



Innovación Educativa con Realidad Aumentada: Perspectivas en la Educación Superior en Ingeniería

Educational Innovation with Augmented Reality: Perspectives in Engineering Higher Education

Sebastián Donaire-Mardones^a, Rodrigo Barraza Alonso^b, Pedro Martínez-Pagán^c, Lorena Yepes-Bellver^d, Víctor Yepes^e, y Marcos A. Martínez-Segura^f

^aUniversidad Santo Tomás, Chile, sdonaire2@santotomas.cl, , ^bUniversidad Santo Tomás, Santiago, Chile, rodrigobarrazaal@santotomas.cl , ^cUniversidad Politécnica de Cartagena, España, p.martinez@upct.es, , ^eUniversitat Politècnica de València, España, loyebel@alumni.upv.es, , ^dUniversitat Politècnica de València, España, vypepesp@cst.upv, , y ^fUniversidad Politécnica de Cartagena, España, marcos.martinez@upct.es, 

How to cite: Donaire-Mardones, S.; Barraza Alonso, R.; Martínez-Pagán, P.; Yepes-Bellver, L.; Yepes, V.; Martínez-Segura, M.A. (2024). Innovación Educativa con Realidad Aumentada: Perspectivas en la Educación Superior en Ingeniería. En libro de actas: *X Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 11 - 12 de julio de 2024. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2024.2024.18365>

Abstract

This research explores the transformative potential of Augmented Reality (AR) as a crucial educational supplement in engineering disciplines. It highlights AR's capability to significantly enhance teaching-learning processes, fostering more attractive, interactive, and effective educational experiences. This research aims to review the existing literature on implementation and teacher preparation, propose a methodological approach for implementation, and gather information based on the perspectives of mining engineering students. This study examines the current landscape of AR application in these specific disciplines. It identifies the prevailing challenges and opportunities for seamlessly integrating AR into educational curricula, enriching the learning environment. By emphasizing the innovative uses of AR and its impact on pedagogical strategies, this work seeks to contribute to the ongoing discourse on digital transformation in education, especially in the domains of engineering and earth sciences, aiming to make a concerted effort among academics, students, and institutions to fully leverage AR's capabilities for educational advancement, proposing a structured methodology for its implementation and knowledge retention

Keywords: *Augmented Reality; Engineering Education; Immersive Technology*

Resumen

Esta investigación explora el potencial transformador de la Realidad Aumentada (RA) como un complemento educativo crucial en las disciplinas de ingeniería. Destaca la capacidad de la RA para mejorar significativamente los procesos de enseñanza-aprendizaje, propiciando experiencias educativas más atractivas, interactivas y eficaces. Esta investigación tiene por

objetivos una revisión de la literatura existente sobre el empleo de realidad aumentada en la docencia, la propuesta metodológica para la implementación y un levantamiento de información basado en las perspectivas del alumnado de ingeniería del área minera. Este estudio examina el panorama actual de la aplicación de la RA en estas disciplinas específicas, identifica los desafíos y oportunidades predominantes para integrar la RA en los currículos educativos, enriqueciendo así el entorno de aprendizaje. Al resaltar los usos innovadores de la RA y su impacto en las estrategias pedagógicas, este trabajo tiene como objetivo contribuir al discurso en curso sobre la transformación digital en la educación, especialmente en los dominios de la ingeniería y las ciencias de la tierra, buscando hacer un esfuerzo conjunto entre académicos, estudiantes e instituciones para aprovechar completamente las capacidades de la RA para el avance educativo, proponiendo una metodología estructurada para su implementación y la retención del conocimiento

Palabras clave: *Realidad Aumentada; Educación en Ingeniería; Tecnología Inmersiva*

1. Introducción

En la era digital actual, la tecnología de realidad aumentada (RA) se ha convertido en una herramienta poderosa para transformar el proceso educativo, ofreciendo una experiencia de aprendizaje inmersiva e interactiva. La funcionalidad principal de esta tecnología es la superposición de información virtual sobre el mundo real, la cual puede ser visualizada mediante dispositivos tecnológicos como teléfonos inteligentes, tabletas o computadoras. Esta capacidad permite que conceptos complejos y abstractos sean presentados de manera tangible y comprensible, facilitando su traslado y disponibilidad en cualquier lugar con conectividad a internet. En el campo de la educación en ingenierías y ciencias de la tierra, la RA ofrece un potencial particularmente prometedor para complementar y enriquecer la enseñanza tradicional. Esto se debe a que aborda desafíos pedagógicos únicos asociados con la naturaleza técnica y práctica de estas disciplinas. La RA proporciona una herramienta versátil, capaz de replicar, simular y reconstruir elementos que, en un contexto real, son actividades muchas veces irrepetibles.

La realidad aumentada (RA) ha emergido como una tecnología transformadora en el panorama educativo, promoviendo un aprendizaje interactivo y experiencial. El término "realidad aumentada" fue acuñado en la década de 1990 por Caudell y Mizell (1992) para describir un sistema que superpone información generada por computadora sobre el mundo real, facilitando así la visualización de datos complejos en entornos de manufactura. Sin embargo, una definición más cercana a lo que hoy conocemos como realidad aumentada es la de Azuma (1997), quien amplió el concepto al destacar tres características fundamentales: la combinación de objetos virtuales y reales, la interacción en tiempo real y la alineación tridimensional de estos objetos. Estos principios han guiado el desarrollo de aplicaciones de RA en diversos campos, incluida la educación.

Según Ramírez-Montoya (2022), la transformación digital presenta desafíos en términos de infraestructura, conectividad y formación digital, lo que pone de manifiesto las dificultades que enfrentan muchos países de Latinoamérica. En estas regiones, las condiciones educativas pueden ser inadecuadas en diversos formatos (clases presenciales, virtuales o mixtas), los cuales han sido utilizados como medida paliativa para continuar la educación en la situación actual. Uno de los principales retos ha sido reestructurar y transformar el material docente, los estudios de casos, y las prácticas de campo y laboratorio.

En este contexto, las tecnologías inmersivas están ganando aceptación como herramientas educativas, ya que ofrecen nuevas formas de interacción con el conocimiento y permiten enseñar conceptos abstractos, científicos o espaciales que no están al alcance de todos. Por ejemplo, en el estudio de la minería, donde los métodos tradicionales de aprendizaje pueden generar dificultades cognitivas debido a la naturaleza espacial del conocimiento, la realidad aumentada (RA) proporciona una solución. La RA permite representar e interactuar tridimensionalmente con conceptos complejos, facilitando la comprensión.

Investigaciones recientes (Diegmann et al., 2015; Karakus et al., 2021) destacan que la RA ofrece nuevas formas de interacción con el conocimiento, haciendo más accesible la enseñanza de conceptos abstractos, científicos o espaciales. En el campo de la ingeniería minera, la RA se presenta como una herramienta eficaz para superar los desafíos cognitivos asociados con el aprendizaje tradicional, permitiendo una representación e interacción tridimensional con estos conceptos complejos.

En la educación de ingeniería y ciencias de la tierra, la realidad aumentada (RA) no solo facilita una comprensión más profunda de los conceptos teóricos mediante la visualización en 3D y las simulaciones interactivas, sino que también mejora la motivación y el compromiso de los estudiantes al incorporar elementos lúdicos y prácticos en el aprendizaje. Investigaciones recientes han demostrado el impacto positivo de la RA en el rendimiento académico de los estudiantes, su satisfacción con el proceso de aprendizaje y su habilidad para aplicar conocimientos a situaciones del mundo real (Bazarov et al., 2017; Wang & Chi, 2012). Además, el desarrollo profesional de los docentes en el uso de herramientas tecnológicas ha mostrado un avance significativo en la implementación efectiva de la RA en el aula, promoviendo un enfoque de enseñanza que es tanto innovador como altamente relevante para las necesidades educativas del siglo XXI (Ilona-Elefertyja, Meletiou-Mavrotheris, & Katzis, 2020).

La implementación de la realidad aumentada (RA) en diversas áreas profesionales ha demostrado ser un catalizador para la innovación y la eficiencia. En el campo de la medicina, Chidambaram et al. (2021) destacaron el uso de la RA para mejorar la precisión en las cirugías de mínima invasión. Su análisis literario de más de 54 artículos revisados mostró el éxito de esta tecnología en subespecialidades neuroquirúrgicas y quirófanos, permitiendo a los cirujanos visualizar estructuras anatómicas complejas en tiempo real, superando las capacidades de los sistemas tradicionales de neuro-navegación.

En ingeniería mecánica, se ha demostrado que la RA mejora significativamente la habilidad espacial de los estudiantes en talleres de dibujo mecánico. Yarin y Gamarra (2022) encontraron que el uso de la RA influye positivamente en la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes, subrayando la importancia de integrar estas tecnologías en la educación técnica y profesional.

Moreno et al. (2016) examinaron la integración del aprendizaje mediante teléfonos móviles, la gamificación y la RA como estrategias pedagógicas en la enseñanza de idiomas. Su estudio destaca cómo estas tecnologías emergentes pueden reconfigurar y enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, promoviendo una mayor interacción, motivación y compromiso de los estudiantes.

Durante la pandemia de COVID-19, la RA demostró ser especialmente útil en condiciones educativas complejas. Campos et al. (2022) estudiaron su uso en el área veterinaria, mostrando que la flexibilidad y el buen desarrollo de los objetos o simulaciones virtuales permitieron su aplicación en clases presenciales, mixtas y a distancia.

Estos ejemplos ilustran el vasto potencial de la RA no solo como herramienta de innovación tecnológica sino también como medio para superar barreras tradicionales en la educación y prácticas profesionales. Además, algunos estudios han explorado las carencias formativas que afectan la empleabilidad de los

estudiantes de ingeniería civil (Torres-Machí et al., 2013) y han evaluado los planes de estudio de las carreras relacionadas con las demandas del mercado (Yepes et al., 2012).

La educación tradicional, basada en métodos pasivos y unidireccionales, no está alineada con las necesidades y características de la generación actual de estudiantes, conocidos como nativos digitales. Estos estudiantes, acostumbrados a la interacción constante y al consumo multimedia, requieren métodos de enseñanza más dinámicos e interactivos, con esta propuesta de implementar la realidad aumentada (RA) en el sistema educativo busca abordar esta brecha, ofreciendo una herramienta que promueva un aprendizaje activo, personalizado e inmersivo como complemento al proceso educativo de las Ingenierías. Para esto debemos entender los conceptos claves y principios de las nuevas formas de generar conocimientos y a quienes nos estamos dirigiendo; en este sentido se establecen los siguientes términos:

- Nativos Digitales: Según Prensky (2001), la generación actual ha crecido en un entorno tecnológico, lo que les confiere habilidades y expectativas diferentes en cuanto a su proceso de aprendizaje.
- Aprendizaje Activo: Fabregat (2012) destaca que tecnologías como la RA promueven un aprendizaje activo, donde los estudiantes no solo consumen información, sino que interactúan con ella.
- Interactividad y Contextualización: La RA permite contextualizar la información, lo que, según Fabregat (2012), facilita la creación de mapas mentales y una mejor interiorización de los contenidos.

Aunque la realidad aumentada (RA) tiene un gran potencial para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje, su integración debe ser cuidadosamente planificada. Es esencial considerar enfoques de implementación efectivos, como el propuesto por Edel y Guerra (2010). Estos autores desarrollaron un modelo metodológico integral destinado a optimizar la entrega de contenido educativo. Su método destaca por un enfoque sistemático y multidimensional hacia la enseñanza y el aprendizaje, estableciendo un marco de referencia claro para educadores y diseñadores curriculares. Este modelo se articula en siete etapas, representadas en la Fig. 1.

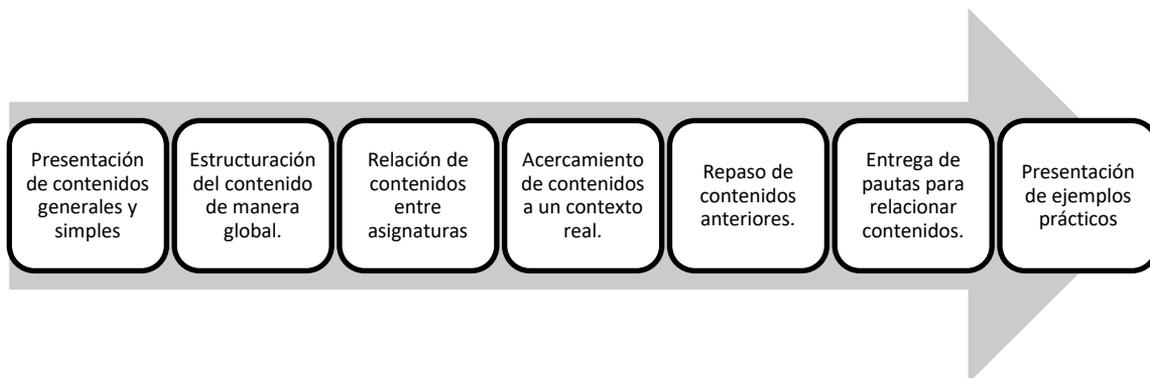


Fig. 1. Modelo metodológico del desarrollo para preparación de clases efectivas (Navarro & Guerra, 2010)

La investigación y aplicación de esta tecnología es relevante en el contexto actual, donde países tecnológicamente avanzados han progresado significativamente en comparación con la realidad latinoamericana, además, la pandemia ha afectado a casi el 70% de los estudiantes según la UNESCO (2020) y hoy en día la digitalización y transformación educativa permite avanzar con mayor seguridad en herramientas tecnológicas para el progreso educativo. El estudio se basa en el aprendizaje basado en experiencias, también conocido como el modelo de David Kolb (Kolb, 1984). Este modelo sugiere que el

aprendizaje está condicionado por las experiencias vividas y consta de cuatro etapas: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experiencia activa. Considerando el contexto anterior, este trabajo introduce tecnologías de realidad aumentada en programas de educación superior orientada a la ingeniería minera, desarrollando aplicaciones interactivas que han permitido a los estudiantes visualizar y manipular modelos tridimensionales de explotaciones de minas o simular situaciones reales de trabajo en el sector minero. Formando parte de la implementación de esta metodología, se generaron elementos y modelos en tres dimensiones (3D) para su incorporación en el entorno de la realidad aumentada. Finalmente, se demuestra que la incorporación de esta tecnología ha enriquecido la experiencia educativa promoviendo el interés del alumnado y su interacción con contenido didáctico, que se ha manifestado en un mayor interés de los contenidos docentes y mayores niveles de autoaprendizaje.

2. Objetivos

Obj1. Establecer las condiciones para incorporar realidad aumentada (RA) en la educación superior en la carrera de ingeniería y ciencias de la tierra.

Obj2. Desarrollar recursos digitales que permitan generar actividades para el desarrollo de conocimientos, aprendizajes y competencias

Obj3. Desarrollar un procedimiento de trabajo simplificado para una implementación efectiva en el aula en las ciencias de la Ingeniería.

Obj4. Analizar la percepción de los estudiantes de ingeniería sobre la incorporación de la realidad aumentada como complemento estratégico en su proceso de enseñanza

3. Desarrollo de la innovación

3.1. Complemento a lineamientos estratégicos

La presente investigación propone la incorporación de una metodología para el desarrollo e implementación de la realidad aumentada mediante un procedimiento al integrar ésta tecnología con el propósito orientar específicamente el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en contextos universitarios en el área de la ingeniería y ciencias de la tierra, apoyado por metodologías activo-participativas, esta propuesta metodológica busca integrar la tecnología de realidad aumentada dentro de los lineamientos pedagógicos establecidos en un modelo de formación centrado en el estudiante en una institución de educación superior en Chile. Para ello, se buscó alinear el uso de estas tecnologías emergentes con los objetivos de aprendizaje de la asignatura de “Métodos de Explotación Minera”, perteneciente a la titulación de Ingeniería Civil en Minas de la Universidad Santo Tomás (Santiago de Chile), las competencias esperadas y el perfil de egreso de los estudiantes, promoviendo así una educación más interactiva y conectada con la realidad siendo la presente metodología integrada a los ejes de proceso educativo de enseñanza-aprendizaje de la institución, como se puede apreciar en la *Fig. 2*, es importante establecer que no es un remplazo a las metodologías actuales sino como un complemento a las mismas. Al virtualizar actividades que simulan y complementan el contenido práctico, la metodología no solo facilita un acercamiento más profundo y significativo a la materia, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo real en un contexto académico permitiendo replicar múltiples veces la actividad e incluso poder experimentar en cualquier lugar donde la aplicación y el dispositivo inteligente tenga conectividad a red de internet.

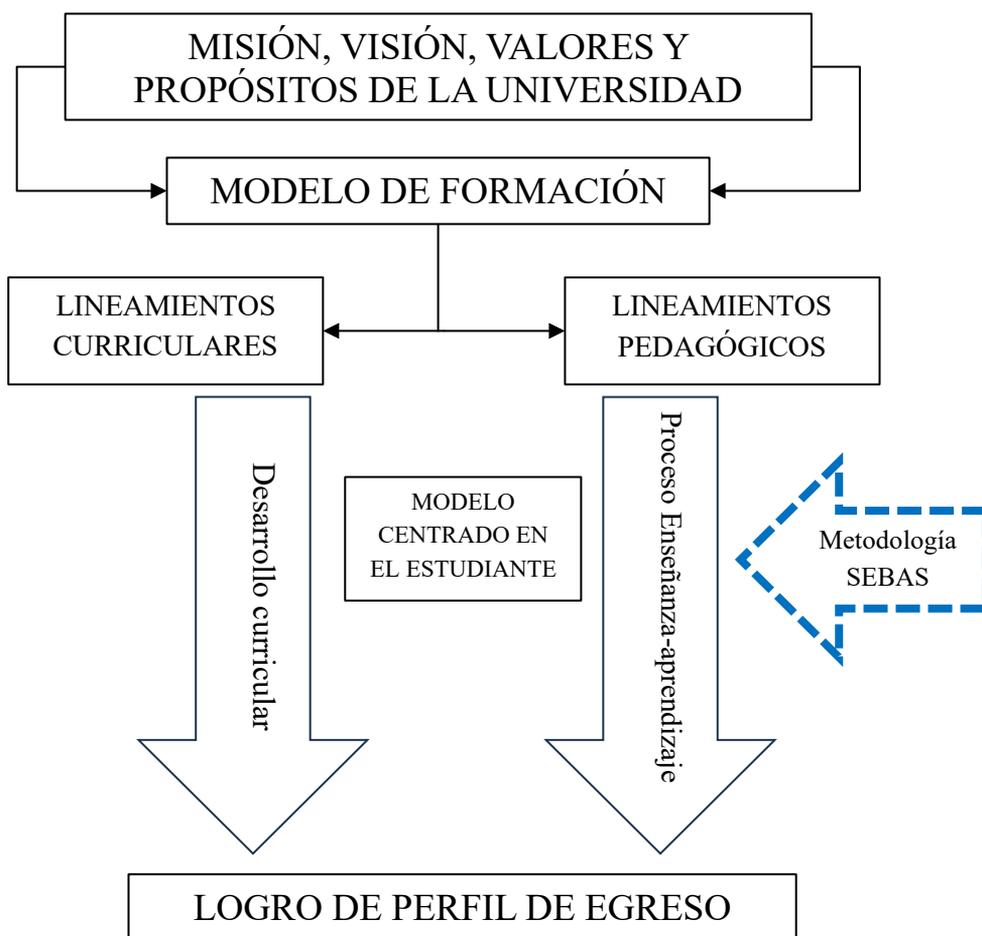


Fig. 2. Modelo de Formación Simplificado para Educación Superior Universitaria. Donaire & Barraza (2024)

3.2. Propuesta metodológica

La implementación efectiva de la RA en aplicaciones prácticas presenta desafíos significativos, derivados principalmente de la falta de una metodología estructurada que guíara desde la concepción hasta la evaluación de proyectos, en respuesta a este vacío, este trabajo presenta la metodología SEBAS, como un marco innovador diseñado para maximizar el potencial de la RA a través de un proceso sistemático y coherente que permite cumplimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta propuesta metodológica se estructura en las siguientes etapas básicas:

Selección (*Selection*) (S): Esta etapa implica identificar claramente el área de aplicación, los contenidos digitalizables requeridos y los objetivos de aprendizaje esperados con una actividad simulada. También es crucial definir el propósito específico para el uso de la RA permitiendo a los desarrolladores y creadores establecer al usuario objetivo para la creación clara de los requerimientos del proceso de aprendizaje, objetivos claros y contextualizar el proyecto en su entorno de uso previsto. La selección adecuada del contexto y los objetivos es fundamental para garantizar que el proyecto de RA sea relevante, factible, integrador y lo suficientemente inclusivo para ser capaz de cumplimentar el contenido teórico adquiriendo el aprendizaje y/o competencias esperadas para la actividad.

Especificación (*Elaboration*) (E): En esta fase se detallan los requisitos técnicos y de contenido del proyecto, incluyendo la selección de las herramientas y plataformas de desarrollo adecuadas, así como la definición de los tipos de contenido (por ejemplo, modelos 3D, interacciones, multimedia) que se incorporarán, además, la especificación precisa de estos elementos para orientar el desarrollo efectivo del proyecto.

Bocetado (*Blueprinting*) (B): Esta etapa se centra en la creación de bocetos y prototipos iniciales de las experiencias de RA, siendo el objetivo visualizar y ajustar la concepción inicial del proyecto mediante *wireframes*, maquetas y prototipos desde baja a alta fidelidad, permitiendo iteraciones rápidas en respuesta a una retroalimentación preliminar, esto permitiría identificar y resolver problemas de diseño y usabilidad desde las etapas iniciales, reduciendo el riesgo de cambios costosos en etapas más avanzadas del desarrollo.

Aplicación (*Application*) (A): Se lleva a cabo la implementación técnica del proyecto, la planificación de la clase y su secuencia lógica integrando las actividades desarrolladas, mediante un proceso guiado por el docente utilizando metodología activo-participativas, también se requiere evaluar e informar los tiempos, reglar y duración de las actividades. La implementación efectiva es crucial para transformar la visión conceptual a una visión experimental/experiencial en una solución de RA funcional y atractiva que cumpla con los requisitos especificados.

Supervisión y Síntesis (*Supervision and Synthesis*) (S&S): Esta fase final abarca la evaluación de los elementos, actividades e interacciones del desarrollo implementado y el ajuste basado en el feedback específico y mediciones de impacto. En esta etapa debe incluir no solo la recopilación de la retroalimentación, sino que también la evaluación específica para validar los contenidos, conocimientos y logros de aprendizaje esperados. Este proceso toma suma importancia en desarrollos básicos para integrar las lecciones aprendidas y las recomendaciones para generar una versión mejorada del proyecto, si se requiere, asegurando su alineación con los objetivos iniciales y las necesidades de los estudiantes.

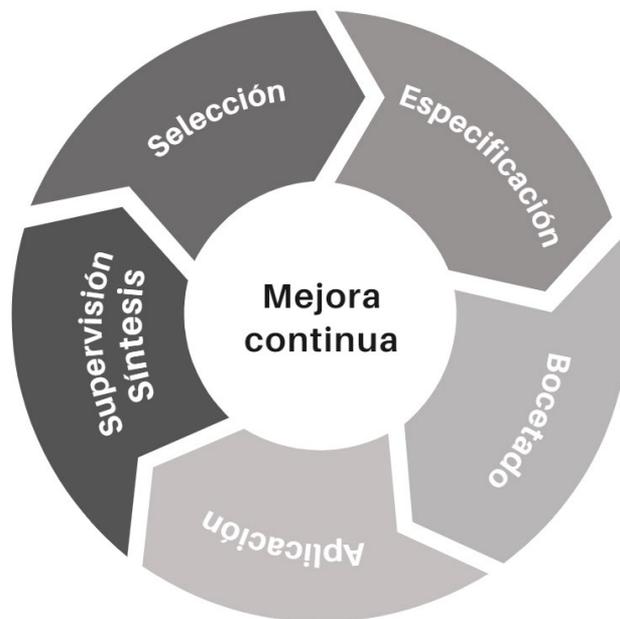


Fig. 3. Diagrama circular la metodología SEBAS propuesta

3.3. Herramientas utilizadas

Para la fase de planificación, diseño y prototipado, se debe tener en cuenta una serie de requisitos de hardware que inciden directamente en la velocidad, eficiencia y calidad del trabajo desarrollado. Para asegurar un rendimiento óptimo y adaptarse a las demandas de los proyectos más exigentes, se recomienda contar con una configuración de hardware que incluya componentes de alta capacidad, un docente capacitado en modelado y una identificación clara de los elementos requeridos para tener claro los resultados esperados de las actividades educativas, estos componentes no solo facilitan una ejecución más ágil y precisa de las tareas, sino que también permiten a los profesionales explorar soluciones innovadoras sin verse limitados por restricciones tecnológicas, por tanto, la selección cuidadosa de estos elementos constituye un pilar fundamental en el proceso de creación, permitiendo materializar ideas complejas en prototipos funcionales y eficaces.

Tabla 1. *Requerimientos de trabajo*

ITEM	Requerimientos mínimos recomendados	Requerimientos utilizados
Sistema Operativo	Windows 7 SP1+, 8, 10, version de 64-bit	Windows 10, version de 64-bit
Tarjeta Gráfica	Tarjeta de video con capacidad para DX9-DX10, OpenGL y 4 Gb con 112 GB/s de ancho de banda.	RX 5700Xt 8GB 4.0 Pcie DX12 con VR ready premium con 448 Gb/s.a 12
Memoria RAM	4-8 GB de memoria RAM 1600 MhZ. (según programa de ordenador a usar)	1920 x 1080 y color de 8 Mbits o mayor.
Resolución de Pantalla	1280 x 768 y color de 24 bits o mayor.	1920 x 1080 y color de 8 Mbits o mayor.
Almacenamiento	Un mínimo de 20 GB de espacio libre de almacenamiento..	340 GB SSD Pcie 4.0

3.4. Desarrollo de actividad RA y proceso de prueba

3.4.1. Pruebas orientadas a levantamiento de información

Se implementó una encuesta dividida en tres fases clave. La primera fase tenía como objetivo evaluar la percepción de los estudiantes sobre las prácticas tradicionales, enfocándose en cómo experimentan y aplican sus conocimientos, la segunda se centró en recoger opiniones y nivel de conocimiento sobre tecnologías emergentes, mientras que la tercera fase introdujo una aplicación mediada por Realidad Aumentada (RA), buscando primeras impresiones y expectativas.

Se procedió al desarrollo de modelos tridimensionales utilizando el programa de ordenador de código abierto BLENDER, para ello, el proceso incluyó la creación de guías detalladas para la proyección de modelos en 3D y el desarrollo de entornos virtuales interactivos, empleando programación en la plataforma SCOPE para enriquecer la experiencia de usuario con interacciones dinámicas.

La encuesta se digitalizó, integrándose códigos QR para facilitar el acceso a la misma. Además, se elaboró una guía de usuario detallada para optimizar la experiencia con la tecnología de RA, complementada con un video demostrativo que mostraba el funcionamiento práctico de la aplicación, proporcionando así un recurso adicional para los usuarios.

Finalmente, se llevó a cabo la recopilación e interpretación de los datos obtenidos a través de la encuesta y la interacción con la aplicación de RA. Este análisis buscó identificar tendencias, percepciones y áreas de mejora para futuras implementaciones, contribuyendo a una comprensión más profunda de la aceptación y el impacto de las tecnologías emergentes en contextos educativos prácticos.

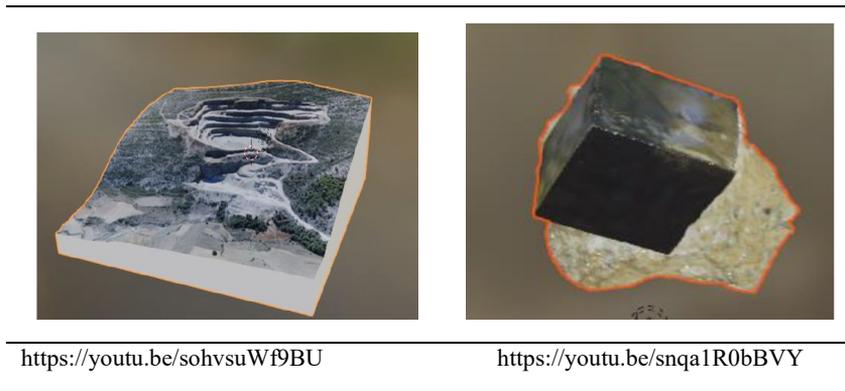


Fig. 4. Modelos presentados para proceso de encuestas

3.4.2. Pruebas orientadas a la aplicación metodológica

Selección

Reunión con el profesorado de la materia para seleccionar de forma precisa los contenidos, objetivos de aprendizaje y logros esperados de la clase de integración. Esta etapa implicó una definición clara de los contenidos digitales necesarios y la identificación del propósito específico de la actividad para optimizar la utilización de la Realidad Aumentada (RA), enfocando la selección para cumplir con los requerimientos pedagógicos y contextuales del entorno educativo previsto.

Especificación

Definición detallada de los elementos virtuales a desarrollar, especificando técnicas y requisitos de interacción, así como el contenido crítico a asociar, además, se estableció el tipo de detalles y el nivel de profundidad requerido para los elementos virtuales, asegurando que las especificaciones técnicas y de contenido guíen el desarrollo efectivo del proyecto de RA.

Bocetado

Utilización de herramientas como Blender para el modelado 3D, texturización de elementos, creación de escenas y programación por bloques en plataformas como COSPACE. Esta fase incluye la recopilación y adaptación de modelos 3D existentes y la generación de los accesos necesarios, asegurando que los prototipos visuales se ajusten a las especificaciones definidas anteriormente.

Universidad de Chile (USACH), Universidad del Desarrollo (UDD), DuocUC, Universidad Diego Portales (UDP), Universidad Andrés Bello (UNAB), y como segunda instancia, mediante la metodología propuesta se desarrolló una actividad para la asignatura de métodos de explotación para el programa de estudios de ingeniería civil en Minas, en donde, participaron 9 estudiantes de Ingeniería Civil en Minas de la Universidad Santo Tomás valorizando las actividad y sometiendo a prueba los contenidos teóricos que les fueron presentados.

Las secciones se identificaron como:

a) Percepción de actividades practicas: salidas de campo o prácticas en laboratorios

Esta sección midió el grado de satisfacción del alumnado respecto a las salidas de campo y las prácticas de laboratorios que se realizaron durante su proceso educativo, obteniendo los siguientes resultados:

- Un 100% de los estudiantes declara que deberían tener salidas de campo o actividades prácticas, mientras que el 75.7% establece que dichas actividades no son o no fueron suficientes para su formación y un 16.2% no sabe realmente si fueron suficientes alcanzando más de un 90% de incertidumbre respecto a la cantidad de actividades para su desarrollo de competencias Fig.7.

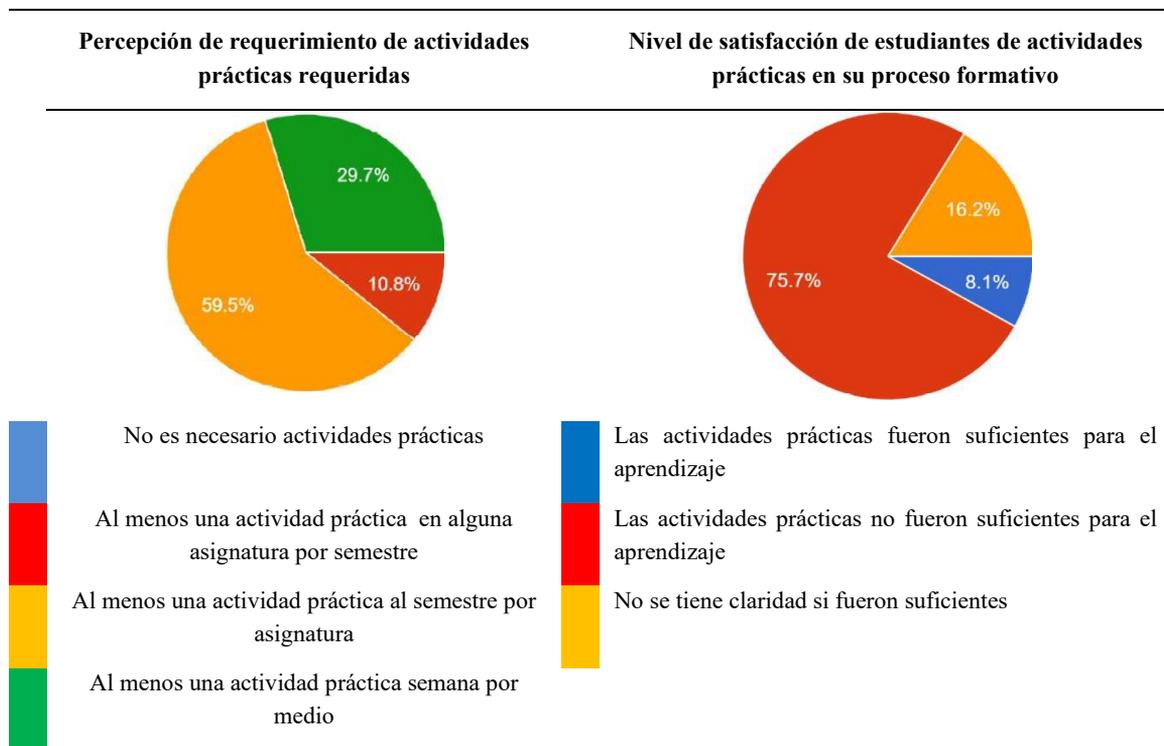


Fig. 7. Gráficas circulares de percepción de proceso formativo mediada por actividades prácticas

- 59.5% piensa que debería tener al menos una actividad práctica por asignatura (Fig. 7), mientras que un 29.7% piensa que deberían tener al menos una actividad práctica semana por medio y un 10% una actividad práctica por semestre, por lo tanto, todos tienen un punto en común, siendo éste es el hecho de que necesitan de estas actividades para el desarrollo de algunas competencias asociadas a las asignaturas.

- 97.3% de los estudiantes encuestados piensan que es necesario complementar los contenidos teóricos prácticas de campo o de laboratorio para poder entender completamente la información expuesta.
- Respecto a la virtualidad en los casos de estudiantes en curso un 54% les parece algo aburrido el formato virtual producto del formato de presentación del material expuesto por que no desarrollaban completamente las competencias necesarias o simplemente por monotonía de las clases.

b) Percepción de tecnologías emergentes y su uso

- Respecto a las tecnologías usadas durante sus asignaturas, la mayoría declara el uso de programas de ordenador de la especialidad y algunos equipos de medición, siento un 24.3% de los encuestados que no existe completo entendimiento y presentación de estos programas de ordenador mientras que 40.5% no sabe realmente si fueron bien presentados.
- Se evaluaron además las tecnologías conocidas por los estudiantes y que pudiesen ser incorporadas en su proceso de aprendizaje entre estas opciones estaban los programas de ordenador especializados, realidad aumentada, realidad virtual, impresión 3D, simuladores obteniendo 35, 17, 17, 22 y 29 puntos, respectivamente. Las de mayor puntuación considera las tecnologías más conocidas en el mercado.
- Un 100% (97.3% muy de acuerdo, y el restante 2.7% de acuerdo) está de acuerdo con incorporar tecnología e innovación en su carrera y con el mismo porcentaje de aprobación les gustaría que sus instituciones incorporen más tecnologías y metodologías de aprendizaje para el proceso de enseñanza
- Se presentó las opciones de preferencias de implementación en la educación superior entregando como opciones remplazar visitas técnicas por tecnologías inmersivas y simuladores, combinar tecnologías inmersivas como RA y RV para complementar los contenidos y potenciar los mismos, complementar clases teóricas con actividades practicas simples, cambiar metodologías de enseñanza e incorporar tecnología e innovación obteniendo 10, 24, 15, 12 y 21 puntos, respectivamente; siendo la respuesta con mayor valoración la de “incorporación de tecnologías para simular o replicar procesos reales en la sala de clase” en conjunto con “incorporar tecnología e innovación en el proceso de enseñanzas” las mejor ponderadas y mayor posibilidad de aceptación dentro de la sala de clases.
- Un 83.8% de los encuestados están de acuerdo y aceptan la idea de incorporar tecnologías inmersivas para complementar terrenos y actividades prácticas, esto también respondiendo a la falta de actividades prácticas, terreno o laboratorios para el desarrollo de competencias para su proceso de formación alcanzando un 67.6% (+ 16.2% que no sabe).

c) Presentación de la propuesta (testeó)

En esta sección se presentó la solución propuesta a través de videos de los prototipos y entregando el objeto de RA para usarlo individualmente, de esta encuesta se rescata lo siguiente:

- Un 97.3% le gustaría que su institución cuente con este tipo de tecnologías para implementarlas dentro del aula de clases, además de un 100% le gustaría la implementación mediante un proceso guiado por el cuerpo docente.
- Respecto a su percepción en puntuación sobre la propuesta se evaluaron el interés de la propuesta para el proceso de simulación de procesos reales, facilidad de aprendizaje, innovación en la tecnología, compensar la falta de gestión de actividades práctica, su aporte al proceso educativo y su indiferencia a uso de la tecnología obteniendo 31, 14, 20 y 14 puntos las alternativas que identifican una alta

aceptación respecto a esta tecnología y solo 1 punto en las opciones que figuran como negativas o indiferencia a la aceptación de la tecnología (Fig. 8).

- Entre las cualidades entregadas las que más destacan y con mayor ponderación es que, será interactiva, que pueda ser usada en teléfonos móviles, gratuita, y disponer del material en todo lugar.

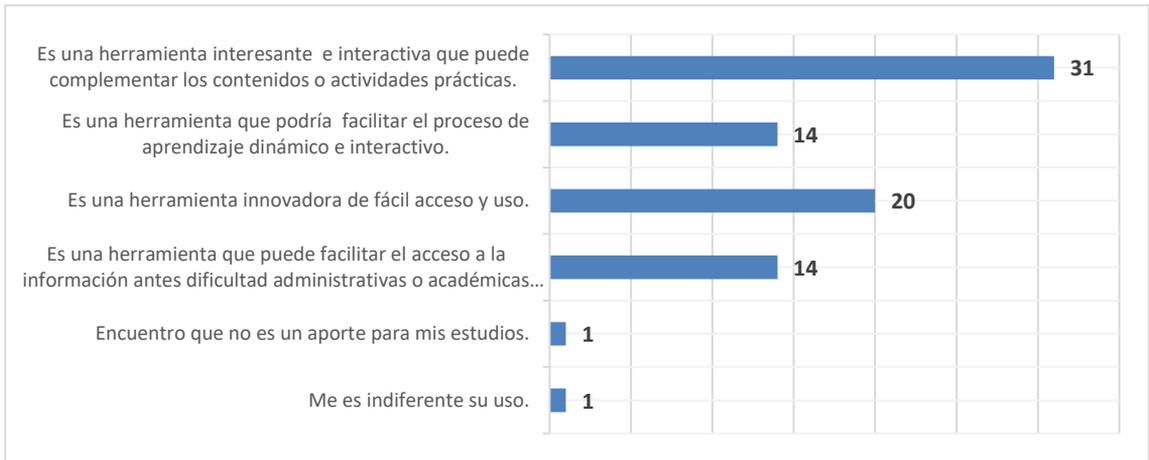


Fig. 8. Percepción de interés de incorporación de RA en el proceso formativo

Respecto a la prueba realizada utilizando la metodología propuesta revela una fuerte inclinación positiva hacia la Realidad Aumentada (RA) en la educación, con la mayoría de los participantes expresando acuerdo o fuerte acuerdo en todas las categorías, lo que sugiere que encuentran la RA útil para su formación profesional y están satisfechos con cómo los conceptos son explicados a través de esta tecnología (Fig. 9). La RA es percibida como un incentivo que enriquece el conocimiento y proporciona oportunidades prácticas para aplicar lo aprendido, cumpliendo con las expectativas educativas y formativas de los estudiantes y de la actividad propuesta; observando, también, que la facilidad de su empleo para aprender y manipular la aplicación de RA ha sido bien valorada; aunque, una pequeña minoría expresa desacuerdo, lo que indica que aún hay margen para mejorar la experiencia de usuario. En conjunto, estos resultados sugieren que la integración de la RA es bien recibida y eficaz en el contexto educativo, no obstante, sería conveniente investigar los pocos casos de desacuerdo para pulir la implementación mejorando su implementación a la actividad asociada.

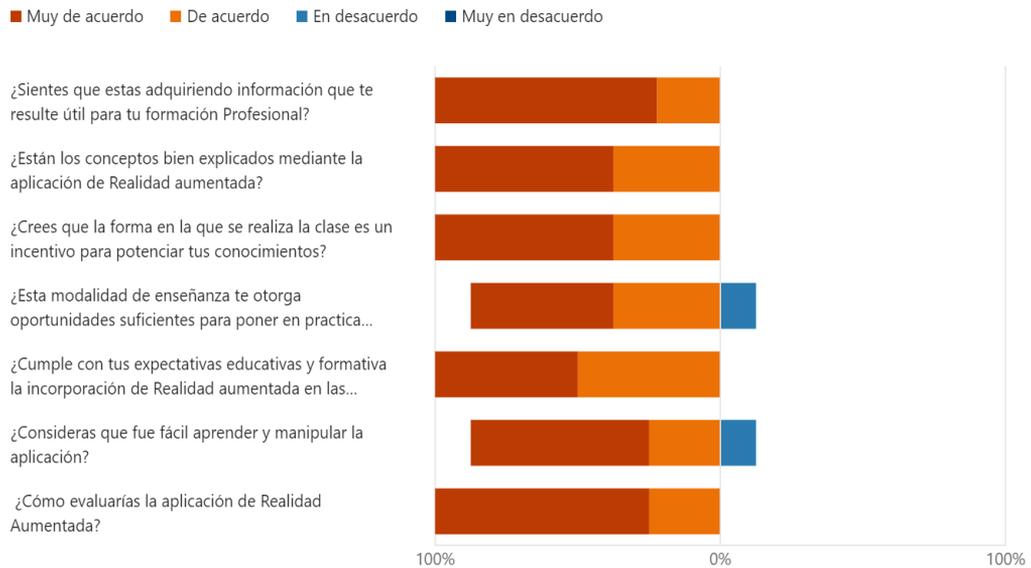


Fig. 9. Evaluación actividad de implementación

5. Conclusiones

El estudio ha demostrado que la realidad aumentada (RA) es una herramienta viable y efectiva para su integración en la educación superior, especialmente en las titulaciones de Ingeniería en el área minera. La RA facilita la visualización de conceptos complejos y abstractos, cruciales en estas disciplinas. Su implementación es técnicamente factible con el equipo y software adecuados y se alinea bien con las metodologías de enseñanza activa y participativa que están ganando terreno en la educación contemporánea.

La investigación permitió el desarrollo de recursos digitales, como modelos 3D y entornos interactivos, que han demostrado ser efectivos para mejorar el aprendizaje y las competencias de los estudiantes. Estos recursos no solo complementan los contenidos teóricos, sino que también proporcionan una experiencia práctica y tangible. Además, los estudiantes han mostrado una buena acogida hacia estos recursos, evidenciando un aumento en la comprensión y el interés en los temas estudiados.

Asimismo, la investigación condujo a la formulación de una nueva metodología llamada SEBAS, que proporciona un marco claro y estructurado para la implementación de la RA en el aula. Esta metodología facilita los procedimientos y la generación de actividades inmersivas, guiando a educadores y académicos en la creación de actividades en diversas áreas de estudio. SEBAS permite la maduración de proyectos y actividades desde la concepción hasta la evaluación, asegurando que los objetivos de aprendizaje se cumplan y que los estudiantes puedan interactuar de manera significativa con los contenidos digitales. La metodología SEBAS fue validada a través de su aplicación práctica en clases de ingeniería minera, mostrando resultados positivos en términos de aprendizaje y satisfacción estudiantil.

La investigación reveló que los datos de percepción indicaron una respuesta mayoritariamente positiva por parte de los estudiantes, quienes manifestaron una alta satisfacción con la metodología utilizada. Destacaron la interactividad y la capacidad de visualizar conceptos complejos como factores clave que mejoraron su experiencia de aprendizaje. Además, los estudiantes coincidieron en que esta tecnología es un complemento valioso para la formación integral, ya que enriquece tanto las actividades prácticas como las teóricas.

tradicionales, sugiriendo un alto potencial para la adopción generalizada de la RA en los programas educativos de ingeniería.

Para futuras investigaciones, sería útil considerar otras variables psicológicas para analizar el potencial educativo de la RA, tales como los estilos y enfoques de aprendizaje, así como el tipo de interacción que los estudiantes pueden tener con los objetos de RA en función de los diferentes niveles formativos.

Finalmente, para que esta tecnología se incorpore efectivamente en la formación universitaria, es necesario que las instituciones de educación superior establezcan centros de producción que faciliten y apoyen a los docentes en su implementación.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo académico de la Universidad Politécnica de Cartagena, de la Universitat Politècnica de València y a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Santo Tomás.

Referencias

- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. In *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* (Vol. 6, pp. 355-385).
- Bazarov, S., Kholodilin, I., Nesterov, A., & Sokhina, A. (2017). Applying Augmented Reality in practical classes for engineering students. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 27. doi:10.1088/1755-1315/87/3/032004
- Campos Murillo, N., Efstathios, S., & Cisneros Quintanilla, P. (2022). Realidad aumentada, una estrategia metodológica para la enseñanza de Laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria. *Dominio De Las Ciencias*, 8(3), 875-892. doi:https://doi.org/10.23857/dc.v8i3.2963
- Caudell, T., & Mizell, D. (n.d.). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In IEEE (Ed.), *In Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences, II*, pp. 659-699. kauai. doi:10.1109/HICSS.1992.183317.
- Chidambaram, S., Stifano, V., Demetres, M., Teyssandier, M., Palumbo, M., Redaelli, A., & Panullo, S. (2021). Applications of augmented reality in the neurosurgical operating room: a systematic review of the literature. *ournal of Clinical Neuroscience*, 91, 43-61.
- Diegmann, P., Schimdt-Kraepelin, M., Eyden, S., & Basten, D. (2015). Benefits of augmented reality in educational environments-a systematic literature review. *Wirtschaftsinformatik Proceedings*, 103. Retrieved from <https://aisel.aisnet.org/wi2015/103>
- Fabregat, R. (2012). Combinando la realidad aumentada con las plataformas de e-learning adaptativas. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 9(2), 69-78.
- Ilona-Elefertyja, L., Maletiou-Mavrotheris, M., & Katzis, K. (n.d.). A Teacher Professional Development Program on Teaching STEM-Related Topics Using Augmented Reality in Secondary Education. In Springer (Ed.), *Emerging Technologies and Pedagogies in the Curriculum*. Singapore. doi:https://doi.org/10.1007/978-981-15-0618-5_7
- Karakus, M., Ersozlu, A., & Clark, A. (2019). Augmented Reality Research in Education: A Bibliometric Study. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(10).
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning experiences as the source of learning development*. Prentice Hall.

- Moreno Martínez, N., Leiva Olivencia, J., & Matas Terrón, A. (2016). Mobile learning, Gamification and Augmented Reality for the teaching and learning of languages. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6, 16-34.
- Navarro, R., & Guerra, C. (2010). Recursos didácticos para la educación a distancia: hacia la contribución de la realidad aumentada. *Ide@s CONCYTEG*, 5(61).
- Prensky, M. (2001). Nativos digitales, inmigrantes digitales. *On the horizon*, 9(5), 1-7.
- Ramírez Montoya, M. S. (2022). Horizontes digitales complejos en el futuro de la educación 4.0: luces desde las recomendaciones de UNESCO. RIED. *RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia*.
- Torres-Machi, C., Carrión García, A., Yepes, V., & Pellicer, E. (2013, Abril). Employability of Graduate Students in Construction Management. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*. doi:10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000139
- UNESCO. (2020). COVID-19 y educación superior. De los efectos inmediatos al día después. Análisis de impacto, respuestas políticas y recomendaciones. Retrieved from Obtenido de <https://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2020/04/COVID-19-070420-ES-2-1.pdf>
- Wang, C.-h., & Chi, P.-h. (2012). Applying Augmented Reality in Teaching Fundamental Earth Science in Junior High Schools. In E. a. Computer Applications for Database (Ed.), *Communications in Computer and Information Science*, (pp. 23-30). Berlin. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-642-35603-2_4
- Yarin Achachagua, Y., & Gamarra Chinchay, H. (2022). Augmented reality and its effect on the spatial ability of mechanical engineering students. *Revista de Educación a Distancia*, 22(70). doi:<http://dx.doi.org/10.6018/red.509931>