. [https://doi.org/10.1108/S2044-9968\(2011\)0000004010](https://doi.org/10.1108/S2044-9968(2011)0000004010)
- Cudworth, A. (2014). *Virtual World Design* (1st ed.). A K Peters/CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17185>

<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/b17185/virtual-world-design-ann-cudworth>

- Vindenes, J., & Wasson, B. (2021). A postphenomenological framework for studying user experience of immersive virtual reality. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 656423.
- <https://www.frontiersin.org/journals/virtual-reality/articles/10.3389/frvir.2021.656423/full>
- Flaga, S., & Pacholczak, K. (2022). Demonstrator of a digital twin for education and training purposes as a web application. *Advances in Science and Technology. Research Journal*, 16(5). doi:10.12913/22998624/152927.
- Losada Cárdenas, M. Á., & Peña Estrada, C. C. (2022). Diseño instruccional: fortalecimiento de las competencias digitales a partir del modelo Addie. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 13(25).
- Jurado Soto, É. W., & Martos Eliche, F. (2022). Diseño de un sitio web de aprendizaje de inglés mediante el modelo ADDIE. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 14(1), 148-163.
- Losada Cárdenas, M. Á., & Peña Estrada, C. C. (2022). Diseño instruccional: fortalecimiento de las competencias digitales a partir del modelo Addie. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 13(25).
- Aponte, N. C. N. (2020). Implementación de CPBL en física mecánica para el desarrollo de habilidades de orden superior en estudiantes de ingeniería. *Latin-American Journal of Physics Education*, 14(3), 15.
- Domínguez, C., Organista, J. y López, M. (2018). Diseño instruccional para el desarrollo de contenidos educativos digitales para teléfonos inteligentes. *Apertura*, 10(2), 80-93. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68857368006>.