

Realidad aumentada en enseñanza de motores de combustión interna: Una experiencia con estudiantes universitarios ecuatorianos

Rodrigo Andrés Cárdenas Yáñez ^{1*} <http://orcid.org/0000-0002-3150-9083>

Wilma Lorena Gavilanes López ¹ <http://orcid.org/0000-0002-2563-6633>

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador.

*Autor para la correspondencia: racardenas1@pucesa.edu.ec

RESUMEN

El artículo propone explorar el uso de la realidad aumentada como una estrategia efectiva para la enseñanza de los motores de combustión interna. Proporciona una visión general de los fundamentos de la realidad aumentada, destaca los beneficios potenciales de su implementación en el contexto educativo y presenta una propuesta de estructura para diseñar una experiencia de aprendizaje inmersiva y efectiva sobre los motores de combustión interna. Se manejó un enfoque mixto de tipo descriptivo mediante la armonización de métodos cualitativos y cuantitativos como la revisión bibliográfica, el análisis y síntesis y la encuesta.

Palabras clave: Realidad aumentada; Motores de combustión Interna; Estrategia de enseñanza; Elementos virtuales; Experiencia de aprendizaje.

Recibido: 22/03/2023

Revisado: 12/04/2023

Aceptado: 10/06/2023

Introducción

En la sociedad actual, los motores de combustión interna desempeñan un papel crucial en diversas áreas de nuestra vida cotidiana. Desde el transporte terrestre, con la amplia presencia de automóviles y vehículos de carga, hasta la generación de energía en plantas industriales, los motores de combustión interna son fundamentales para impulsar el desarrollo y el funcionamiento de nuestra sociedad.

La importancia de comprender el funcionamiento de los motores de combustión interna radica en su aplicación práctica en múltiples campos. Estos motores son altamente eficientes en la transformación de energía química en energía mecánica, lo que los convierte en la opción preferida para diversas aplicaciones. Sin embargo, enseñar de manera efectiva los principios y conceptos detrás de los motores de combustión interna puede ser un desafío considerable.

En la enseñanza de los motores de combustión interna, los educadores se enfrentan a obstáculos tales como la complejidad de los procesos internos, la dificultad para visualizar y comprender los componentes en funcionamiento, y la necesidad de una interacción práctica para un aprendizaje más significativo. Además, la enseñanza tradicional basada en manuales y diagramas bidimensionales puede resultar abstracta y poco atractiva para los estudiantes, lo que dificulta su compromiso y comprensión profunda del tema, resulta pertinente, entonces proceder tomando en consideración la necesidad de que los estudiantes de formación profesional, como es el caso que estamos considerando, sean instruidos de manera práctica en este asunto.

Es en el contexto anteriormente descrito que surge la Realidad aumentada (en lo adelante RA) como una tecnología prometedora para abordar estos desafíos en la enseñanza de los motores de combustión interna. La RA combina el mundo real con elementos virtuales, permitiendo la superposición de información digital sobre el entorno físico. Esta integración crea una experiencia inmersiva que mejora la comprensión y facilita la visualización de los complejos procesos que ocurren dentro de un motor de combustión interna.

Al utilizar la RA como herramienta educativa, los docentes pueden presentar modelos 3D interactivos de motores de combustión interna, permitiendo a los estudiantes explorar y manipular los componentes virtuales en tiempo real. Esto les brinda una experiencia práctica y tangible, facilitando la comprensión de los principios y mecanismos involucrados, pues la RA los provee del acceso a contenidos multimedia de

mucha riqueza, variedad y significación y les facilita, un contexto relevante y con el que se interactúa de manera inmediata. Esta retroalimentación inmediata y personalizada ofrecida por la RA permite a los estudiantes aprender de sus errores y mejorar su comprensión en tiempo real.

A partir de lo referido el trabajo desarrollado se propuso como objetivo el análisis valorativo de la efectividad de la realidad aumentada como estrategia de enseñanza para mejorar el aprendizaje de los motores de combustión interna en estudiantes.

Desarrollo

La RA es una tecnología que combina el mundo real con elementos virtuales, generando una experiencia en la que objetos digitales se superponen y se integran en el entorno físico. A través de dispositivos como smartphones, tabletas o gafas especiales, los usuarios pueden percibir y manipular información digital en tiempo real mientras interactúan con el mundo real. La RA mejora la percepción sensorial y proporciona una capa adicional de información visual, sonora o táctil que enriquece la experiencia y amplía las posibilidades de interacción con el entorno.

Es en la década de los 90, cuando aparece la RA en el mundo científico, en ese momento la tecnología estaba enfocada en computadoras de procesamiento rápido, en el renderizado de gráficos en tiempo real y en sistemas de seguimiento de precisión portables, lo que permitía combinar imágenes generadas por computadora con la visión del mundo real (Basogain; Olabe; Espinosa y Rouèche, 2010).

En la década de los 80 los entornos cinematográficos instrumentan conceptos básicos de la RA a través de efectos y textos superpuestos al entorno, vistos desde los escaneos que realizaban los protagonistas (Gómez; Rodríguez y Marín, 2020). Sin embargo, fue a partir de los años 90 que los sistemas comenzaron a usar la concepción actual de la RA. En el campo educativo la RA es muy pertinente debido a sus numerosos beneficios y potencial para mejorar la experiencia de enseñanza y aprendizaje, es así como (Blázquez, 2017) plantea que los múltiples usos de la RA en el espacio educativo son vastos y variados y abarcan los diferentes niveles de la educación aplicándose a las necesidades de docentes y alumnos, es esencial enfocarse en los objetivos que se desean

alcanzar al utilizar esta tecnología. La RA debe ser considerada como un recurso para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La RA es una estrategia capaz de proporcionar una experiencia de aprendizaje más inmersiva que la enseñanza tradicional. Al permitir que los estudiantes interactúen con objetos y escenarios virtuales en su entorno real, la RA ofrece una sensación de inmersión y participación activa en el aprendizaje que propicia una experiencia de aprendizaje completa y envolvente, basada en la idea de aprender de manera participativa, a través de la interacción directa con el contenido y la promoción de una comprensión más profunda y duradera, en este contexto de RA, el aprendizaje inmersivo implica el uso de esta tecnología para crear entornos educativos, donde se pueda explorar, experimentar y resolver problemas de manera práctica y contextualizada.

En este orden de cosas la RA como herramienta didáctica que favorece la mejora de la experiencia de aprendizaje involucra la interacción hombre-máquina al implicar la comunicación y el intercambio de información entre el estudiante y los elementos virtuales generados por la tecnología. Esto puede incluir gestos, movimientos, comandos de voz o interacciones táctiles que permiten al alumno interactuar y controlar los objetos digitales superpuestos en el entorno de enseñanza aprendizaje, esto implica una interacción fluida e intuitiva entre el estudiante y la tecnología es fundamental para una experiencia efectiva y satisfactoria de RA que puede posibilitar intercambios como el descrito por (Nájera, 2009) cuando refiere “una experiencia prehistórica donde se exhiben fósiles o libros para niños que muestren escenas tridimensionales en lugar de fotografías y dibujos planos o conversaciones en el salón de clase con personajes “traídos virtualmente” del pasado” (p.11).

Estos conceptos clave - RA, aprendizaje inmersivo e interacción hombre-máquina- son fundamentales para comprender cómo la RA puede transformar el proceso educativo al proporcionar experiencias de aprendizaje más atractivas, prácticas y significativas. Al combinar elementos virtuales con el mundo real, la RA amplía las posibilidades de interacción y enriquece la forma en que los estudiantes exploran y comprenden conceptos complejos, como los motores de combustión interna, generando así un impacto positivo en su educación.

En la literatura revisada sobre el uso de la RA en educación se ha reconocido su potencial transformador y su capacidad para mejorar la calidad y efectividad del proceso educativo. A nivel mundial, numerosos estudios y publicaciones académicas respaldan

el uso de la RA como una herramienta pedagógica innovadora. Algunos de los hallazgos y planteamientos clave que se han identificado connotan la mejora de la motivación y el compromiso dado que la RA ha demostrado ser altamente motivadora para los estudiantes, ya que crea una experiencia de aprendizaje atractiva y envolvente. La integración de elementos virtuales en el entorno real despierta la curiosidad y el interés, lo que conduce a un mayor compromiso y participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje (Marín; Cabero y Gallego, 2018).

Existen investigaciones sobre el rol de la RA en el proceso formativo en general y de enseñanza aprendizaje en particular que han podido constatar que los apuntes en clases de los estudiantes que se enriquecen con objetos de RA despiertan significativamente la motivación de los estudiantes, tanto de forma general como en la atención, la confianza, la relevancia y la satisfacción (Marín; Cabero y Gallego, 2018).

Otro aspecto importante es que esta herramienta facilita la comprensión de conceptos abstractos y permite visualizar y manipular objetos virtuales en el mundo real. Al poder interactuar con modelos tridimensionales y observar procesos en tiempo real, los estudiantes pueden adquirir una comprensión más profunda y significativa de los temas estudiados.

La RA ofrece la posibilidad de crear entornos de aprendizaje colaborativos, donde los estudiantes pueden trabajar juntos, compartir información y resolver problemas de manera conjunta. Esta interacción social promueve la construcción colectiva del conocimiento y fortalece las habilidades de trabajo en equipo, a este respecto resulta relevante la idea defendida por autores como (Cabero, 2018) cuando afirma que el desafío para las universidades, reside entre otras cosas, en rediseñar sus matrices formativas con el propósito de “el incremento progresivo en la actividad docente de la utilización de los recursos educativos electrónicos que combinen diferentes aproximaciones más creativas y colaborativas”(p. 2)

En cuanto al contexto concreto del Ecuador, aunque la literatura específica sobre el uso de la RA en la educación en este país puede ser limitada, se han llevado a cabo iniciativas y algunos proyectos que exploran el potencial de esta tecnología, En el contexto ecuatoriano, se ha observado un interés creciente por adoptar herramientas tecnológicas innovadoras en el ámbito educativo, y la RA ha sido reconocida como una alternativa prometedora para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje (Castillo y Quimbita, 2023).

El desarrollo de tecnologías emergentes en la esfera educativa está generando una evolución significativa en la forma de enseñar en este sentido en el contexto ecuatoriano la RA es una tecnología que efectivamente contribuye a mejorar la comprensión de los contenidos curriculares, por lo que resulta necesario, implementar medidas que incluyan la provisión de recursos digitales en los centros educativos y la capacitación adecuada para que los docentes pueda instrumentar su uso (Aguirre; Guevara; Erazo y García, 2020).

Es importante destacar que la exploración en el ámbito de la RA en la educación continúa evolucionando, y se requiere más investigación empírica para comprender completamente su impacto y efectividad en diferentes contextos educativos, incluido Ecuador. Sin embargo, los planteamientos generales de la literatura existente respaldan la viabilidad y los beneficios potenciales de la RA como estrategia pedagógica.

Aguirre; Guevara; Erazo y García, 2020, confirman en su estudio “RA y educación en el Ecuador” que al realizar la investigación en este contexto el análisis y la sistematización bibliográfica arrojan cerca de 101000 resultados y documentos en el internet acerca de RA en educación” (p. 431)

A nivel internacional, se destaca, por ejemplo el estudio, "Augmented Reality-Based Interactive Learning Environment for Internal Combustion Engines" (Hongye, 2019) que propuso un entorno de aprendizaje interactivo basado en RA para enseñar los conceptos y procesos de los motores de combustión interna. Se desarrolló una aplicación de RA que permite a los estudiantes explorar y manipular componentes virtuales de un motor en tiempo real, proporcionando información adicional y visualización 3D para facilitar la comprensión.

Igualmente se ejecutó una investigación titulada "Design and Evaluation of a Mobile Augmented Reality Application for Automotive Engine Learning” la cual se centró en el diseño y la evaluación de una aplicación de RA para dispositivos móviles que enseñaba los principios de los motores de combustión interna. La aplicación facilita a los estudiantes visualizar y manipular modelos virtuales de motores y el acceso a información adicional y animaciones interactivas para promover la comprensión (Martín, 2022).

El estudio "La trascendencia de la RA en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis" examinó la literatura científica y puso en claro que el uso de RA en las aulas mejora la motivación de los estudiantes. Los resultados mostraron un

impacto positivo en los grupos experimentales, lo que sugiere que la incorporación de RA en el aula motiva a los estudiantes (Gómez; Rodríguez y Marín, 2020).

La investigación “Realidad virtual, aprendizaje inmersivo y RA: Casos de Estudio en Carreras de Ingeniería” examinó exhaustivamente el estado del arte y la implementación de realidad virtual, niveles de inmersión y RA, enfocándose específicamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje de estudiantes universitarios de ingeniería. Las conclusiones de este estudio evidencian la existencia de múltiples oportunidades para aprovechar recursos y plataformas de libre acceso, en el contexto de asignaturas que se centran en prácticas intensivas.

Estas investigaciones han explorado el uso de la RA en la enseñanza de los motores de combustión interna. El campo de la RA aplicada a la educación es dinámico y en constante evolución.

Metodología para el desarrollo del estudio.

La metodología empleada se sostiene en un enfoque mixto de tipo descriptivo que se justifica por la comprensión completa y holística de los beneficios y la efectividad de la RA como estrategia didáctica para la enseñanza de motores de combustión interna. Al combinar métodos cualitativos y cuantitativos, se buscó complementar y enriquecer los hallazgos obtenidos, consiguiendo una visión más amplia y profunda del fenómeno de estudio.

El enfoque cualitativo se justifica por su capacidad para explorar y comprender en profundidad las experiencias, percepciones y opiniones de los participantes. Mediante él se pudo obtener información detallada sobre cómo los estudiantes interactúan con la RA y cómo influye en su comprensión de los motores de combustión interna. Además, este enfoque permitió capturar matices y factores contextuales en el abordaje de los resultados.

El enfoque cuantitativo se evidenció en el análisis de datos numéricos para realizar generalizaciones y establecer relaciones estadísticas. A través de una encuesta conformada por un cuestionario se obtuvieron datos sobre el rendimiento de los estudiantes, su nivel de comprensión y su satisfacción con la RA como estrategia didáctica. Esto proporcionó una base sólida para evaluar la efectividad de la intervención y establecer las correlaciones necesarias.

Al combinar ambos enfoques, se logró una triangulación de los datos, lo que aumentó la validez y la fiabilidad de los resultados, por abordar la complejidad del fenómeno de estudio desde múltiples perspectivas y tener una comprensión más completa de los

efectos de la RA en la enseñanza de motores de combustión interna. Esto es especialmente relevante para la toma de decisiones educativas y la mejora de las prácticas pedagógicas.

Diseño del instrumento

Para la recogida de los datos se diseñó un cuestionario con preguntas de opción múltiple para evaluar aspectos como el nivel de comprensión, la motivación y la satisfacción de la percepción de los estudiantes sobre la RA como estrategia didáctica para la enseñanza en el aprendizaje de motores de combustión interna. La escala de respuesta es de carácter nominal y, donde 1 corresponde a muy bajo y 5 a muy alto.

El propósito fundamental con el que se planteó la investigación fue el diseño de una estrategia didáctica para la implementación de la RA en la enseñanza de motores de combustión interna.

Población y muestra

La población de partida de este estudio ha sido los 40 estudiantes matriculados en la Carrera de mantenimiento y Reparación de motores a Diesel y gasolina del Instituto Superior Universitario Cotopaxi; en este caso población y muestra coinciden lo significa que se fue utilizando un enfoque de investigación censal, es decir, se recopiló información de todos los miembros de la población en lugar de seleccionar una muestra representativa.

Se presentan a continuación, los datos más relevantes:

Ante la pregunta sobre el nivel de comprensión de los conceptos relacionados con los motores de combustión interna después de utilizar la RA, la mayoría de los estudiantes ha mostrado mejoras, gracias al uso de la RA, con un grupo significativo alcanzando un nivel alto (41,7%) de comprensión. Sin embargo, existe un porcentaje menor (2,8%) que no han experimentado un progreso significativo en sus conocimientos sobre el tema. La tecnología de RA parece ser una herramienta efectiva para mejorar la comprensión de los motores de combustión interna en el 36,1%, pero puede no ser igualmente efectiva para todos (19,4%). (Ver gráfico 1).

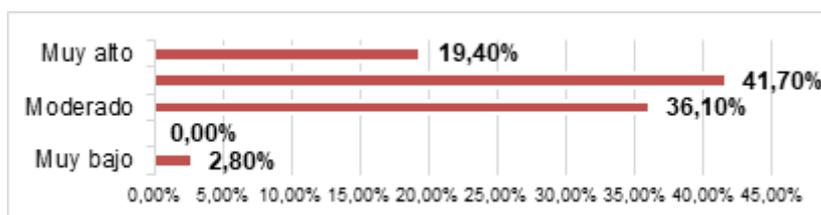


Gráfico 1: Nivel de comprensión de los conceptos relacionados con los motores de combustión interna después de utilizar la RA.

La descripción personal sobre el nivel de motivación para aprender sobre los motores de combustión interna utilizando la RA, reveló que el (61,10%) de los encuestados ha demostrado una alta (61,10%) y muy alta motivación (22,20%) para aprender utilizando la RA. Esto apunta a que esta herramienta ha sido efectiva para estimular el interés y la curiosidad en la mayoría, lo que ha llevado a una motivación significativa para aprender sobre el tema, aunque un pequeño porcentaje muestra niveles moderados (13,9%) o muy bajos (2,8%) de motivación. (Ver gráfico 2).

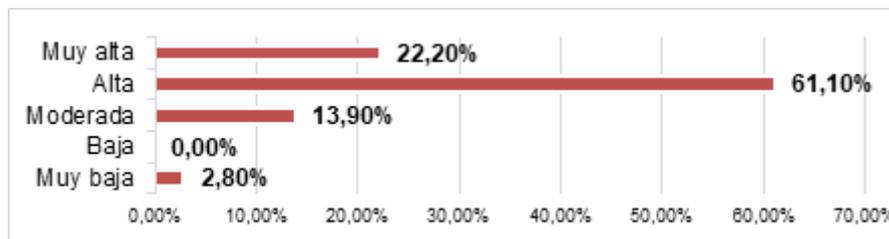


Gráfico 2: Descripción personal sobre el nivel de motivación para aprender sobre los motores de combustión interna utilizando la RA.

Ante la interrogante de la medida en que la RA hubo de mejorar su comprensión de los procesos complejos en los motores de combustión interna el 52,8% los estudiantes refieren haber experimentado una mejora significativa, gracias al uso de la RA, lo que implica que ha sido efectiva para mejorar el conocimiento y la comprensión en la mayoría, aunque también hay un grupo más pequeño (8,3%) que ha experimentado ligeramente cierto nivel de comprensión, indicando que, para determinados estudiantes, la RA ha tenido un impacto aún más profundo en su aprendizaje y comprensión de los procesos complejos en cuestión. (Ver gráfico 3).

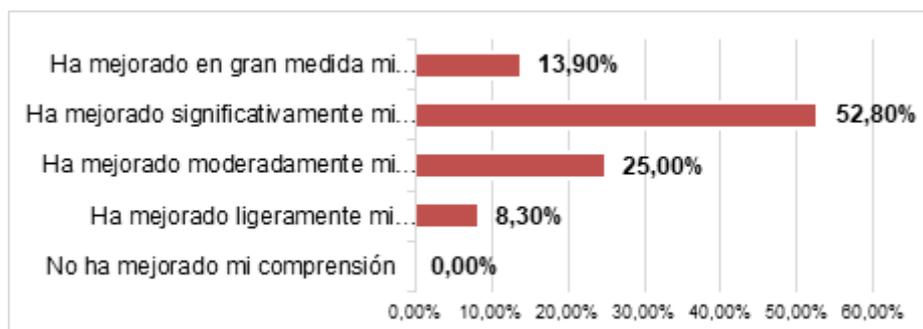


Gráfico 3: Medida en que la RA hubo de mejorar su comprensión de los procesos complejos en los motores de combustión interna.

En el nivel de satisfacción general experimentado con el uso de la RA como estrategia didáctica para abordar los motores de combustión interna, el 63,9% de los estudiantes refiere sentirse satisfecho/a, lo que indica que la RA ha sido bien recibida y valorada positivamente. Además, un porcentaje significativo de ellos (27,8%), plantea sentirse muy satisfecho/a ya que la RA ha superado las expectativas de algunos y ha tenido un impacto altamente positivo en su experiencia de aprendizaje; un pequeño porcentaje (8,3%), se muestra neutral lo que podría indicar que, para algunos, la RA puede no haber tenido un impacto notable en su nivel de satisfacción. (Ver gráfico 4).

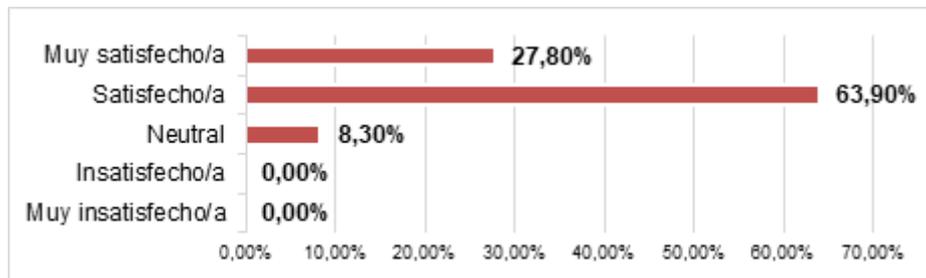


Gráfico 4: Nivel de satisfacción general experimentado con el uso de la RA como estrategia didáctica para abordar los motores de combustión interna.

Particularmente importante resultó constatar que el 55,60% de los alumnos encuestados ha experimentado una diferencia significativa en su nivel de interés, en tanto que el 22,2% percibe que la RA ha hecho una diferencia moderada en el interés y el atractivo del aprendizaje sobre motores de combustión interna; un grupo más pequeño, siente que la RA ha hecho una gran diferencia en su motivación y atractivo hacia el tema estudiado (19,4%). La mayoría de los participantes consideran que la RA ha tenido un impacto positivo en hacer que el aprendizaje de los motores de combustión interna sea más interesante y atractivo. (Ver gráfico 5).



Gráfico 5: Diferencia significativa en el nivel de interés de los alumnos con la RA en el interés y el atractivo del aprendizaje sobre motores de combustión interna.

En cuanto a la posibilidad de recomendar a otros estudiantes la RA como estrategia didáctica, el 58,3%, una cifra considerable, incluso lo recomendaría definitivamente, y el 41,7% está dispuesto a recomendar el uso de la RA. Este dato implica que la tecnología de RA ha sido bien recibida y percibida positivamente como una forma efectiva de mejorar la enseñanza y el aprendizaje. La alta disposición a recomendar la RA refleja una percepción generalmente positiva sobre su utilidad y beneficios para el estudio de los motores de combustión interna. (Ver gráfico 6).

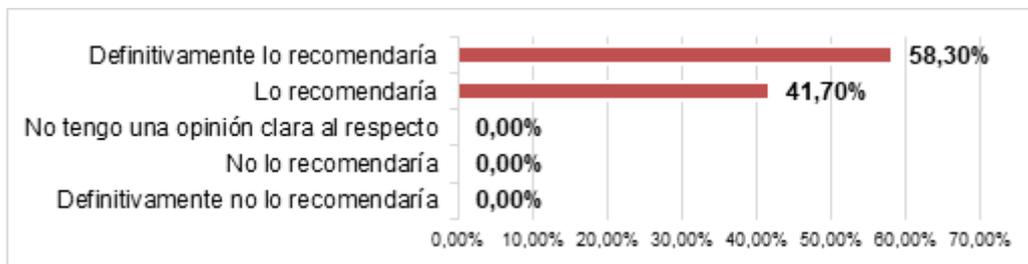


Gráfico 6: Posibilidad de recomendar a otros estudiantes la RA como estrategia didáctica.

Beneficios de la RA en la enseñanza de los motores de combustión interna

La experiencia de emplear la RA en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Carrera de mantenimiento y reparación de motores a diésel y gasolina, perfiló un proceso atractivo y de invaluable motivación del estudiante gracias al enfoque innovador e interesante que logró captar su atención. La integración de elementos virtuales en el entorno real, configuró una experiencia envolvente y emocionante que estimuló la curiosidad y la motivación intrínseca para explorar y aprender. Este atractivo promovió más compromiso y participación en el proceso de aprendizaje.

Por otro lado, la interacción práctica con elementos virtuales permitió a los estudiantes interactuar directamente con modelos 3D interactivos de motores de combustión interna, pudiendo explorar y manipular los componentes virtuales en tiempo real, esto les ofreció una experiencia práctica y tangible. Esta interacción facilitó la comprensión de los conceptos y procesos relacionados con los motores, ya que los estudiantes visualizaron y experimentaron de manera más concreta cómo funcionan los motores en el mundo real.

En la experiencia desarrollada la visualización en tiempo real de los procesos complejos que ocurren dentro de los motores de combustión interna, posibilitada por la RA fue un hecho que posibilitó la observación y mejor comprensión de los flujos de energía y expansión de los gases, y otras operaciones fundamentales; los estudiantes pudieron ver de manera directa y concreta cómo interactúan los diferentes componentes y cómo se desarrollan dichos procesos complejos.

Propuesta de una estrategia didáctica para el aprendizaje de motores de combustión interna de los estudiantes del Instituto Superior Universitario Cotopaxi con RA

En el contexto de esta experiencia y a partir de los resultados alcanzados proponemos el diseño de una experiencia de aprendizaje efectiva utilizando RA implica varios aspectos clave, los cuales se articulan en una estrategia didáctica:

Objetivo General: Mejorar la comprensión y el aprendizaje de los conceptos de motores de combustión interna mediante la implementación de la RA como herramienta educativa.

Objetivos Específicos:

- Introducir a los estudiantes en los fundamentos teóricos de los motores de combustión interna y sus componentes principales.
- Facilitar la comprensión de los procesos y ciclos de funcionamiento de los motores de combustión interna mediante la interacción con modelos 3D en RA.
- Fomentar el desarrollo de habilidades prácticas al permitir a los estudiantes manipular virtualmente los componentes y ensamblajes de un motor de combustión interna.
- Motivar el interés y la participación activa de los estudiantes en el tema mediante experiencias inmersivas y atractivas.

✓ Acción 1.-Identificación de los contenidos y conceptos clave a enseñar:

Esta acción ayudará a definir qué información y elementos virtuales incluir en la experiencia de RA. En materia de Mantenimiento y Reparación de Motores a Diesel y Gasolina, se pueden abordar una amplia gama de contenidos y conceptos clave sobre el funcionamiento, diagnóstico, mantenimiento y reparación de estos motores. Es importante adaptar estos contenidos a los objetivos específicos del currículo y al nivel de desarrollo cognitivo de los estudiantes, se puede incorporar, además, el uso de recursos multimedia y demostraciones prácticas.

✓ **Acción 2.-Selección de la plataforma de RA adecuada:**

Esta acción implica elegir una plataforma adecuada y los recursos disponibles y compatible con los dispositivos tecnológicos utilizados por los estudiantes para brindar las funcionalidades necesarias y crear una experiencia inmersiva y efectiva, en este sentido se propone la plataforma ZSpace, una plataforma de RA y realidad virtual (RV) de naturaleza educativa que ofrece una experiencia de aprendizaje inmersiva y tridimensional, permitiendo la interacción con objetos y escenarios virtuales utilizando anteojos de RA y lápices interactivos.

✓ **Acción 3.-Creación de modelos 3d interactivos de motores de combustión interna:**

Los modelos virtuales de alta calidad sugeridos en esta acción, deben permitir a los estudiantes explorar y manipular los componentes de manera práctica, desmontarlos y manipular sus partes virtualmente en RA, facilitando la comprensión de los principios y procesos involucrados.

✓ **Acción 4.-Desarrollo de actividades y ejercicios prácticos que involucren la manipulación virtual de los motores:**

Para la experiencia de RA sugerida en esta acción es esencial diseñar actividades y ejercicios que involucren la manipulación virtual de los motores de combustión interna y permitir la aplicación de los conocimientos adquiridos, resolver problemas y experimentar con configuraciones y escenarios, mediante: a) el acceso a la tecnología que proporcione a los estudiantes dispositivos con aplicaciones de RA o utilizar equipos de RA en el aula; b) la simulación de procesos con la utilización de la RA en el ciclo de funcionamiento de los motores y visualizar los procesos internos; c) El diseño de desafíos para proponer actividades prácticas desafiantes, creativas y problematizadoras donde se deban resolver contradicciones y problemas relacionados con el funcionamiento y mantenimiento de motores de combustión interna utilizando la RA; d) Trabajo en equipos para fomentar la colaboración al abordar los desafíos propuestos.

✓ **Acción 5.-Evaluación de la experiencia de aprendizaje:**

Realizar una evaluación de la experiencia de aprendizaje utilizando RA, implica recopilar datos sobre el desempeño y la comprensión de los estudiantes y obtener retroalimentación sobre su experiencia y percepción. Esta evaluación ayudará a identificar áreas de mejora y a ajustar el diseño y la implementación futura de la

experiencia de aprendizaje; se llevará a cabo integrando una evaluación formativa y una retroalimentación personalizada a fin de mejorar el desempeño y comprensión de los estudiantes lo que implicará seguimientos periódicos para evaluar el progreso en el uso de la RA y la comprensión de los conceptos asociados al contenido.

✓ **Acción 5.-Reflexión y cierre**

- **Discusión y análisis:** Realizar sesiones de reflexión donde los estudiantes compartan sus experiencias y aprendizajes utilizando la RA.
- **Síntesis y conclusión:** Revisar los objetivos logrados y destacar la utilidad y beneficios de la RA como herramienta didáctica

El diseño de la experiencia de aprendizaje con RA requiere una planificación cuidadosa y la consideración de estos aspectos para asegurar una experiencia efectiva y enriquecedora.

Conclusiones

El uso de la RA como estrategia didáctica mejora la comprensión de los motores de combustión interna. Al proporcionar una experiencia inmersiva y práctica, la RA permite visualizar y manipular los componentes virtuales de los motores en tiempo real. Esto facilita una comprensión profunda de los principios y procesos involucrados en el funcionamiento de estos motores que se refleja en una mejora significativa en la comprensión del tema.

La implementación de la RA como estrategia didáctica genera un aumento en el interés y la motivación de los estudiantes crea una experiencia atractiva y novedosa hacia el tema en cuestión. La interacción práctica con los motores virtuales y la posibilidad de explorarlos de manera visualmente enriquecida fomenta la curiosidad y el entusiasmo, capta la atención hacia el tema. La RA ofrece a los estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades prácticas en la manipulación virtual de los motores de combustión interna. Al interactuar con los componentes virtuales, se adquieren destrezas en la exploración, la identificación de partes, el ensamblaje y la comprensión de los diferentes mecanismos y procesos. Estas habilidades prácticas no solo mejoran su comprensión del tema, sino que también les proporcionan capacidades aplicables en entornos profesionales relacionados con la ingeniería, la mecánica y la tecnología.

Referencias bibliográficas

- Aguirre-Herráez, R. G.; Guevara-Vizcaíno, C. F.; Erazo-Álvarez, J. C. García Herrera. (2020). Realidad aumentada y educación en el Ecuador. *Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, V(5), 415-438.
- Basogain X., Olabe M., Espinosa K., Rouèche C. (2010). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. *Information and Communications Technology*, 24-29.
- Blázquez Sevilla, A. (2017). *Realidad aumentada en educación*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid Gabinete de Tele-Educación.
- Cabero Almenara, J. (2018). Uso de la Realidad Aumentada como Recurso Didáctico en la Enseñanza Universitaria. *Formación Universitaria*, 11(1), 25-34.
- Castillo Salazar, D.; Quimbita Unapanta, F. (2023). *Realidad aumentada en la enseñanza de motores de combustión interna*. Quito: Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica.
- Gómez García, G.; Rodríguez Jiménez, C.; Marín Marín, J. (2020). La trascendencia de la RA en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis. *Alteridad*, 15(1), 36-46. doi:<https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.03>
- Hongye, L. (2019). Augmented Reality-Based Interactive Learning Environment for Internal Combustion Engines. *Advances in Engineering Education*.
- Marín Díaz, V., Cabero Almenara, J. y Gallego Pérez, O. (2018). Motivación y realidad aumentada: alumnos como consumidores y productores de objetos de aprendizaje. *Aula abierta*, 47(3), 337-346.
- Martín Montes, A. (2022). Design and Evaluation of a Mobile Augmented Reality Application for Automotive Engine Learning. *Revista IEEE Transactions on Learning Technologies*, 14(6), 1-1.
- Nájera Gutiérrez, G. (2009). *Realidad aumentada en interfaces hombre maquina*. México: Instituto Politécnico Nacional. Centro De Investigación en Computación.

Conflicto de intereses.

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.