

REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA DEL MÓDULO FORMATIVO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS AUTOMOTRICES

AUGMENTED REALITY AS A TOOL FOR TEACHING OF THE AUTOMOTIVE ELECTRICAL AND ELECTRONIC SYSTEMS FORMATIVE MODULE

Recibido: 04/06/2024 - Aceptado: 15/01/2025

Lennin Patricio Méndez García

Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Posgrado

Magíster en Educación, Tecnología e Innovación
Universidad Politécnica Estatal del Carchi

lennin.mendez@upec.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-1552-9459>

Israel David Herrera Granda

Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Posgrado

Magíster en Control de Operaciones y Gestión Logística
Escuela Superior Politécnica del Litoral

israel.herrera@upec.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4465-9419>

Méndez, L., & Herrera, I. (febrero, 2025). Realidad aumentada como herramienta para la enseñanza del módulo formativo de sistemas eléctricos y electrónicos automotrices. *Sathiri*, 179 – 200. <https://doi.org/10.32645/13906925.1359>



Resumen

La dificultad en el aprendizaje del módulo formativo de Sistemas Eléctricos y Electrónicos Automotrices, por parte de los estudiantes delercercurso de Bachillerato Técnico en Electromecánica Automotriz, conduce a que la presente investigación tenga como objetivo implementar el uso de la Realidad Aumentada (RA) en el proceso de enseñanza. La investigación aplicada fue documental, de campo y de tipo cuasiexperimental, con un enfoque mixto. Se aplicó un pretest a 38 estudiantes de dos paralelos de la Unidad Educativa General Julio Andrade, localizada en la provincia del Carchi (Ecuador), para identificar conocimientos previos, y un postest después de utilizar la RA a fin de conocer el nivel de aprendizaje adquirido. Con el desarrollo de la propuesta planteada, se evidenció una mejora en el rendimiento académico, reflejada en los resultados obtenidos en el postest de los estudiantes del paralelo B, con un promedio de 8,56/10 puntos; a diferencia de las calificaciones del paralelo A, en el cual se aplicó metodología tradicional y se obtuvo 7,58/10. En conclusión, la aplicación de la RA es factible y genera en el estudiante mayor interés de aprendizaje en el módulo antes mencionado.

Palabras clave: aprendizaje, didáctico digital, enseñanza, Realidad Aumentada, sistemas eléctricos.

Abstract

The difficulty in learning of the Automotive Electrical and Electronic Systems training module by the students from the Third Technical Baccalaureate in Automotive Electromechanics, leads to the present research has as the aim to implement the use of Augmented Reality (AR) in the process of teaching. The applied research was documental, field, and quasi-experimental type, with a mixed approach. A pre-test was engaged to 38 students from two parallels of the General Julio Andrade Educational Unit, located in the province of Carchi (Ecuador), to identify the prior knowledge, and a post-test after of using AR to know the level of acquired learning. With the development of the established proposal, an improvement in academic performance was evident, and it was reflected on the obtained result in the post-test in the students of parallel B with an average of 8,50/10 points, unlike the score from the parallel A, in which the traditional methodology was applied, and 7,78/10 points were gained. As a conclusion, the application of the technological tool of AR is feasible and generates in the students a high interest of learning in the aforementioned module.

Keywords: learning, digital didactic, teaching, Augmented Reality, electrical systems.

Introducción

En la actualidad, han surgido nuevas tecnologías de la información y comunicación, que sirven como herramientas para mejorar el aprendizaje, capacitando a los estudiantes para afrontar los desafíos del mundo moderno (Paladines, 2023). Por tal motivo, también se han desarrollado las metodologías de enseñanza relacionadas con ellas, como el conectivismo. Según Cruz et al. (2021), el conectivismo es una teoría que se basa en la forma de innovar, desarrollar la creatividad del estudiante, con el propósito de que adquiera nuevos conocimientos y mejore las competencias y destrezas en el contexto educativo digital. Dentro del ámbito académico, varias herramientas tecnológicas han aparecido como una opción para mejorar los procesos pedagógicos en la educación, y una de ellas es la Realidad Aumentada (RA) como apoyo en la enseñanza. La RA es un medio desarrollado tecnológicamente que brinda experiencias participativas a las personas a través de la mezcla entre la parte virtual y la parte física, a partir del uso de dispositivos inteligentes de comunicación (Grapsas, 2019). Mediante esta herramienta, el estudiante puede interactuar entre espacios virtuales y el contexto físico, logrando que ambos se combinen a través de elementos tecnológicos como teléfonos celulares, tabletas, computadoras, entre otros dispositivos.

La RA se describe como un modelo tecnológico que se está aplicando con éxito a diferentes áreas profesionales, entre ellas, la educación, con el objetivo de ofrecer a los estudiantes, recursos didácticos que faciliten una mejor y mayor comprensión de los temas y conocimientos a ser aprendidos (Lucas, 2023). Es decir, que la RA sirve como soporte para generar recursos educativos e implementarlos en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

A través de los años, la enseñanza ha progresado conforme avanza la tecnología y se ha adaptado a esta, usando los modelos educativos modernos. Por ende, es necesario fomentar la aplicación de estrategias y métodos de enseñanza que contribuyan a la formación de la figura profesional de Electromecánica Automotriz. La educación técnica está estructurada por diferentes contenidos educativos, guiados a fortalecer habilidades, destrezas y competencias para el trabajo (Valdebenito, 2023). El propósito es aumentar el interés en el aprendizaje por parte de los estudiantes en el área técnica, preparándolos para los desafíos que se presentan en la oferta académica del bachillerato técnico.

En la actualidad, el ser humano está inmerso en una era digitalizada, que se enfoca en diversos sectores sociales, académicos, culturales, entre otros. La innovación educativa mediante la tecnología se torna de gran reto, tanto en lo didáctico, como en lo pedagógico; en tal instancia, el docente debe estar preparado y capacitado para enseñar desde cualquier lugar, sin considerar el tiempo, tampoco el espacio, utilizando recursos digitales, multimedia en plataformas virtuales, en las que el estudiante puede navegar de manera constante y en el momento que desee, desarrollando habilidades al momento de adquirir nuevos conocimientos (Paladines, 2023).

En efecto, el problema al que se enfrenta este trabajo investigativo es que los estudiantes que reciben los contenidos del módulo de Sistemas Eléctricos y Electrónicos Automotrices presentan dificultad en el aprendizaje, ya que consideran muy complejos los temas que se abordan en clase, debido a las metodologías tradicionales aplicadas por parte de los docentes. Cabe mencionar que la formación técnica tiene la finalidad de fortalecer, desarrollar en los estudiantes habilidades técnicas definidas, las cuales permitan una pronta inserción del estudiante al mundo laboral, apuntando al desarrollo de microemprendimientos. Y debido a que la formación técnica se efectúa principalmente de manera práctica (Ministerio de Educación, 2022), se propone utilizar la virtualización como apoyo y, en este caso, el medio más adecuado es la Realidad Aumentada.

La aportación científica de este trabajo investigativo radica en su contribución al desarrollo de un modelo para la implementación de la metodología planteada, la cual se describe detalladamente, para que esta iniciativa sirva de ejemplo y pueda ser replicada en otras instituciones que oferten el

bachillerato técnico. En consideración de ello, el trabajo tiene la siguiente estructura: en la sección uno, se detallan los conceptos utilizados sobre RA y, posteriormente, se revisa el estado teórico de la implementación a nivel mundial de RA en el ámbito educativo, con el objetivo de motivar el desarrollo satisfactorio del modelo propuesto en este trabajo.

En la sección dos, se describe el proceso a desarrollar para implementar el objeto virtual de aprendizaje que incorpore el material didáctico digital con el uso de RA; y, para finalizar, en la sección tres, se interpretan y discuten los resultados recopilados de manera cuantitativa y cualitativa, después de implementar el objeto virtual como apoyo didáctico en la enseñanza del módulo antes mencionado, frente a los métodos clásicos y tradicionales expuestos en el aula taller de la Unidad Educativa General Julio Andrade.

Revisión del estado de la técnica

Varias funciones de la aplicación de RA se han desarrollado en el contexto educativo, por lo que, a ejemplo de ellas, se propone la implementación de un modelo en dos fases: preparación y experimentación. Para mejorar los métodos de enseñanza dirigidos a los estudiantes pertenecientes al bachillerato técnico, la RA presenta ventajas en diversos campos educativos. Estos guardan relación directa con una mayor adquisición de conocimientos sobre nuevos temas específicos, logrando el desarrollo de competencias en los estudiantes (Romano, 2023).

Del mismo modo, Rivera (2021) afirma que la RA brinda al estudiante la posibilidad de interactuar de manera digital en su entorno educativo, recibiendo el conocimiento de forma no tradicional y desde la percepción individual; además, se convierte en un factor de motivación y, a la vez, ofrece al docente la posibilidad de indagar espacios o lugares digitales no tan conocidos, para disponer de recursos didácticos modernos ya predeterminados, que sean de fácil acceso y uso para el estudiante, es decir, que el ambiente educativo dentro del salón de clase mejora para el educador y el educando. Para ello, la RA incluye una diversidad de información, contenidos y formas de explorar, entre ellos, la utilización de un código QR o el empleo de plantillas de trabajo, garantizando de esta manera una perspectiva más personalizada y llamativa de las estrategias y los métodos aplicados en clase.

Para la elaboración de este trabajo, se consultó una serie de trabajos que guardan relación con la realidad aumentada, como es el caso de Cortés et al. (2020) que, en su trabajo de investigación *La formación de ingenieros en sistemas automotrices mediante la realidad aumentada*, describe el desarrollo de un manual en realidad aumentada para dispositivos móviles Android, enfocado en los estudiantes del programa académico de Ingeniería en Sistemas Automotrices, como una herramienta de enseñanza en el contexto de la educación 4.0. Se utilizaron los pilares tecnológicos de la industria 4.0 para perfilar a los estudiantes, de modo que puedan cumplir con las exigencias de su desempeño profesional en el nivel industrial.

De igual manera, Yamunaque (2023), en su tesis denominada *Realidad Aumentada en el Proceso de Promoción de Vehículos para el Departamento de Marketing de una Empresa Automotriz, Lima 2023*, tuvo como objetivo determinar cómo la realidad aumentada mejora la promoción de vehículos en una empresa automotriz. Asimismo, se midieron los resultados del proceso de promoción de vehículos de forma tradicional y luego se aplicó la realidad aumentada para establecer mejoras a través de indicadores de porcentaje. El estudio fue de tipología aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño preexperimental.

El trabajo de Bolaños (2023), titulado *Realidad Aumentada en el Proceso de Aprendizaje de Mecánica Automotriz*, tuvo como objetivo explorar el uso de la RA en el proceso de aprendizaje de la Mecánica Automotriz, para los alumnos que cursaban el primer año de Bachillerato Técnico en la Unidad Educativa Vicente Fierro, durante el ciclo escolar 2022-2023. Se buscó mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, proporcionándoles ayudas visuales interactivas y atractivas que

les ayudaran a comprender más fácilmente los conceptos difíciles. El proyecto implicó el desarrollo y la aplicación de un sistema de aprendizaje basado en la RA, el cual fue evaluado mediante una serie de estudios. Se demostró la eficacia de la tecnología de RA para mejorar la comprensión y la retención de los conceptos de Mecánica de Automoción, por parte de los estudiantes, así como su compromiso y motivación en el proceso de aprendizaje.

Nuanmeesri (2018), en su trabajo titulado *La realidad aumentada para enseñar a los estudiantes tailandeses sobre el corazón humano*, indica cómo el uso de RA mejora notoriamente los resultados de aprendizaje, consiguiendo que los estudiantes de secundaria obtengan calificaciones más altas, en comparación con los resultados cuantitativos de evaluaciones después de haber utilizado métodos tradicionales. Asimiso, Klimova et al., (2018), en su investigación *Prácticas docentes existentes en realidad aumentada*, muestran una revisión de las prácticas docentes existentes apoyadas con realidad aumentada, añaden una variedad de competencias adquiridas con base en los resultados de aprendizaje y, por último, exponen los tipos de evaluación que se pueden aplicar bajo el enfoque de la RA. Chen et al. (2018), en tanto, a través de su trabajo *La exploración de la tecnología de realidad aumentada aplicada en la enseñanza experimental de las universidades*, revisan el proceso de enseñanza de las asignaturas experimentales en las universidades, con la aplicación de RA.

En la investigación de Gybas et al. (2019), denominada *Uso de la realidad aumentada para enseñar a estudiantes con discapacidad mental*, se afirma que un grupo de estudiantes con discapacidad psíquica fue instruido con la herramienta tecnológica de RA como apoyo en la enseñanza y, tras ello, fueron capaces de utilizar esta herramienta tecnológica mediante dispositivos móviles. Adicionalmente, Schaffernak et al. (2020) demuestra, en *Posibles áreas de aplicación de la realidad aumentada para la educación piloto: un estudio exploratorio*, la factibilidad de usar RA en el proceso educativo de pilotos de avión, reflejando incluso un aporte a la equidad de género, especialmente en las ciencias técnicas.

Al-Gindy et al. (2020), en su estudio *Realidad virtual: desarrollo de un entorno de aprendizaje integrado para la educación*, recolectan algunos softwares de RA con el propósito de conformar una plataforma para simular el ciclo del agua. El sitio fue desarrollado en una institución de educación primaria y fomentó en los niños, la adaptabilidad al cambio para que puedan aprender en nuevos escenarios y puedan resolver situaciones de la vida real. Por su parte, Chytas et al. (2020), en su trabajo sobre *El papel de la realidad aumentada en la educación anatómica: una visión general*, realizan una revisión exhaustiva del rol de esta herramienta tecnológica en la adquisición de conocimientos de la anatomía, con el propósito de incentivar a los estudiantes a que aprendan sobre dicha ciencia y, de igual manera, motivar a la utilización de RA en el ámbito académico. Además Rosero et al. (2021), en su trabajo investigativo titulado *La Realidad Aumentada como Herramienta en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias Naturales en una Institución Primaria*, afirman que la enseñanza con RA supera significativamente al método clásico de enseñanza y también mencionan la gran aceptación y predisposición que mostraron los estudiantes con respecto al uso de este tipo de herramientas en las clases de Ciencias Naturales.

La importancia de la RA se determina por las características que proporciona este recurso tecnológico, que sirve de apoyo a los materiales didácticos tradicionales (Montenegro y Fernández, 2022). Por su parte, Márquez (2018) afirma que, en el contexto del progreso educativo, surge esta tecnología que permite al estudiante visualizar la información del medio en que se encuentra, optimizando los recursos para fortalecer los contenidos de clase y proyectando imágenes en tres dimensiones, videos ilustrativos e información específica, por ejemplo, en relación con los contenidos del módulo de Sistemas Eléctricos y Electrónicos Automotrices de la figura profesional de Electromecánica Automotriz.

En este sentido, esta investigación está vinculada al Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Educación de calidad, contemplado dentro de la Agenda 2030, establecida por la UNESCO (2016),

porque intenta garantizar la calidad de un aprendizaje relevante, justo y efectivo. Esto significa que, al menos, los estudiantes tienen que aprender habilidades básicas en los módulos formativos de sistemas, que se consideran la base para el aprendizaje futuro. Por ello, es fundamental que existan técnicas y contenidos apropiados de enseñanza y aprendizaje, y que sean impartidos por maestros cualificados, bien remunerados y adecuadamente motivados, haciendo uso de enfoques pedagógicos apropiados que se respalden en las TIC (tecnologías de la información y comunicación). Además, es relevante considerar la inclusión y la disponibilidad de los recursos necesarios para facilitar el aprendizaje.

De esta manera y en el contexto elegido para el estudio, la RA aplicada en el proceso de enseñanza-aprendizaje aporta significativamente a una educación de calidad, específicamente en el área automotriz, considerada como base para potenciar los aprendizajes en niveles superiores y las habilidades espaciales de los estudiantes; pero también para favorecer los docentes en la aplicación de métodos innovadores apoyados en la tecnología y que sean accesibles tanto para los maestros como para los estudiantes, cumpliendo así con el objetivo de una educación inclusiva. La educación de calidad fortalece la creatividad y el conocimiento, así como las habilidades interpersonales y sociales.

Sobre los beneficios de la RA, Trejo (2021) considera que esta tecnología ofrece, en el ámbito educativo, varias opciones a los educadores, al momento de transferir los contenidos conceptuales en el aula, de manera que el estudiante aprenda con facilidad, se promueva su participación en el interior del contexto educativo, se innoven los métodos educativos, se incentive la creatividad, se aumente la motivación e interacción, y se fomente el interés para lograr un aprendizaje con calidad y calidez. A esto se suman Rivero et al. (2019), cuando afirman que el uso y desarrollo de los dispositivos inteligentes y las aplicaciones han crecido significativamente, razón por la cual también estas creaciones han sido implementadas como apoyo en las metodologías de enseñanza de la asignatura de Ciencias Sociales, en forma de recursos educativos atractivos y motivadores.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2019), respecto a la innovación en la educación, el programa Medición de la Innovación Educativa (Measuring Innovation in Education) ofrece un marco para que los países evalúen su progreso en la creación de un ecosistema de innovación educativa en el que se incluyan la investigación y el desarrollo educativos, un marco regulatorio, una organización institucional de los centros educativos y el uso de la tecnología para obtener mejores logros. Una aplicación tecnológica no contribuye sólo a una institución académica, sino a la educación a nivel nacional, dado que ofrece una estrategia innovadora que pretende mejorar la enseñanza-aprendizaje del área de la electrónica automotriz.

Al desarrollar un tipo de enseñanza actual y con apoyo tecnológico, es posible determinar las habilidades necesarias para la utilización de las herramientas digitales para la enseñanza y la adquisición de nuevos conocimientos por parte de los estudiantes. Además, la innovación de metodologías de formación y preparación potencia la aplicación de los recursos digitales como complemento en la enseñanza dentro de las instituciones educativas (Ministerio de Educación, 2021). Por tal motivo, el propósito de este estudio es implementar un objeto virtual de aprendizaje que incorpore el material didáctico digital con el uso de RA, para apoyar la enseñanza de los temas del módulo formativo de Sistemas Eléctricos y Electrónicos Automotrices .

Caso de estudio

El trabajo investigativo se realizó en la Unidad Educativa Julio Andrade, perteneciente a la zona 1, del Distrito 04D02 Montúfar–Bolívar, de Ecuador. La institución cuenta con 53 docentes y 1051 estudiantes entre Educación Inicial, Educación General Básica, Bachillerato en Ciencias y Bachillerato Técnico. Para la presente investigación, se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, es decir que el investigador eligió la muestra de acuerdo a unos criterios específicos y seleccionó de forma arbitraria la cantidad de participantes que serán parte del estudio (González, 2021). En

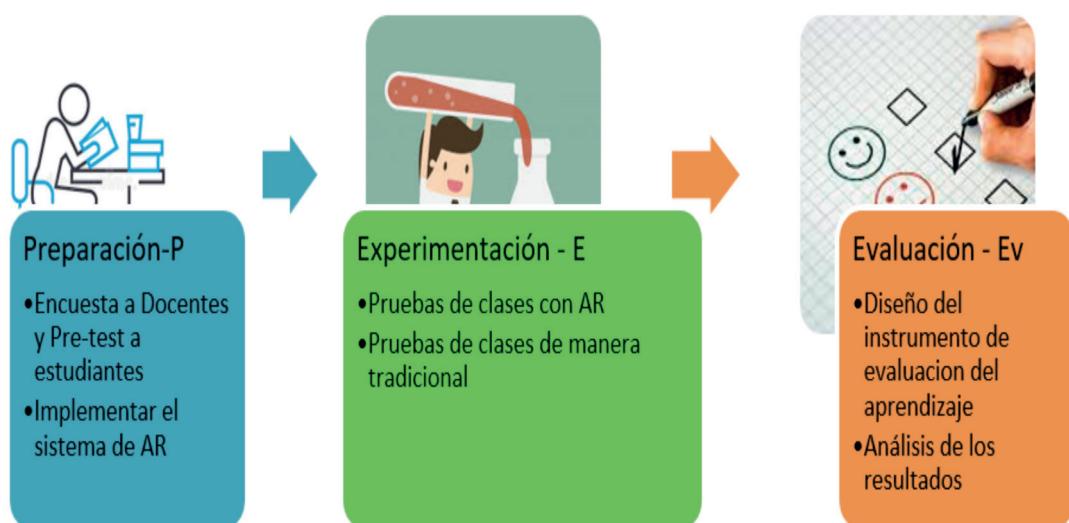
tal instancia, se tomó en cuenta la participación de 38 estudiantes de tercer curso de Bachillerato Técnico de la figura profesional de Electromecánica Automotriz, quienes fueron distribuidos en los paralelos A y B de manera equitativa, según el aprovechamiento académico reflejado en los promedios de sus calificaciones. Considerando que este estudio se realizó en una institución fiscal, se obtuvo autorización para la recolección de datos, a fin de lograr la ejecución de los objetivos planteados, sin vulnerar ningún derecho personal de los adolescentes participantes, así como de la planta docente del Bachillerato Técnico.

Metodología

En el presente trabajo investigativo, se utilizó el enfoque mixto, el cual es el conjunto de métodos sistemáticos, críticos de indagación, relacionados con la recopilación y la interpretación de datos numéricos y cualitativos respectivamente, es decir, la combinación del enfoque cualitativo de interpretación y el enfoque cuantitativo de medición numérica y conceptual (Hernández et al., 2014). Con base en el trabajo de Rosero et al., (2021), esta investigación se compone de tres fases (PEEv): Preparación (P), Experimentación (E) y Evaluación (Ev), como se muestra en la Figura 1.

Figura 1.

Metodología para implementar RA en clases de Sistemas Eléctricos y Electrónicos Automotrices



Nota. Adaptado de Realidad Aumentada como herramienta didáctica en el Proceso de enseñanza-aprendizaje de Ciencias Naturales (Rosero et al., 2021, p. 783).

Preparación (P)

Para dar cumplimiento a la fase uno, se procedió a aplicar la técnica de la entrevista a los cuatro docentes del bachillerato técnico de Electromecánica Automotriz. La entrevista se realizó de manera individual y personalizada, y el instrumento fue un guion de preguntas abiertas, para determinar las competencias digitales que poseen los docentes sobre RA, para desarrollar en el proceso de enseñanza. Además, se aplicó un pretest como prueba diagnóstica, para establecer los conocimientos previos que poseen los estudiantes de tercer curso de Electromecánica Automotriz, paralelos A y B, sobre el tema de la bujía de encendido y el inyector de combustible.

Implementación del sistema RA

En esta fase, se implementó la tecnología de RA por medio de la aplicación MyWebAR, que está disponible tanto para PC como para Android. El objetivo fue que los estudiantes observen información

de los componentes eléctricos y electrónicos, gracias a datos almacenados en el sistema de RA, desplieguen esta información en tiempo real y, a la vez, se adapten a los movimientos que realice el docente o estudiante respecto de los objetos. A través de esta aplicación, los usuarios fueron capaces de visualizar los contenidos sobre el tema de la bujía de encendido y el inyector de combustible, de manera interactiva en un *smartphone* mediante la aplicación y el reconocimiento de un código QR, como se indica en la Figura 2.

Figura 2.
Reconocimiento del código QR



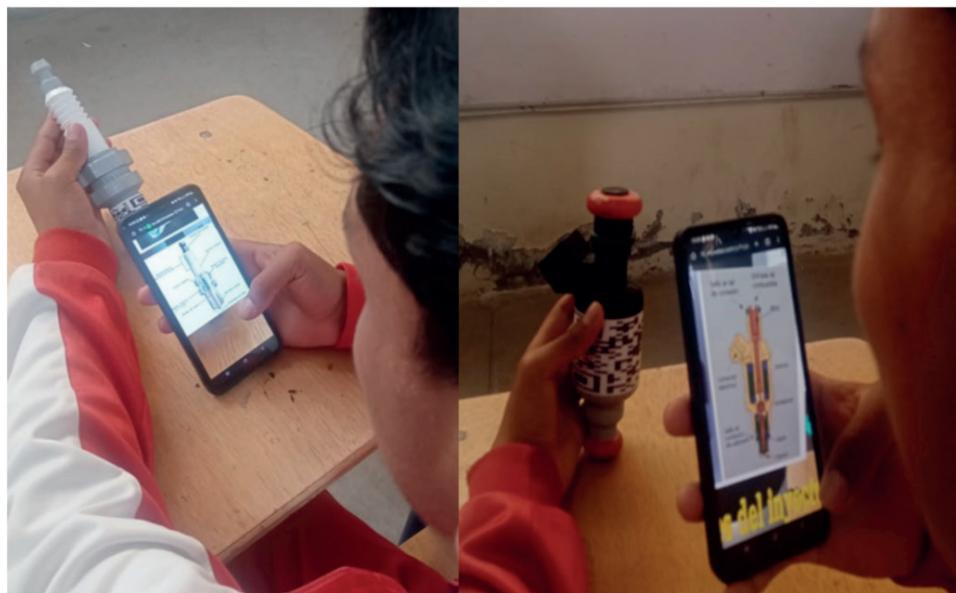
Nota. La imagen representa el reconocimiento del código QR y la visualización de la información almacenada en el sistema RA.

Experimentación (E)

Para ejecutar esta etapa, se aplicó RA como apoyo en la enseñanza de los contenidos de Sistemas Eléctricos y Electrónicos Automotrices; esto significa que se utilizó la plataforma MyWebAR, la cual es una aplicación que permite el acceso a una biblioteca actualizada de contenido educativo para desarrollar recursos de realidad aumentada, de fácil acceso mediante un teléfono celular, por parte del estudiante.

A través de esta aplicación, cada usuario fue capaz de visualizar, en tiempo real, a la bujía de encendido y, a la vez, observar su definición, función, estructura, clasificación, funcionamiento y mantenimiento. También, el estudiante pudo manipular el componente eléctrico y electrónico y visualizar en tiempo real al inyector de combustible. Mediante la aplicación y el teléfono celular, accedió a su definición, ubicación, composición, funcionamiento y mantenimiento, como se detalla en la Figura 3.

Figura 3.
Experimentación del uso de RA



Nota. La imagen representa la visualización de la información de la bujía y del inyector.

El código QR contiene un diseño vectorizado que marca el inicio de la aplicación de RA, al apuntar con el dispositivo celular, en el cual se encuentra instalada la aplicación. Enseguida, se le direcciona a la información que está almacenada en la plataforma MyWebAR, según el movimiento que se le dé al objeto. De esta manera, se consigue que el estudiante pueda manipular el componente eléctrico y electrónico junto con el celular, para acceder a información específica sobre el tema asignado.

Conceptos técnicos utilizados

Las bujías son componentes del sistema de encendido, las cuales producen una chispa eléctrica y están presentes en los motores que funcionan con gasolina. La función principal de las bujías es llevar la corriente eléctrica que se genera en la bobina de encendido hasta el cilindro y producir una chispa eléctrica, la cual encenderá la mezcla del aire y la gasolina. Las partes de la bujía son: casquillo de conexión, aislante cerámico, electrodo central, electrodo de masa, núcleo de cobre, resistor cerámico y cuerpo metálico (Motorysa, 2021).

Estos contenidos son más fáciles de interpretar mediante la esquematización. Además, esta información puede ser transmitida y presentada en el pizarrón por medio de un proyector, en el aula-taller de clases teóricas y prácticas, a fin de que los estudiantes del paralelo B relacionen los contenidos del tema con el mundo real. En este caso, se desarrolla eficientemente la RA y, a la vez, se proyecta la información para ser demostrada a todos los estudiantes, como se indica en la Figura 4.

Figura 4.
Clase sobre la bujía de encendido



Nota. La imagen representa el uso de RA y la proyección de la información de la bujía de encendido.

El inyector de combustible es una electroválvula que forma parte del sistema de inyección electrónica, cuya función es suministrar la gasolina en forma pulverizada o de aerosol hacia el conducto de admisión o a la cámara de combustión del motor. Los inyectores se ubican según el tipo de inyección: será de inyección directa si el inyector está incorporado en la parte superior del cilindro (motor diésel). En cambio, la inyección indirecta tiene incorporado al inyector en el múltiple o colector de admisión del motor. Las partes del inyector de combustible son: filtro, bobina, aguja y conector eléctrico (Cummins, 2023).

De la misma manera que en el caso anterior, estos contenidos son más fáciles de captar a través de la esquematización, al ser proyectada en el pizarrón del salón de clases, de manera que los estudiantes, también del paralelo B, vinculen los contenidos del tema a enseñar con el mundo real. Igualmente, en este caso se desarrolla eficientemente la RA y a la vez se proyecta la información para ser compartida con todos los estudiantes, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5.
Clase sobre el inyector de combustible



Nota. La imagen representa el uso de RA y la proyección de la información sobre el inyector de combustible.

Evaluación (Ev)

Después de haber aplicado la RA como apoyo en el proceso de enseñanza en los estudiantes de tercer curso de Electromecánica, paralelo B, y de haber dictado una clase con metodología tradicional con los estudiantes del tercer curso de Electromecánica, paralelo A, se procede a aplicar un postest para determinar el nivel de conocimiento adquirido por parte de los estudiantes. Para ello, se diseñó una evaluación con cinco preguntas de selección múltiple, la misma que fue aplicada a los estudiantes de los dos paralelos, considerando que los estudiantes del paralelo B fueron instruidos con el apoyo de la plataforma de realidad aumentada, diseñada para el trabajo investigativo.

Diseño del instrumento de evaluación del aprendizaje para los estudiantes de tercer curso de Electromecánica Automotriz

Los contenidos requeridos hacen referencia a Sistemas Eléctricos y Electrónicos Automotrices y, específicamente, se dictarán dos temas de clase: la bujía de encendido y el inyector de combustible.

Con el objetivo de evaluar el uso y aplicación de RA en las clases dictadas, se diseñó una rúbrica de evaluación cualitativa, la cual se indica en la Tabla 1. Cabe recalcar que la misma evaluación fue aplicada a los estudiantes de los dos paralelos, que compartían características similares.

El mencionado instrumento de evaluación cualitativa constó de cinco preguntas: la 1 y 2 contenían variables cuantitativas discretas, en la escala del 1 al 10 y representan la calificación del aprendizaje del estudiante con respecto a la clase dictada; mientras que las preguntas 3, 4 y 5 contenían variables cualitativas ordinales, cuya escala podía ser tratada como variable cuantitativa del 1 al 10. Sus valores fueron 1: totalmente en desacuerdo, 2: en desacuerdo, 3: medianamente en desacuerdo, 4: parcialmente en desacuerdo, 5: poco en desacuerdo, 6: poco de acuerdo, 7: parcialmente de acuerdo, 8: medianamente de acuerdo, 9: de acuerdo, y 10: totalmente de acuerdo.

A este proceso de asignar valores cuantitativos o variables cualitativas se le denomina minería de datos.

Tomando en cuenta los conceptos de la escala de Likert, se asumió una escala incremental, en la cual el valor más bajo era 1 y representaba un escenario desfavorable; en el mismo sentido, el valor más alto que se podía obtener era 10 y correspondía a un escenario favorable, como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1.

Instrumento para evaluación de los resultados de aprendizaje

1. Marque con un X del 1 al 10 el nivel de dificultad de los contenidos de esta clase.

Donde 1 significa que la clase fue muy compleja y 10 significa que fue muy fácil.

<input type="radio"/>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Marque con un X del 1 al 10, qué tanto le gusta a usted el módulo formativo de Sistemas Eléctricos y Electrónicos. Donde 1 significa que no le gusta el módulo y 10 significa es uno de sus módulos favoritos.

<input type="radio"/>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. ¿Considera usted que el uso de la tecnología es importante para entender de mejor manera los contenidos del módulo formativo de Sistemas Eléctricos y Electrónicos?

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Medianamente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Poco en desacuerdo	Poco de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Medianamente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

4. ¿Considera usted que es importante que los docentes técnicos de Sistemas Eléctricos y Electrónicos deben emplear tecnología como tablets, dispositivos o realidad aumentada, para mejorar el aprendizaje a sus estudiantes?

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Medianamente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Poco en desacuerdo	Poco de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Medianamente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

5. ¿Considera usted que el uso de la herramienta de realidad aumentada le permitió entender de mejor manera los contenidos enseñados durante esta clase?

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Medianamente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Poco en desacuerdo	Poco de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Medianamente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

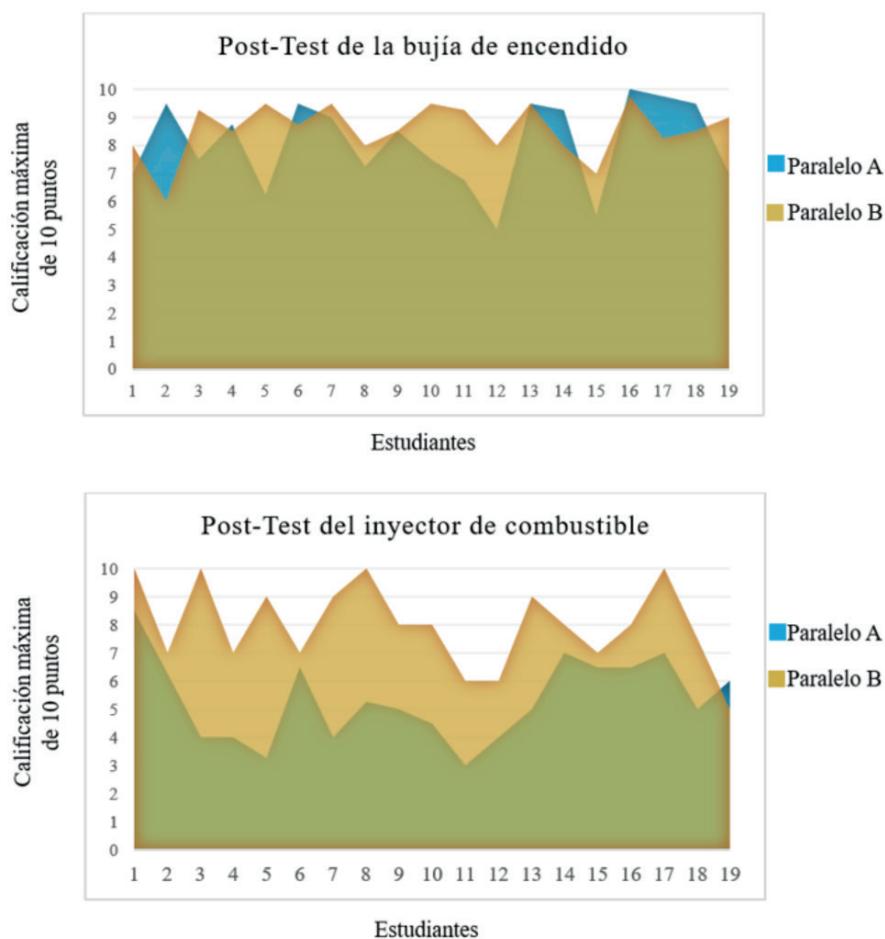
Nota. Adaptado de Realidad Aumentada como herramienta didáctica en el Proceso de enseñanza-aprendizaje de Ciencias Naturales (Rosero et al., 2021, p. 778).

Resultados y discusión

En primera instancia, se procedió a evaluar cuantitativamente el nivel de aprendizaje adquirido por los estudiantes, referente a la clase de la bujía de encendido y a la clase del inyector de combustible, a través de una prueba de conocimientos con una escala valorativa de 10 puntos (postest). Encada una de las dos clases dictadas, los resultados muestran un mayor rendimiento en los estudiantes del paralelo B, el cual fue instruido con el apoyo RA, como se evidencia en Figura 6.

Figura 6.

Resultado del postest



Nota. La imagen representa las calificaciones obtenidas por los estudiantes.

A pesar de que la figura anterior permite identificar la superioridad de las notas obtenidas en el paralelo B, este balance no es totalmente preciso, porque se compara de forma tradicional a estudiantes de dos paralelos diferentes que no se encuentran correlacionados; por ello, es importante analizar las estadísticas descriptivas obtenidas, utilizando el software R Studio, para cada paralelo en las dos clases, como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2.
Resultado final de calificaciones del postest sobre la bujía

Clase	Bujía	
Paralelo	Paralelo A con Metodología Tradicional	Paralelo B con Realidad Aumentada
Media	7,78	8,56
Error típico	0,36	0,21
Mediana	7,50	8,50
Moda	9,5	8
Desviación estándar	1,60	0,95
Varianza de la muestra	2,58	0,91
Curtosis	-1,09	1,54
Coeficiente de asimetría	-0,41	-1,12
Rango	4,75	3,75
Mínimo	5	6
Máximo	9,75	9,75
Suma	148	162,75
Cuenta	19	19
Nivel de confianza (95,0 %)	0,77	0,46

Después del primer análisis de estadística descriptiva sobre las notas de las dos evaluaciones finales (postest), se puede evidenciar que, en la clase sobre la bujía, la media del paralelo B, donde se aplicó realidad aumentada, es de 8,56/10 y la media del paralelo A es de 7,78/10 puntos. Además, la moda es de 8/10 puntos en el paralelo B y la desviación estándar es de 0,95, un valor menor en el resultado de la clase de la bujía de encendido que se desarrolló con RA.

Tabla 3.
Resultado final de calificaciones del postest sobre el inyector

Clase	Inyector	
Paralelo	Paralelo A con Metodología Tradicional	Paralelo B con Realidad Aumentada
Media	5,32	7,97
Error típico	0,33	0,34
Mediana	5	8
Moda	4	10
Desviación estándar	1,46	1,49
Varianza de la muestra	2,16	2,23

Curtosis	-0,50	-0,73
Coeficiente de asimetría	0,30	-0,16
Rango	5,50	5
Mínimo	3	5
Máximo	8,50	10
Suma	101,25	151
Cuenta	19	19
Nivel de confianza (95,0 %)	0,70	0,72

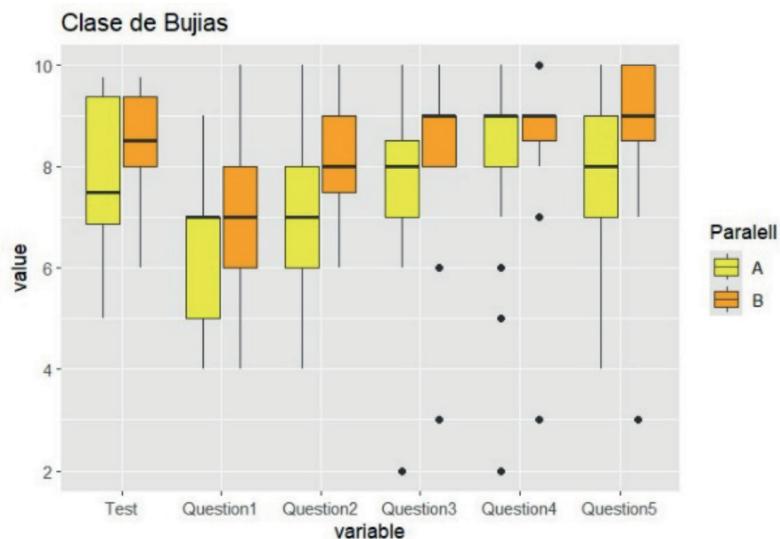
En la Tabla 3, se puede observar cómo en la clase del inyector de combustible, la desviación estándar es de 1,49, tan sólo unas centésimas más alta en relación con el paralelo A que se instruyó con metodología tradicional. Respecto a la varianza de la muestra, se puede observar que su valor es de 0,91, un valor mucho menor en la clase de la bujía de encendido dictada con RA; en tanto que en la clase del inyector de combustible, el valor es de 2,23 puntos y por ende mayor, por centésimas, en relación con el paralelo instruido sin RA.

Con estos valores, se puede ratificar una notable ventaja en las calificaciones de todos los estudiantes del paralelo B en las dos clases dictadas con realidad aumentada. Además, como en ninguno de los dos temas los estudiantes del paralelo B obtuvieron una calificación menor a 7/10 puntos, se infiere que ningún estudiante de este grupo reprobaría en una clase apoyada con RA, según el sistema de calificaciones aplicado y vigente; en tal sentido, se comprueba que se obtienen mejores resultados al aplicar la realidad aumentada en los temas mencionados anteriormente.

Es necesario considerar que en esta investigación se realizó el proceso de minería de datos, mediante el cual se transformaron las 5 preguntas del instrumento de evaluación a una escala cuantitativa del 1 al 10. Con esto, se diseñó una base de datos cuantitativa, en la cual se puede procesar las calificaciones de las evaluaciones con la ayuda del software R Studio. Los resultados de las evaluaciones aplicadas incluyen diagramas de bigote y caja entre todas las preguntas; por tal motivo, en este análisis también es de gran importancia agrupar a cada una de las variables correspondientes a las 5 preguntas y la evaluación cuantitativa con diagramas de caja agrupados y diferenciados por el paralelo.

Para el tema de la bujía de encendido, se puede evidenciar, a través de la mediana, que en la clase apoyada con RA, los estudiantes del paralelo B obtuvieron un mejor rendimiento en todas las preguntas con respecto al paralelo A, el cual recibió la clase con metodología tradicional. Además, cabe mencionar que los estudiantes consultados indicaron, en la pregunta 1, que la dificultad para aprender es mínima en las clases con RA, como se detalla en la Figura 7.

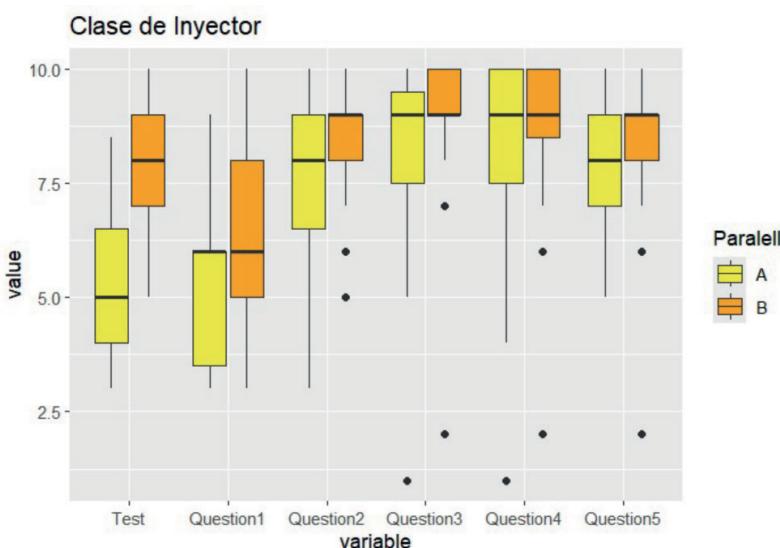
Figura 7.
Evaluación de la clase de la bujía de encendido



Nota. La imagen representa las calificaciones de los estudiantes de los paralelos A y B. El paralelo B recibió la clase con apoyo de RA.

Respecto a los resultados de la clase del inyector de combustible, se puede evidenciar por medio de la mediana, que en la clase apoyada con RA y desarrollada con los estudiantes del paralelo B, también se obtiene mejor rendimiento en todas las preguntas con respecto al paralelo A que fue instruido con metodología tradicional. Además, es importante considerar que los estudiantes señalan que la dificultad para aprender es mínima en las clases en las que se aplicó RA, criterio que se demuestra en la pregunta 1 y se indica en la Figura 8.

Figura 8.
Evaluación de la clase del inyector de combustible



Nota. La imagen representa las notas de los paralelos A y B. El paralelo B recibió la clase con apoyo de RA.

Discusión

La presente investigación realizada tuvo el propósito de demostrar la factibilidad de implementar la herramienta tecnológica de RA como apoyo en el proceso de enseñanza, como medio para generar recursos educativos para el módulo de Sistemas Eléctricos y Electrónicos Automotrices del Bachillerato Técnico de la Unidad Educativa General Julio Andrade. Cabe mencionar que, en el desarrollo de esta investigación, se realizó una entrevista a los docentes técnicos, acerca de sus conocimientos sobre realidad aumentada para la generación de material didáctico. En tal sentido, estos resultados resaltaron la importancia de abordar el desafío de la falta de uso de la tecnología en las aulas y reconocieron el valor de la RA como una herramienta educativa interactiva, tanto para estudiantes como para profesores. Es por ello que el uso del software educativo promueve en los estudiantes la habilidad de aprender por cuenta propia y la aplicación de la capacidad de análisis, síntesis y evaluación, a través del uso de nuevas tecnologías. Además, es necesario diseñar un plan de formación que ayude a los profesores y a los estudiantes a preparar pequeñas simulaciones y probar algunos conceptos pedagógicos con la tecnología que aporta la RA.

Además, se utilizó un pretest a manera de evaluación diagnóstica para identificar el nivel de conocimientos previos de los estudiantes, antes de dictar la clase con metodología tradicional para los estudiantes del paralelo A. De la misma manera, se aplicó este pretest antes de la clase con el apoyo de RA, para los estudiantes del paralelo B. Posterior a la aplicación del pretest, se procedió a desarrollar la clase sobre la bujía de encendido y el inyector de combustible, con las diferentes metodologías mencionadas para cada paralelo respectivamente. Después de las clases impartidas según la planificación correspondiente, se aplicó el postest a los estudiantes de cada paralelo para determinar el nivel de conocimientos adquiridos en dicha sesión. Estas evaluaciones se basaron en aspectos como la facilidad de uso, la capacidad de para aplicar la RA, el soporte para dispositivos tecnológicos y las funcionalidades específicas de RA. Como resultado de este análisis, se seleccionaron las herramientas más apropiadas para el desarrollo de la RA que demostraron un alto nivel de satisfacción y cumplieron con los requisitos técnicos.

Al analizar los logros educativos, se demuestra que la aplicación de realidad aumentada incrementa significativamente el rendimiento académico de los estudiantes instruidos, ayudando a entender los sistemas y mecanismos complejos y difíciles (Tsekhmister et al., 2021). De esta manera, se registraron mayores indicadores de calificación entre los estudiantes que recibieron la clase con asistencia de realidad aumentada, con respecto de los estudiantes que recibieron la clase con metodología tradicional. También, por medio del desarrollo de la clase con RA se evidenció mayor interés de aprendizaje por parte de los estudiantes, se observó mayor interactividad y participación dentro del aula-taller de la institución. La aceptación y motivación obtenidas gracias a la nueva metodología utilizada crea un ambiente lúdico de interactividad y dinamismo en el salón de clase, donde el docente y el estudiante se ayudan de los objetos y la información expuesta en 3D para el fortalecimiento de la asignatura, de manera que el estudiante reconozca fácilmente los elementos, el funcionamiento y las características de los componentes de electricidad, facilitando la práctica en el taller.

La realidad aumentada es una herramienta tecnológica cuyo propósito es fortalecer la actividad digital de los participantes con su entorno. Para lograrlo, se recurre a los datos almacenados en cada elemento que se mira o al objeto con que se interactúa (Melo, 2018). De tal manera, se facilita la combinación de datos digitales con información física del contexto y con la ayuda de los objetos anteriormente mencionados (Cabero et al., 2019)así como de las posibilidades que ofrecen los dispositivos móviles, tablets o los smartphones en nuestra vida diaria, conllevo que dichas herramientas puedan ser incorporadas, sin costes adicionales, y con grandes posibilidades didácticas, en los contextos de formación universitaria. Este aspecto contribuye, sin lugar a duda, a la proliferación de tecnologías como la Realidad Aumentada (RA). Cabe mencionar que el contenido

de clase estaba dentro de la aplicación de RA, por lo que cada estudiante fue protagonista de su aprendizaje: cada uno tenía en sus manos un componente con código QR, el cual era reconocido por el teléfono celular y desplegaba información en tiempo real sobre las temáticas planteadas. Por lo tanto, el desarrollo y la implementación de estas herramientas permitirá perfilar a los estudiantes de ingeniería automotriz hacia lo que encontrarán en su desempeño profesional en el nivel industrial, donde la realidad aumentada desempeña un papel muy importante en el control de calidad, la identificación de fallos, los manuales de información, así como en los cursos de capacitación y manejo.

Es necesario considerar la importancia de este estudio, ya que se pudo observar que la aplicación de realidad aumentada genera recursos educativos más amplios e interactivos para la enseñanza de temas relacionados con Sistemas Eléctricos y Electrónicos Automotrices. Además, menciona Romano (2023) que la RA está demostrando ventajas en varios contextos académicos y algunos de estos muestran progreso en la comprensión de temáticas complejas y en el aumento de habilidades de los alumnos. Por lo expuesto, se puede decir que el uso de la realidad aumentada por parte de los estudiantes puede ser una herramienta útil que, además de presentar información visual, es también una forma de analizar objetos en 3D en lugar de hacerlo a partir de una vista en 2D, como sucede en los libros y en el pizarrón. Para lograr un mejor aprendizaje, la educación tiene que ser experimental e interactiva: se aprende más de las experiencias prácticas que de las clases tradicionales.

En resumen, los resultados de esta investigación resaltan el potencial de la RA como una herramienta eficaz para mejorar el proceso de aprendizaje en el campo de la mecánica automotriz. La RA desarrollada proporciona a los estudiantes una experiencia educativa interactiva y práctica, que les permite comprender mejor los conceptos teóricos y prácticos de esta disciplina. Además, este estudio contribuye al avance de la educación al promover la integración de la tecnología en el aula y fomentar un enfoque innovador y motivador para el aprendizaje de la mecánica automotriz.

Es por ello que, al identificar que esta investigación sobre realidad aumentada es factible y positiva para la enseñanza, se sugiere su aplicación en la generación de recursos educativos y, por ende, se recomienda usar esta herramienta tecnológica como apoyo en la enseñanza de los módulos formativos de la figura profesional de Electromecánica Automotriz, correspondiente al Bachillerato Técnico de la Unidad Educativa General Julio Andrade.

Conclusiones

El diseño de recursos educativos se tornó más fácil a partir de la comprensión y el manejo de realidad aumentada. Al desarrollar la aplicación, se analizaron las funciones que la herramienta tecnológica ofrece y, de esta manera, se generó material didáctico para apoyo en la enseñanza de Sistemas Eléctricos y Electrónicos Automotrices, fomentando el interés del estudiante e incorporando una forma divertida e interactiva para adquirir conocimientos.

Los análisis de estadística descriptiva demuestran que las calificaciones obtenidas por el paralelo B a partir de la propuesta de enseñanza con realidad aumentada superan significativamente a los resultados de las calificaciones del alumnado del paralelo A, que fue instruido con metodología tradicional, en la cual el docente imparte los contenidos del tema en la pizarra. Además, se pudo evidenciar la gran aceptación, predisposición y adaptación que mostraron los estudiantes en la clase con el apoyo de RA.

Por lo expuesto anteriormente, el presente trabajo investigativo demuestra la factibilidad de implementar la herramienta tecnológica de RA en la formación técnica. La RA fue muy importante en la enseñanza del tema de la bujía de encendido y del inyector de combustible, debido a que, por medio de esta herramienta tecnológica, los estudiantes adquirieron con facilidad los nuevos

conocimientos y fortalecieron su aprendizaje; además, el docente tuvo a disposición una amplia gama de opciones para estructurar el contenido a dictar, mejorando la enseñanza de los temas teóricos y prácticos del módulo formativo.

Recomendaciones

Es importante que el docente conozca el uso adecuado de la aplicación de RA, para que se le facilite la generación de material didáctico y recursos educativos, siempre y cuando se disponga de la información que se requiera proyectar y visualizar en la realidad aumentada, ya que la misma brinda ideas frescas y de vanguardia que son de gran ayuda en el fortalecimiento para la enseñanza del módulo formativo de Sistemas Eléctricos y, en general, en el área automotriz.

Al momento de utilizar la RA en la enseñanza dentro del aula-taller, se recomienda que el docente esté atento a los elementos que contienen el código QR y los dispositivos electrónicos que manipule el estudiante, ya que existe la posibilidad de que el estudiante ingrese a otros sitios web, originando un factor de distracción, lo que puede causar una disminución en el aprendizaje del contenido de clase. De igual manera, se recomienda que se continúe aplicando la metodología basada en realidad aumentada, direccionalizada a los diversos cursos superiores e inferiores, ya que en esta ocasión se fortaleció el conocimiento en electrónica automotriz.

Por supuesto, es también importante mantener constantemente actualizada la información, de acuerdo con los avances técnicos y tecnológicos en lo que respecta a la temática impartida, así como al nivel de educación y los recursos de la institución educativa. Además, hay que fomentar la participación activa de toda la plantilla docente de la asignatura de Electricidad Automotriz, a fin de que se puedan establecer turnos de trabajo en lo que respecta a las asesorías síncronas/asíncronas, lo que a su vez traerá el beneficio de que el estudiantado aprenda a trabajar, apreciando varios puntos de vista utilizando realidad aumentada.

Para finalizar, se sugiere la aplicación de realidad aumentada para la creación de material didáctico y se recomienda seguir con la investigación relacionada con este tema, para determinar el impacto que provoca en la carga cognitiva del estudiante al momento de asimilar el aprendizaje. Además, las líneas de investigación que se podrían explorar posteriormente implican realizar este estudio, combinando la RA con gamificación y manufactura aditiva en un tamaño de muestra más grande de estudiantes, de modo que el estudio sea representativo para todo el país y Latinoamérica. Es por ello que se recomienda aplicar la metodología basada en realidad aumentada, para que el aprendizaje tenga un enfoque práctico-cooperativo y se pueda obtener buenos resultados al momento en que los estudiantes aprenden trabajando con sus compañeros y con la guía del docente.

Referencias

- Al-Gindy, A., Felix, C., Ahmed, A., Matoug, A., & Alkhidir, M. (2020). Virtual reality: Development of an integrated learning environment for education. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(3). <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.3.1358>
- Bolaños, I. (2023). *Realidad Aumentada en el Proceso de Aprendizaje de Mecánica Automotriz* [Tesis de grado]. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Repositorio UPEC. <http://repositorio.upc.edu.ec/bitstream/123456789/1922/1/107-%20BOLA%c3%91OS%20SARMIENTO%20IV%c3%81N%20ALEXANDER.pdf>
- Cabero, J., Barroso, J., & Llorente, C. (2019). La realidad aumentada en la enseñanza universitaria. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 17(1). <https://doi.org/10.4995/edu.2019.11256>
- Chen, C., Yu, T., & Wang, J. (2018). The Exploration of Augmented Reality Technology Applied in Colleges' Experimental Teaching. *Proceedings—9th International Conference on Information Technology in Medicine and Education, ITME 2018*. <https://doi.org/10.1109/ITME.2018.00150>
- Chytas, D., Johnson, E. O., Piagkou, M., Mazarakis, A., Babis, G. C., Chronopoulos, E., Nikolaou, V. S., Lazaridis, N., & Natsis, K. (2020). The role of augmented reality in Anatomical education: An overview. *Annals of Anatomy*, 229. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2020.151463>
- Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Cortés, J., Pérez, Á., Mejías, J., Hernández, M., Fábila, D., & Hernández, L. (2020). La formación de ingenieros en sistemas automotrices mediante la realidad aumentada. *Innovación Educativa*, 20(82), 25-44. https://www.researchgate.net/profile/Luis-Quintanar/publication/343151143_La_formacion_de_ingenieros_en_sistemas_automotrices_mediante_la_realidad_aumentada/links/5f191ce4a6fdcc9626aa316f/La-formacion-de-ingenieros-en-sistemas-automotrices-mediante-la-rea
- Cruz, T., Toledo, C., Palomeque, M., & Cruz-Gavilánez, Y. (2021). La teoría de aprendizaje que más se adapte al nuevo proceso de enseñanza-aprendizaje. *Dominio de Las Ciencias*, 6(4), 339-357. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8385944.pdf>
- Cummins. (2023). *¿Cómo funcionan los inyectores de combustible?* Cummins. <https://www.cummins.com/es/news/2023/10/19/how-do-fuel-injectors-work>
- González, O. H. (2021). An approach to the different types of nonprobabilistic sampling. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3), 6–8. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002
- Grapsas, T. (2019, 19 de diciembre). *Conoce la realidad aumentada y las posibilidades de interacción que la hacen sobresalir en el mundo digital*. Rock Content. <https://rockcontent.com/es/blog/realidad-aumentada/>
- Gybas, V., Klubal, L., & Kostolányová, K. (2019). Using augmented reality for teaching students with mental disabilities. *AIP Conference Proceedings*, 2116. <https://doi.org/10.1063/1.5114050>
- Klimova, A., Bilyatdinova, A., & Karsakov, A. (2018). Existing Teaching Practices in Augmented Reality. *Procedia Computer Science*, 136, 5-15. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.232>

- Lucas, M. (2023). *Realidad aumentada en educación como tecnología emergente para la experiencia de aprendizaje de los estudiantes* [Tesis de maestría]. Repositorio UTN. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13500>
- Márquez Domínguez, J. A. (2018). Juegos didácticos y la realidad aumentada, un análisis para el aprendizaje en estudiantes de nivel básico / Educational Games and Augmented Reality, Analysis for Learning in Basic Level Students. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 9(17), 448-461. <https://doi.org/10.23913/ride.v9i17.388>
- Melo, I. (2018). Realidad aumentada y aplicaciones. *Tecnología, Investigación y Academia TIA*, 6(1), 28-35. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/11281>
- Ministerio de Educación. (2022). *Bachillerato Técnico Productivo*. Ministerio de Educación. <https://educacion.gob.ec/bachillerato-tecnico-productivo/>
- Montenegro, M., & Fernández, J. (2022). Realidad aumentada en la educación superior: posibilidades y desafíos. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (23), 95-114. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.858>
- Motorysa. (2021). *Qué son las bujías y cómo funcionan*. Mitsubishi Motors. <https://mitsubishi-motors.com.co/blog/bujias-como-funcionan/>
- Nuanmeesri, S. (2018). *La realidad aumentada para enseñar a los estudiantes tailandeses sobre el corazón humano*, 13(6), 203-213. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i06.8506>
- Paladines, N. (2023). *Implementación efectiva de las TIC en la educación para mejorar el aprendizaje : una revisión sistemática* Effective implementation of ict in education to improve learning : a systematic review, 7(1), 5788–5804. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4862/7374>
- Rivera, F. (2021). *Estrategias en el manejo de recursos didácticos virtuales de realidad aumentada, para desarrollar competencias digitales en docentes de educación general básica superior* [Tesis de maestría]. Universidad Técnica del Norte. Repositorio UTN. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11627>
- Rivero, P., Ibáñez, A., & Luna, Ú. (2019). El patrimonio aumentado. 8 apps de Realidad Aumentada para la enseñanza-aprendizaje del patrimonio. *Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado. Continuación De La Antigua Revista De Escuelas Normales*, 33(1), 43–62. <https://www.redalyc.org/journal/274/27466169003/html/>
- Romano, L. D. P. (2023). Realidad Aumentada en Contextos Educativos y su Relación con el Rendimiento Académico Universitario. *Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología*, 33(e16). <https://doi.org/10.24215/18509959.33.e16>
- Rosero, X., Granda, I., & Granda, E. (2021). Augmented Reality as a Tool in the Teaching-Learning Process of Natural Sciences in a Primary Institution. *Universal Journal of Educational Research*, 9(4), 781–791. <https://doi.org/10.13189/ujer.2021.090410>
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL / Interamericana Editores.
- Schaffernak, H., Moesl, B., Vorraber, W., & Koglauer, I. V. (2020). Potential augmented reality application areas for pilot education: An exploratory study. *Education Sciences*, 10(4), 1-18. <https://doi.org/10.3390/educsci10040086>

Trejo, L. (2021). *Estrategias para uso de realidad aumentada como herramienta de aprendizaje inmersivo, para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje en docentes de noveno año de educación general básica superior* [Tesis de maestría]. Universidad Técnica del Norte. Repositorio UTN. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11849>

Tsekhmister, Y., Kotyk, T., & Matviienko, Y. (2021). La efectividad de la tecnología de realidad aumentada en la educación STEAM. *Apuntes Universitarios*, 12(1), 250-267. <https://doi.org/10.17162/au.v11i5.932>

Valdebenito, M. (2023, 19 de marzo). *Educación y formación técnica y profesional*. Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina. https://siteal.iiep.unesco.org/eje/educacion_y_formacion_tecnica_y_profesional

Yamunaque, J. (2023). *Realidad Aumentada en el Proceso de Promoción de Vehículos para el Departamento de Marketing de una Empresa Automotriz, Lima 2023* [Tesis de maestría]. Universidad César Vallejo. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/113186/Yamunaque_CJC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y