



Desarrollo de una aplicación de realidad aumentada para el aprendizaje del ensamblaje de computadoras

Development of an augmented reality application for learning computer assembly

Yajaira Mabel Bermeo-Peñañiel
Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador
ybermeo@ups.edu.ec
 <https://orcid.org/0000-0002-8787-3693>

Bertha Alice Naranjo-Sánchez
Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador
bnaranjo@ups.edu.ec
 <https://orcid.org/0000-0002-4386-2335>

Recepción: 18/09/2024 | Aceptación: 10/12/2024 | Publicación: 27/12/2024

Cómo citar (APA, séptima edición):

Bermeo-Peñañiel, Y. M., y Naranjo-Sánchez, B. A. (2024). Desarrollo de una Aplicación de Realidad Aumentada para el Aprendizaje del Ensamblaje de Computadoras. *INNOVA Research Journal*, 9(4), 135-151. <https://doi.org/10.33890/innova.v9.n4.2024.2682>

Resumen

La Realidad Aumentada (RA) ofrece nuevas formas de visualizar y comprender información compleja al superponer elementos digitales sobre el mundo real, permitiendo que los estudiantes interactúen con recursos educativos basados en esta tecnología. Este artículo describe el desarrollo de una aplicación de RA diseñada para enseñar a los estudiantes el ensamblaje de computadoras, utilizando Unity, una plataforma popular de desarrollo de juegos, y Vuforia, una herramienta de RA compatible con dispositivos Android. El proceso de desarrollo de la aplicación utilizó la metodología RAD comenzó con la identificación de los requisitos, la definición de los componentes de una computadora que se visualizarían en RA. Se implementó una metodología cuasiexperimental para evaluar la efectividad de una aplicación de RA en el aprendizaje del

ensamblaje de computadoras, en comparación con la enseñanza tradicional. Para el efecto se realizó la implementación de este tema en 3 instituciones educativas que se describen como estudio de caso en el presente trabajo. El estudio mostró que los estudiantes que usaron la aplicación de RA lograron una mayor comprensión y retención de los componentes de la computadora en comparación con los que siguieron métodos tradicionales. Además, los estudiantes reportaron una mayor motivación e interés en la clase, sugiriendo que la RA puede ser una herramienta poderosa para mantener el compromiso y la atención de los alumnos. El desarrollo de aplicaciones educativas de RA representa un avance significativo en la educación, proporcionando a los estudiantes herramientas modernas para explorar y entender conceptos complejos de manera práctica y envolvente.

Palabras claves: Realidad aumentada; educación; aprendizaje; ensamblaje de computadoras.

Abstract

Augmented Reality (AR) offers new ways to visualize and understand complex information by overlaying digital elements on top of the real world, allowing students to interact with educational resources based on this technology. This article describes the development of an AR application designed to teach students computer assembly using Unity, a popular game development platform, and Vuforia, an AR tool compatible with Android devices. The application development process used RAD methodology started with identifying the requirements, defining the components of a computer that would be visualized in AR. A quasi-experimental methodology was implemented to evaluate the effectiveness of an AR application in learning computer assembly, compared to traditional teaching. For this purpose, the implementation of this subject was carried out in three educational institutions that are described as case studies in this work. The study showed that students who used the application of AR achieved greater understanding and retention of computer components compared to those who followed traditional methods. In addition, students reported increased motivation and interest in class, suggesting that AR can be a powerful tool for maintaining student engagement and attention. The development of AR educational applications represents a significant advance in education, providing students with modern tools to explore and understand complex concepts in a hands-on, immersive way.

Keywords: Augmented reality; education; learning; computer assembly.

Introducción

La realidad aumentada (RA) se ha consolidado como una herramienta educativa innovadora, permitiendo la visualización y comprensión de información compleja al superponer elementos digitales sobre objetos reales. Además, se puede describir como una integración visual donde elementos reales y virtuales se combinan e interactúan entre sí (Arcos-Naranjo et al., 2023). “Por esta razón, se presenta como una excelente opción para el aprendizaje en diversas áreas del conocimiento, actuando como un puente entre el conocimiento teórico y la práctica” (López et al., 2019, p.15). Es una forma de expansión del entorno físico. A través de un dispositivo tecnológico, se visualiza el mundo real mientras se superpone información gráfica contextual que está relacionada con la ubicación o el entorno del usuario (Nuñez et al., 2022).

Se han realizado muy pocos trabajos de Ensamblaje de Computadoras en las realidades extendidas (virtual, aumentada y mixta). No se han encontrado registros en búsquedas sistemáticas (Calvopiña et al., 2021). Al implementar estas realidades se estaría realizando una auténtica revolución digital, impulsada por rápidos avances tecnológicos en múltiples campos: desde las comunicaciones (como los teléfonos inteligentes) hasta el internet de las cosas, la inteligencia artificial (IA), la ciberseguridad, el big data, la computación en la nube, las redes sociales, la robótica, entre otros (Gavilima, 2024). Un ejemplo sería como la IA se integra en realidades para la enseñanza de las matemáticas (Martin et al., 2023).

La enseñanza tradicional es aquella que se basa en el docente, utilizando metodologías basadas en un enfoque vertical, autoritario, centrado en la palabra y en el desarrollo intelectual (Calle-Suárez & Quichimbo-Rosas, 2021). Aunque los libros de texto y los apuntes todavía mantienen una posición importante en la enseñanza, en la actualidad se están utilizando nuevas herramientas TIC que facilitan tanto la labor docente como el aprendizaje de los estudiantes.

Este artículo tiene como objetivo desarrollar una aplicación de RA utilizando Unity y Vuforia para enseñar a los estudiantes el ensamblaje de computadoras, creando una experiencia de aprendizaje interactiva mediante el uso de códigos QR que proyectan modelos 3D de los componentes.

Marco teórico

La realidad aumentada (RA) ha surgido como una herramienta educativa revolucionaria, transformando la manera en que los estudiantes interactúan con la información compleja. La integración de RA en dispositivos móviles facilita la asistencia en tiempo real en diversas áreas ya sea la salud para realizar cirugías, trabajos de mecánica o el diseño de objetos. “En consecuencia, y como se señaló previamente, el entorno educativo es un nicho potencial para el uso de esta tecnología en pro de las necesidades que sean demandadas” (Mendoza & Arias, 2019, p.8).

La realidad aumentada se caracteriza por integrar tres componentes claves: la combinación del entorno virtual con el mundo real, la capacidad de interactuar de manera inmediata con los objetos, y la facultad de enriquecer los objetos reales mediante la superposición de imágenes en tres dimensiones (Marín-Díaz & Sampedro-Requema, 2020). Existen muchas herramientas para desarrollar aplicaciones de RA, pero la integración de Unity y Vuforia permite una implementación efectiva de la realidad aumentada, proporcionando una representación precisa de los componentes de los equipos de cómputo en un entorno virtual (Gavilima, 2024; Bezares, et al., 2020). Para desarrollar una aplicación móvil con los softwares mencionados, se emplea un entorno de desarrollo integrado (IDE), lo que permite generar el archivo APK de manera eficiente y sin contratiempos (Riascos, 2024).

Para implementar la RA se suelen usar los marcadores o QR que presentan patrones únicos e inimitables. Estos patrones son detectados por la cámara de un dispositivo móvil, que luego proyecta la imagen asociada al marcador. Para lograr una proyección precisa, es necesario utilizar un dispositivo de alta gama con un buen procesamiento que permite escanear la imagen eficazmente (Guadamuz-Villalobos, 2021). En cambio, la RA basada en geolocalización emplea hardware de ubicación (GPS, brújula y acelerómetro) para situar información digital en el entorno

físico, utilizando aplicaciones que muestran datos relacionados con puntos de interés cercanos. Ambos tipos aprovechan tecnología específica para enriquecer experiencias interactivas en diversos contextos, como la educación y el turismo (Berrios, 2020).

Las aplicaciones de RA se han utilizado frecuentemente en la creación de entornos virtuales tridimensionales, sirviendo como herramientas de divulgación en museos, instituciones educativas, laboratorios, videojuegos e incluso en el ámbito del turismo (Miranda-García et al., 2024). Sin embargo, en la presente investigación se propone utilizar esta aplicación móvil en instituciones educativas para enseñar el ensamblaje de computadoras.

Aplicación de la RA en la Educación

La RA en la educación se refiere a la aplicación de esta tecnología para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, proporcionando a los estudiantes experiencias inmersivas y prácticas. La realidad aumentada constituye un aporte valioso en el ámbito educativo, al permitir investigar y evaluar su potencial dentro del entorno de aprendizaje en el aula, optimizando los procesos pedagógicos (Menjura & Castro, 2023).

El uso de la RA como estrategia educativa mejora la interacción con entornos virtuales, lo que conduce a mejores resultados en la formación de los estudiantes durante su proceso de aprendizaje (Aguirre-Herráez, et al., 2020). Además, los alumnos se sienten más motivados al utilizar nuevas tecnologías (Pimentel et al., 2023). La realidad aumentada está ganando relevancia en la enseñanza de disciplinas prácticas y además al integrarse a la educación formal podría permitir a los docentes combinar estas aplicaciones con diferentes enfoques pedagógicos, como el aprendizaje situado y además apoya los procesos educativos al relacionar la RA con el entorno (Vázquez-Cano et al., 2020; Cárdenas, et al., 2018).

La RA es un avance tecnológico que, cuando se utiliza adecuadamente, puede mejorar la enseñanza al crear materiales creativos e innovadores, fomentando un aprendizaje entre los estudiantes (Zaragoza & Cuevas, 2020). Según Matías et al., (2023) la integración de la RA tiene un impacto positivo en el fortalecimiento del aprendizaje. Además, Fernández et al., (2023) mencionan que esta integración ofrece varios beneficios, entre ellos un mayor interés y la participación de los estudiantes. Por su parte, Quezada et al., (2020) comenta que al usar aplicaciones de RA se logran percibir beneficios en el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de fomentar el desarrollo de competencias tecnológicas en estudiantes y docentes. Así mismo facilita y fortalece la educación, además de mediar en los procesos de enseñanza-aprendizaje, promoviendo el intercambio de conocimientos y la adquisición de competencias digitales (Martínez et al., 2021).

La RA también contribuye al desarrollo de la capacidad espacial, favoreciendo habilidades como la percepción y visualización espacial, las rotaciones mentales, las relaciones y orientación en el espacio, todos ellos también presentes en la geometría, un área educativa dedicada a fortalecer estas habilidades espaciales (Dorta & Barrientos, 2021).

Una de las principales ventajas de la realidad aumentada en el ámbito educativo es que fomenta una mayor participación de los estudiantes en las clases y potencia su motivación hacia el aprendizaje (Naranjo et al., 2024a).

Esto sugiere que la implementación de la RA en el ámbito educativo puede representar una herramienta poderosa para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, promoviendo un aprendizaje más interactivo y orientado al desarrollo de competencias tecnológicas y cognitivas en los estudiantes.

Así como existen beneficios, también hay desafíos que presenta la implementación de la realidad aumentada en la educación superior, siendo el costo académico una de las principales barreras, dado que los centros educativos deben de realizar una gran inversión económica para obtener estas tecnologías en sus aulas de clases (Montenegro-Rueda & Fernández-Cereno, 2022). El costo de los recursos puede ser un obstáculo para muchas instituciones educativas, especialmente para aquellas que se encuentran en un área rural.

El tiempo en el aprendizaje es fundamental a la hora de aprender un tema, ya que muchos factores influyen en el estudiante como la motivación, la satisfacción, distracciones, etc (Moreno, 2016). Según una investigación de León-Velarde et al. (2024), la implementación de la RA logró un impacto positivo de hasta un 25% en la motivación de los estudiantes, lo que indica que su integración puede ser beneficiosa para el proceso de aprendizaje.

La RA también se la pueda aplicar para la enseñanza-aprendizaje de niños con discapacidad, tal es el caso de un trabajo realizado por Concepcion et al., (2024) en el que menciona que al enseñar ciencias naturales con RA a niños con trastorno del espectro autista logró desarrollar habilidades cognitivas, lingüísticas, sociales y motoras. El potencial disruptivo de la RA es enorme y permite explorar formas de enseñar y aprender que están surgiendo con fuerza en la era digital (Observatorio de Innovación Educativa, 2017).

Las tecnologías como la inteligencia artificial y sistemas avanzados pueden aplicarse en diversos ámbitos educativos. En el contexto de la enseñanza del ensamblaje de computadoras, la realidad aumentada se destaca como una herramienta eficaz para simular procesos complejos y reforzar el aprendizaje práctico. Además, se subraya la importancia de integrar estas tecnologías para mejorar las competencias digitales y fomentar una interacción más profunda con el contenido técnico (Naranjo et al., 2024b).

Ensamblaje de computadoras

El ensamblaje de computadoras es un proceso técnico que implica la selección, conexión y configuración de componentes de hardware para construir una computadora funcional. Este proceso es crucial tanto en la producción industrial de computadoras como en la creación de equipos personalizados para usuarios con necesidades específicas.

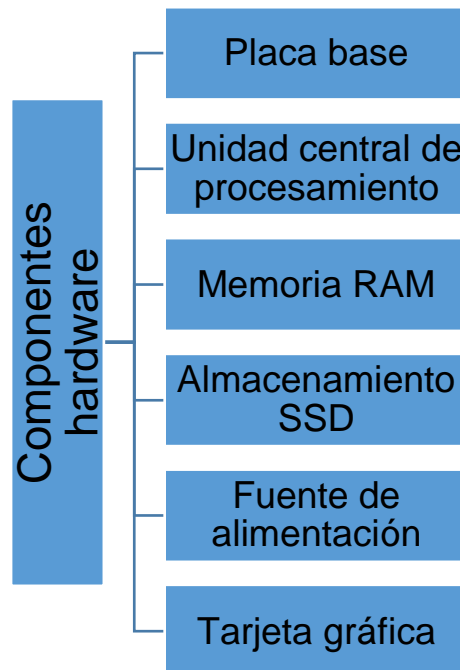
Según Díaz (2003), como se citó en Siles (2019), menciona que el contenido informático define una acción fundamental, tanto teórica como práctica, que el estudiante realiza al interactuar con la computadora. Este proceso está integrado por una serie de operaciones y respaldado por

conocimientos esenciales para el uso de las nuevas tecnologías de la información. Esto significa que, aunque el uso de la RA para aprender el ensamblaje de computadoras refuerza la teoría y el reconocimiento de las partes de la computadora, es fundamental que siempre se incluya una práctica. Una manera de aplicar la práctica es utilizando simuladores los cuales complementan el aprendizaje adquirido (García-Chontal et al., 2023). Luna & Naranjo (2024) destacan que la RA facilita la comprensión de conceptos abstractos, permitiendo a los estudiantes adquirir un entendimiento más claro y profundo en el ámbito informático.

En la figura 1 se visualizan algunos de los componentes de hardware para el ensamblaje de una computadora.

Figura 1

Componentes hardware



Metodología

La metodología de Desarrollo de RA Rápido de Aplicaciones (RAD) se centró en el desarrollo ágil y la iteración rápida de prototipo. En el contexto del desarrollo de aplicaciones de RA, como la utilizada para desarrollar la aplicación de ensamblaje de computadoras, RAD permitió identificar y ajustar rápidamente los requisitos del usuario, lo que resultó en un producto final alineado con las necesidades educativas. Durante este proceso, se identificaron los componentes a visualizar en RA, se crearon modelos 3D y se implementó la funcionalidad necesaria para la interacción del usuario.

El método de estudio de caso se incorpora al proceso de aprendizaje de diversas formas para optimizar su efectividad 3 cursos fueron analizados vinculados a 3 instituciones educativas

La metodología cuasiexperimental fue utilizada para evaluar la efectividad de una aplicación de RA en el aprendizaje del ensamblaje de computadoras, comparándola con la enseñanza tradicional. Se seleccionaron tres instituciones educativas, dividiendo a los estudiantes en dos grupos: el grupo 1 recibió enseñanza convencional a través de presentaciones, mientras que el grupo 2 utilizó la aplicación de RA. Ambos grupos recibieron la misma información y fueron evaluados posteriormente para medir la comprensión y retención de los conocimientos. Los resultados de la evaluación permitieron comparar el desempeño entre los grupos, evidenciando el impacto de la RA en el aprendizaje.

La población y el muestreo incluyó a 99 estudiantes de tres instituciones educativas, seleccionados de diferentes niveles académicos para evaluar la efectividad de la aplicación en diversos contextos de aprendizaje:

1. Unidad Educativa Victoria Pérez: 37 estudiantes de entre 14 y 15 años.
2. Colegio de Artes Fiscal Juan José Plaza: 30 estudiantes de entre 15 y 17 años.
3. Universidad Politécnica Salesiana: 32 estudiantes de entre 17 y 23 años.

El muestreo fue probabilístico estratificado, con el propósito de representar a cada nivel académico de manera proporcional, garantizando la diversidad de edades.

Procesamiento de Datos

Los datos obtenidos en las evaluaciones fueron analizados utilizando el software SPSS, empleando estadísticas descriptivas y pruebas de comparación de medias para determinar diferencias significativas entre los grupos. Además, se desglosaron los resultados por pregunta, permitiendo un análisis detallado del impacto de la RA en áreas específicas del aprendizaje.

Validación de Herramientas

La validez del contenido de la aplicación fue revisada por expertos, asegurando la precisión de los componentes visualizados y su alineación con los objetivos pedagógicos. Esta combinación metodológica permitió evaluar la efectividad de la RA en distintos contextos educativos.

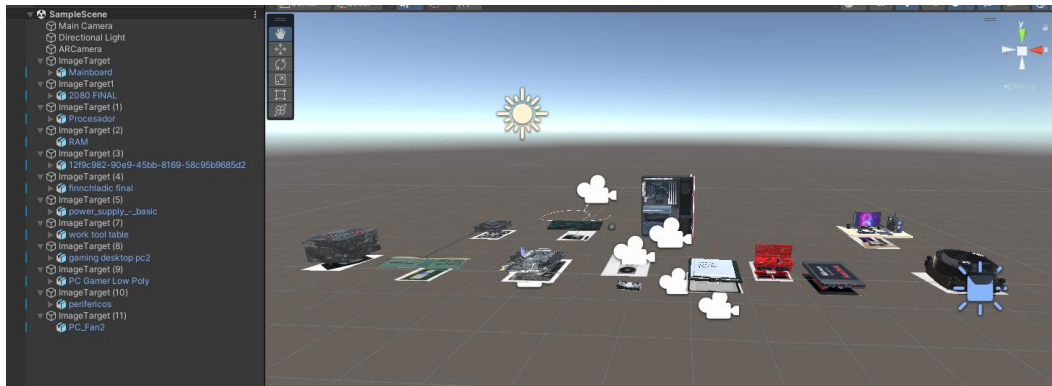
Resultados y Discusión

Para el desarrollo de la aplicación de RA se utilizaron la aplicación programando con imágenes en 3D que no tengan copyright, se procedió a realizar la respectiva integración de Unity y Vuforia para su posterior activación con los códigos QR para hacer efectivo el uso de la aplicación RA.

En la figura 2 se visualizan los elementos que se utilizaron de las partes del computador en el entorno de Unity.

Figura 2

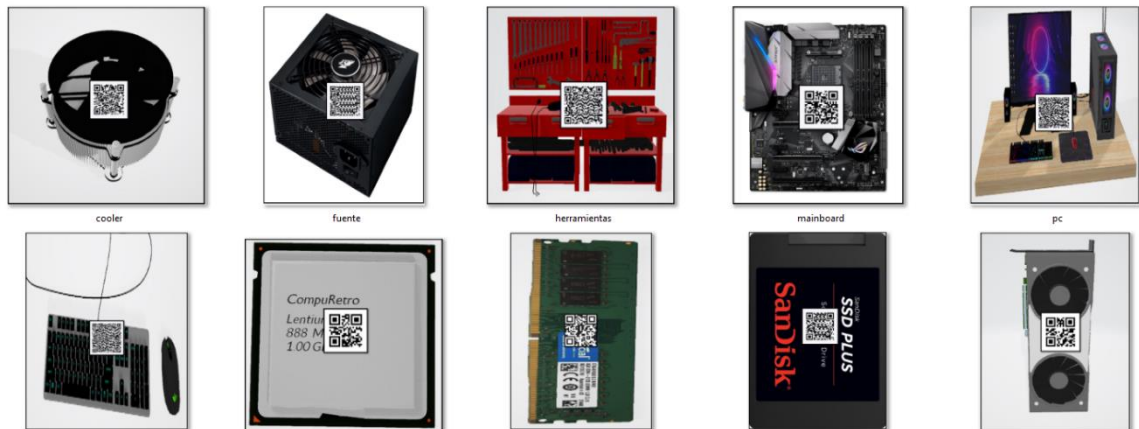
Entorno de Unity, partes de computadora.



Para poder visualizar cada uno de los elementos del computador se usó como activador un código QR, en la figura 3 se pueden visualizar integrados a la imagen del componente al que corresponde.

Figura 3

Imágenes y Códigos QR



La integración de los elementos se realizó en la aplicación Ensamblaje de PC la cual fue instalada en un dispositivo móvil o Tablet lo que permitió la interacción entre los elementos del componente hasta el ensamblaje de PC.

Cada estudio de caso fue implementado en diferentes niveles académicos razón por la cual la edad de los estudiantes presenta variación, el caso 1 participaron 37 estudiantes de entre 14 y 15 años, el caso 2 participaron 30 estudiantes entre los 15 y 17 y por último el caso 3 constituido por 32 estudiantes entre 17 y 23 años.

En la enseñanza tradicional se les instruyó y explicó cada uno de los componentes para el ensamblaje de una computadora a través de presentaciones de PowerPoint (ver figura 4), mientras que al otro grupo se complementó la enseñanza tradicional con la aplicación de RA, todos los estudiantes interactuaron con los elementos y lograron visualizarlos en las 3 dimensiones, en la figura 5 se observa la enseñanza por medio de la aplicación de QR.

Figura 4

Enseñanza tradicional



Figura 5

Enseñanza con RA



Posterior a la enseñanza se llevó a cabo una evaluación de 10 preguntas de opciones múltiples que consistía en reconocer los elementos que se utilizan para el ensamblaje del computador, en la figura 6 se visualizan a los estudiantes del grupo 1 que utilizaron la enseñanza

tradicional haciendo el llenado de la evaluación, en la figura 7 se muestran los estudiantes del grupo 2 que aprendieron mediante la enseñanza con RA.

Figura 6

Evaluación enseñanza tradicional



Figura 7

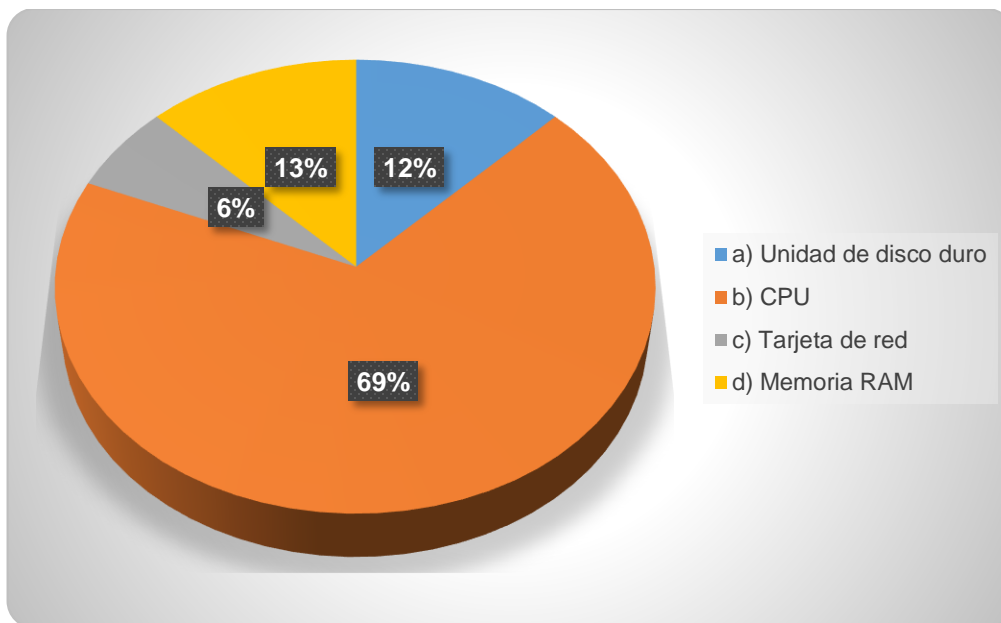
Evaluación enseñanza con RA



Una vez finalizada esta fase, se procedió a revisar los resultados de la evaluación. En la figura 8 y 9 se visualizan los resultados obtenidos del caso 1 de la pregunta N°6 *Seleccione cual es el nombre del componente que se visualiza en la imagen y sirve para ejecutar las instrucciones de los programas de software*, en la enseñanza tradicional (figura 8) el 69% respondió correctamente indicando que es la Unidad Central de Procesamiento (CPU); el 13% respondió que es la memoria RAM; el 12% Unidad de disco duro y el 6% la tarjeta de Red.

Figura 8

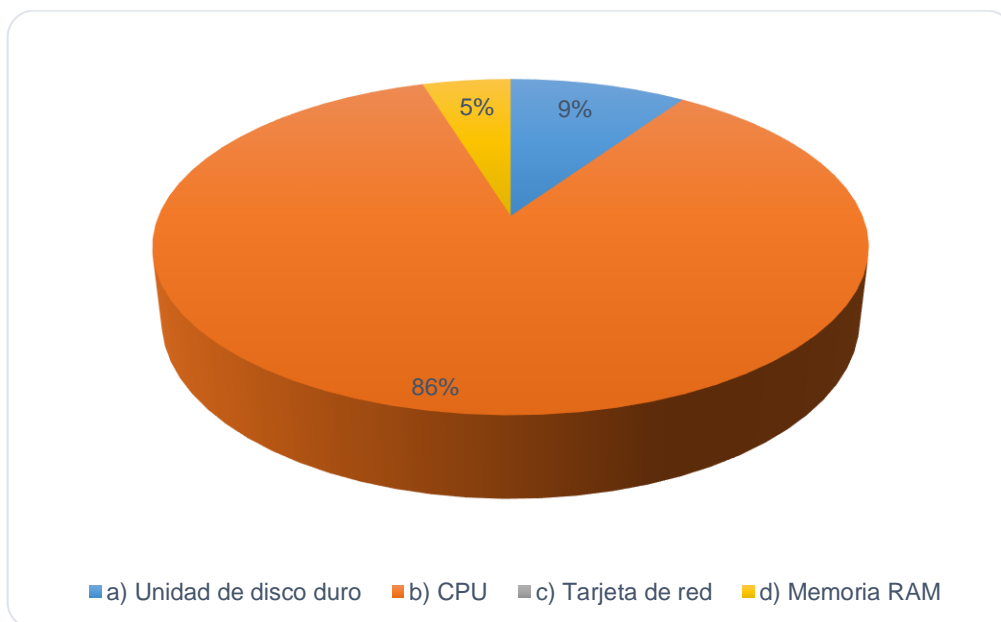
Resultado de la pregunta 6 – Enseñanza tradicional



Mientras que en la enseñanza con RA el 86% respondió correctamente indicando que es el CPU, el 9% la unidad de disco duro y el 5% restante la memoria RAM, (figura 9).

Figura 9

Resultado de la pregunta 6 – Enseñanza con RA



Para lograr un mayor detalle de la diferencia de los resultados obtenidos de cada estudio de caso se procedió a elaborar una tabla en la que se detalla el porcentaje de respuestas correctas en cada uno de los grupos. En la tabla 1 se visualizan en porcentaje los resultados del caso 1, obteniendo como resultado que de las 10 preguntas en 3 de ellas (1°, 6° y 10°), se obtuvo un mejor puntaje por parte del Grupo 1 de la enseñanza tradicional y en las 7 preguntas restantes el Grupo 2 obtuvo una mejor puntuación.

Tabla 1

Resultado de la evaluación - Estudio de caso 1 en porcentajes

N° de preguntas	Porcentaje		
	Enseñanza tradicional (Grupo 1)	Enseñanza con RA (Grupo 2)	Diferencia
Pregunta 1	88%	86%	-2%
Pregunta 2	50%	57%	7%
Pregunta 3	50%	62%	12%
Pregunta 4	94%	100%	6%
Pregunta 5	63%	47%	-16%
Pregunta 6	69%	86%	17%
Pregunta 7	63%	90%	27%
Pregunta 8	56%	67%	11%
Pregunta 9	50%	62%	12%
Pregunta 10	94%	86%	-12%

En el estudio del caso 2, implementado a 30 estudiantes de segundo de bachillerato el 100% de ellos obtuvieron una mejor puntuación en relación al grupo 1 de enseñanza tradicional, tal como se observa en la tabla 2.

Tabla 2

Resultados de la evaluación – Estudio de caso 2 en porcentajes

N° de preguntas	Porcentaje		
	Enseñanza tradicional (Grupo 1)	Enseñanza con RA (Grupo 2)	Diferencia
Pregunta 1	47%	100%	53%
Pregunta 2	67%	73%	6%
Pregunta 3	53%	93%	40%
Pregunta 4	93%	100%	7%
Pregunta 5	40%	93%	53%
Pregunta 6	47%	87%	40%
Pregunta 7	93%	100%	7%
Pregunta 8	80%	100%	20%

N° de preguntas	Porcentaje		Diferencia
	Enseñanza tradicional (Grupo 1)	Enseñanza con RA (Grupo 2)	
Pregunta 9	60%	100%	40%
Pregunta 10	27%	100%	73%

El estudio del caso 3 aplicado a 32 estudiantes de ingeniería de las 10 preguntas 7 de ellas obtuvieron un mejor puntaje con enseñanza de RA, en otra obtuvieron una puntuación igual mientras que en los dos restantes la enseñanza tradicional obtuvo una mejor puntuación, tal como se visualiza en la tabla 3.

Tabla 3

Resultados de la evaluación – Estudio de caso 3 en porcentajes

N° de preguntas	Porcentaje		Diferencia
	Enseñanza tradicional (Grupo 1)	Enseñanza con RA (Grupo 2)	
Pregunta 1	88%	87%	-1%
Pregunta 2	100%	100%	0%
Pregunta 3	94%	100%	6%
Pregunta 4	94%	93%	-1%
Pregunta 5	82%	100%	18%
Pregunta 6	76%	87%	11%
Pregunta 7	88%	100%	12%
Pregunta 8	88%	100%	11%
Pregunta 9	76%	93%	17%
Pregunta 10	94%	100%	6%

Conclusiones

La implementación de la RA en la enseñanza del ensamblaje de computadoras demostró ser más efectiva que la enseñanza tradicional. Los resultados indican que la implementación de la RA en la enseñanza del ensamblaje de computadoras ha demostrado ser significativamente efectiva en los estudios de caso analizados. En el estudio de caso 1 y 3, un 70% de los estudiantes que utilizaron RA lograron respuestas correctas, mientras que en el estudio de caso 2, el 100% de los estudiantes que aprendieron con RA respondieron correctamente. Esto sugiere que la RA puede mejorar notablemente la comprensión y la retención de conocimientos en comparación con métodos de enseñanza tradicionales, con el presente trabajo no se pretende reemplazar la enseñanza tradicional sino complementarla.

Además, los estudiantes se motivan y se entusiasman al aprender con este tipo de tecnologías debido a la naturaleza inmersiva y visualmente atractiva de la RA. Esta tecnología no

solo optimiza los resultados académicos, sino que también enriquece profundamente la experiencia educativa, impulsando un mayor compromiso y participación por parte de los estudiantes.

En muchas ocasiones, implementar el uso de RA en un plantel educativo puede generar costos elevados. Sin embargo, en el caso de la aplicación propuesta solo se necesita un dispositivo móvil o Tablet y un objeto creado para el efecto con los códigos QR para implementarla en las aulas.

El sistema educativo en Ecuador enfrenta diversos retos y oportunidades en cuanto al acceso a la educación y la integración tecnológica en la enseñanza universitaria. Es crucial entender estas tendencias y desafíos para crear estrategias de enseñanza-aprendizaje que impulsen la equidad, calidad e innovación en la educación (Cárdenas & Gavilanes, 2024).

Si bien los resultados de este estudio demuestran que la RA es una herramienta efectiva y motivadora para la enseñanza del ensamblaje de computadoras, es importante reconocer algunas limitaciones que pueden influir en la generalización y aplicación de estos hallazgos. En primer lugar, el estudio se centró en tres instituciones educativas específicas, lo que podría no reflejar la diversidad de contextos educativos en otros países. Asimismo, el tamaño de la muestra, aunque suficiente para el diseño cuasiexperimental utilizado, podría ampliarse en futuras investigaciones para obtener conclusiones más representativas.

Además, el estudio se desarrolló en un período relativamente corto, lo que no permite evaluar los efectos a largo plazo de la RA en la retención del conocimiento y el impacto en habilidades prácticas aplicadas fuera del aula. También es importante considerar que, aunque los costos de implementación de la RA se reducen al requerir únicamente dispositivos móviles y códigos QR, la brecha tecnológica existente en algunas instituciones educativas podría limitar su acceso y adopción generalizada.

Con base en estos hallazgos y limitaciones, recomendamos varias acciones concretas. En primer lugar, sería valioso replicar este estudio en instituciones educativas con diferentes niveles de acceso tecnológico y contextos socioeconómicos, incluyendo áreas rurales. También se sugiere realizar investigaciones longitudinales que analicen el impacto sostenido de la RA en el aprendizaje y habilidades prácticas a lo largo del tiempo. Por otra parte, es fundamental diseñar e implementar programas de capacitación docente que permitan a los profesores integrar eficazmente esta tecnología en sus métodos de enseñanza, maximizando su potencial educativo.

Agradecimiento

Al proyecto de innovación educativa DECOMINDO del grupo GIE IDI de la Universidad Politécnica Salesiana y a la Cátedra UNESCO Tecnologías de Apoyo para la Inclusión educativa por permitir la implementación y evaluación del servidor dentro del espacio colaborativo en el marco del desarrollo de este proyecto.

Referencias bibliográficas

- Aguirre-Herráez, R. G., Guevara-Vizcaíno, C. F., Erazo-Álvarez, J. C., & García-Herrera, D. G. (2020). Realidad aumentada y educación en el Ecuador. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(5), 415-438. <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v5i5.1052>
- Arcos-Naranjo, G. A., Vivanco-Garzón, M. S., & Fernández-Villacrés, G. E. (2023). Realidad aumentada como estrategia promocional de los productores de muebles de Huambalo-Ecuador. *REVISTA DE INVESTIGACIÓN SIGMA*, 10(01). <https://doi.org/10.24133/ris.v10i01.2921>
- Berrios Zepeda, R. A. (2020). Realidad aumentada: Uso estratégico en Comercialización y Educación. *Redmarka. Revista de Marketing Aplicado*, 24(2), 217-237. <https://doi.org/10.17979/redma.2020.24.2.7120>
- Bezares Molina, F. G., Toledo Toledo, G., Aguilar Acevedo, F., & Martínez Mendoza, E. (2020). Aplicación de realidad aumentada centrada en el niño como recurso en un ambiente virtual de aprendizaje. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 12(1), 88-105. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v12n1.1820>
- Calle-Suárez, C. A., & del Rocío Quichimbo-Rosas, A. (2021). Presencia de metodologías tradicionales en la educación del Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 7(4), 1205-1215. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i4.2164>
- Calvopiña, F. E., Almachi, J. E. P., & Cárdenas, L. A. V. (2021). Entorno Virtual de Aprendizaje para el Ensamblaje de Computadoras. *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones*, 5(2), 25-43. <https://doi.org/10.33936/isrtic.v5i2.3938> |
- Cárdenas, R. A., & Gavilanes, W. L. (2024). La realidad aumentada como estrategia de enseñanza de motores de combustión interna en un contexto universitario. *Maestro y Sociedad*, 21(2), 704-714. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/44047>
- Cárdenas, H. A., Mesa, F. Y., & Suarez, M. J. (2018). Realidad aumentada (RA): aplicaciones y desafíos para su uso en el aula de clase. *Educación y ciudad*, (35), 137-148. <https://doi.org/10.36737/01230425.v0.n35.2018.1969>
- Concepcion Patiño, D. H., Muñoz, L., Villarreal, V., & Núñez, I. (2024). Diseñando una Aplicación Móvil de Realidad Aumentada para la Evaluación del Proceso Enseñanza-Aprendizaje en Niños con Trastorno del Espectro Autista. *EDUCA. Revista Internacional Para La Calidad Educativa*, 4(2), 190–216. <https://doi.org/10.55040/educa.v4i2.97>
- Dorta Pina, D., & Barrientos Núñez, I. (2021). La realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza superior. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(4), 146-164. <https://bit.ly/49khZcE>
- Fernández, V. D., Gómez, T. F., Sánchez, F. J. M., & Vazquez, L. I. V. (2023). Realidad aumentada como herramienta de aprendizaje. *South Florida Journal of Development*, 4(3), 1231-1246. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n3-016>
- García-Chontal, J., Murillo-Faustino, A., & Pérez-Vertel, R. (2023). Simuladores ensamble y Packet Tracer y el rendimiento académico en estudiantes de educación media técnica. *Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, 6(11), 63-78. <https://doi.org/10.35381/e.k.v6i11.2404>
- Gavilima Cadena, E. J. (2024). Desarrollo de una aplicación móvil con las herramientas Unity y Vuforia para el ensamblaje de equipos de cómputo aplicando la Realidad Aumentada (Bachelor's thesis). <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15664>

- Guadamuz-Villalobos, J. (2021). Uso de realidad aumentada en el diseño de recursos para la animación lectora. *Bibliotecas*, 39(1), 1-25. <https://doi.org/10.15359/rb.39-1.4>
- León-Velarde, C. G., Montenegro, P. R. A., Andrade, M. G. N., Romero, G. P. M., & Infantas, M. L. V. (2024). Realidad aumentada como herramienta motivadora en estudiantes de ingeniería de sistemas en una universidad pública. *Aula Virtual*, 5(12), 423-445. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11504361>
- López Pulido, C. A., González Rodríguez, L. A., Camelo Quintero, Y. A., & Hormechea Jiménez, K. D. C. (2019). Uso de la Realidad Aumentada como Estrategia de Aprendizaje para la Enseñanza de las Ciencias Naturales. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/14569>
- Luna, K., & Naranjo, B. (2024). Implementación de la realidad aumentada en el aprendizaje de la asignatura Arquitectura del computador. TIC para la inclusión e innovación educativa. <https://doi.org/10.17163/abyaups.82.616>
- Marín-Díaz, V., & Sampedro-Requena, B. E. (2020). La Realidad Aumentada en Educación Primaria desde la visión de los estudiantes. *ALTERIDAD. Revista de Educación*, 15(1), 61-73. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.05>
- Martin, F., Zhuang, M., & Schaefer, D. (2023). Systematic review of research on artificial intelligence in K-12 education (2017–2022). *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100195. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100195>
- Martínez, S., Robles, B. F., & Osuna, J. B. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19. <https://bit.ly/3OJDCcQ>
- Matías Olabe, J. C., Mendoza Vivanco, E. D., Robles Romero, E. O., & Loaiza Sanchez, G. M. (2023). Realidad Aumentada para Fortalecer el Aprendizaje en la Asignatura de Ciencias Naturales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 7884-7909. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8371
- Mendoza, I. C., & Arias, N. A. (2019). Realidad Aumentada en Entornos Educativos. *Tecnología Investigación y Academia*, 7(2), 5-11. <https://bit.ly/4fXUvNc>
- Menjura Sánchez, L. I., & Castro Bonilla, J. V. (2023). Implementación de la Realidad Aumentada como Estrategia Didáctica en el Proceso de Aprendizaje de Estudiantes con Necesidades Educativas Especiales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 5430-5443. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7358
- Miranda-García, B., Martínez-García, L., & Ojeda-Misses, M. A. (2024). Aplicación móvil con realidad aumentada para la visualización de prendas infantiles en 3D. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 12(Especial), 61-67. <https://doi.org/10.29057/icbi.v12iEspecial.12164>
- Montenegro-Rueda, M., & Fernández-Cerero, J. (2022). Realidad aumentada en la educación superior posibilidades y desafíos. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 95-114. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.858>
- Moreno Olivos, T. (2016). Evaluación del aprendizaje y para el aprendizaje: reinventar la evaluación en el aula. *Universidad Autónoma Metropolitana*. <https://hdl.handle.net/20.500.12799/5958>
- Naranjo Sánchez, B., Betancourt Rodríguez, I. G., Garcés Salazar, K., Murillo Ramos, J. E., González Parrales, C. J., Montesdeoca Soriano, J., ... & Carvajal Peñaherrera, H. L. (2024a). TIC para la inclusión e innovación educativa. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29220>

- Naranjo Sánchez, B., Flores Manzano, B. X., Huacón Morales, J. M., Pacheco Pozo, C. A., Chipre Terán, E. E., & Jijón Alarcón, R. A. (2024b). Inteligencia artificial y sistemas al servicio de la sociedad. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29062>
- Núñez, J., Krynski, L., & Otero, P. (2024). El metaverso en el mundo de la salud: el futuro presente. Desafíos y oportunidades. *Archivos argentinos de pediatría*, 122(1), 12-12. <https://dx.doi.org/10.5546/aap.2022-02942>
- Observatorio de Innovación Educativa. (2017). Realidad Aumentada y Realidad Virtual. Monterrey. <https://bit.ly/3BffLPo>
- Pimentel Elbert, M. J., Zambrano Mendoza, B. M., Mazzini Aguirre, K. A., & Villamar Cárdenas, M. A. (2023). Realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida en la educación. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 7(2), 74-88. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.74-88](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.74-88)
- Quezada, S. R., Rivera, L. A., Loján, E. L., & Loja, N. M. (2021). Análisis de las características de la Realidad Aumentada aplicada a la educación. *HAMUT'AY*, 7(3), 75-85. <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i3.2202>
- Riascos Ibujes, L. F. (2024). Desarrollo de una aplicación móvil con realidad aumentada como apoyo a la difusión de platos típicos de la provincia de Imbabura (Bachelor's thesis). <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15668>
- Siles Denis, R, Fernández Blanco, L., & Pérez Reyes, P. (2019). Procedimientos informáticos para manipular hardware: un acercamiento a las invariantes estructurales de la habilidad. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(4), 276-286. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Vázquez-Cano, E., Gómez-Galán, J., Burgos-Videla, C. G., & López-Meneses, E. (2020). Realidad aumentada (RA) y procesos didácticos en la universidad: estudio descriptivo de nuevas aplicaciones para el desarrollo de competencias digitales. *Psychology, Society & Education*, 12(3), 275–290. <https://doi.org/10.25115/psye.v12i3.2826>
- Zaragoza, R., & Cuevas, A. L. (2020). Realidad aumentada en la enseñanza. *Revista digital universitaria*, 21(6). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2020.21.6.9>