



Temática: Tendencias actuales de la didáctica de las ciencias informáticas y afines

La realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza superior

Augmented reality technology as a didactic resource in higher education

Duniesky Dorta Pina ¹, Ivette Barrientos Núñez ^{2*}

¹ Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez. Carretera a Morón Km 9 ½ Ciego de Ávila. dunieskydp@unica.cu

² Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez. Carretera a Morón Km 9 ½ Ciego de Ávila. ivette@unica.cu

* Autor para correspondencia: ivette@unica.cu

Resumen

La motivación de los estudiantes es un componente esencial en el buen desempeño de los mismos y en la asimilación de los contenidos de las diversas disciplinas que reciben durante su carrera. Los profesores, en busca de despertar el interés de los estudiantes y como parte de su trabajo metodológico, buscan constantemente nuevos recursos didácticos que enriquezcan la experiencia de enseñanza-aprendizaje. La Realidad Aumentada, como recurso didáctico, ha contribuido a despertar verdadero interés entre los estudiantes. Esta afirmación ha sido corroborada por diferentes estudios internacionales que muestran altos niveles de satisfacción cuando el alumnado utiliza esta tecnología y el aumento significativo de los niveles de motivación cuando los estudiantes están inmersos en acciones formativas con esta tecnología. Junto a la motivación, se ha evidenciado que el uso de la Realidad Aumentada potencia escenarios formativos más motivadores, colaborativos e interactivos y ayuda a una educación más abierta y creativa. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue elevar la motivación de los estudiantes, así como la formación de habilidades en la asignatura Arquitectura de Computadoras de la carrera de Ingeniería Informática a través una herramienta didáctica que hizo uso de la Realidad Aumentada. Dicha herramienta fue aplicada al 2do año de la carrera mencionada y luego de un estudio comparativo de los resultados obtenidos por los estudiantes durante 3 cursos, incluyendo el actual, se evidenciaron aumentos de la motivación y de la apropiación de habilidades, expresados en las evaluaciones de desempeño obtenidas.

Palabras clave: educación tecnológica, realidad aumentada, recursos didácticos, innovación universitaria, educación superior, motivación



Abstract

The motivation of the students is an essential component in their good performance and in the assimilation of the contents of the various disciplines they receive during their career. Teachers, in search of arousing the interest of students and as part of their methodological work, constantly seek new teaching resources that enrich the teaching-learning experience. Augmented Reality, as a teaching resource, has contributed to arouse true interest among students. This statement has been corroborated by different international studies that show high levels of satisfaction when students use this technology and a significant increase in motivation levels when students are immersed in training activities with this technology. Together with motivation, it has been shown that the use of Augmented Reality enhances more motivational, collaborative and interactive training scenarios and helps a more open and creative education. Therefore, the objective of this research was to raise the motivation of the students, as well as the formation of competencies in the Computer Architecture course of the Computer Engineering degree through a didactic tool that made use of the Augmented Reality. This tool was applied to the 2nd year of the aforementioned career and after a comparative study of the results obtained by the students during 3 courses, including the current one, there were evidenced increases in motivation and appropriation of skills, expressed in the performance evaluations obtained.

Keywords: *technological education, augmented reality, teaching resources, university innovation, higher education, motivation*

Introducción

La presencia de los medios didácticos en la enseñanza universitaria es una realidad impuesta por la práctica y por una cultura dominante, basada en la presencia continua de la imagen que nos impone modos de actuación y, en muchas ocasiones, de expresión. Todos hemos utilizado la imagen de un vídeo, de una pantalla de una computadora, unas diapositivas o la inmensidad de una pizarra como complemento, refuerzo o apoyo de nuestras explicaciones.

Una de las tecnologías emergentes más prometedora en educación es la realidad aumentada (RA), considerada como una diversificación de entornos virtuales que incorpora objetos virtuales al mundo real (Azuma, 1997) y puede ser pensada como un intermedio entre un entorno virtual y la telepresencia completamente real (Sato et al., 2015). La RA permite el enriquecimiento de la realidad a través de la superposición de metadatos en formatos tales como texto, imagen, video y otros como coordenadas geográficas, que pueden ser visualizados a través de dispositivos de uso generalizado como celulares, tabletas y computadores) (Johnson et al., 2016). Esta tecnología está dando frutos de su



aplicación en entornos productivos e industriales. Ha demostrado ser una técnica muy eficaz como herramienta para la transferencia de conocimiento procedural. Esto la convierte en un apoyo invaluable para procesos de entrenamiento para la reparación o mantenimiento procesos los cuales no distan demasiado de los procesos clásicos de formación universitaria.

Varios autores han investigado las bondades de usar esta tecnología en la educación como recurso didáctico (Chang et al., 2013), (Cuendet et al., 2013), (Barroso Osuna & Gallego Pérez, 2016), (Cabero Almenara & Jiménez García, 2016), (Cabero-Almenara & Roig-Vila, 2019), (Thomas et al., 2019), (Holland et al., 2020), (Sáez-López et al., 2020), (Ivana Stojšić et al., 2020). El empleo de la RA ha sido útil en la construcción de competencias emergentes sobre utilización de TIC, capacidad de trabajo en equipo, el descubrimiento de nuevos recursos didácticos inmersivos útiles en los escenarios de la Educación Social y el Trabajo Social, desconocidos por la mayoría del estudiantado, lo cual puede ayudar al desarrollo de nuevos procesos formativos desde una perspectiva indagadora, constructivista y ubicua.

El uso de RA ha mostrado aportes, especialmente, en la comprensión y el desarrollo de capacidad espacial. La inteligencia espacial abarca conceptos de la percepción espacial, visualización espacial, rotaciones mentales, relaciones espaciales y la orientación espacial, todas características también del ámbito de la geometría, campo educativo que se encarga de mejorar estas habilidades espaciales. De esta forma, la posibilidad de explorar los contenidos desde diferentes perspectivas espaciales y al propio ritmo de aprendizaje son clave en el éxito potencial de usar RA para la enseñanza universitaria (Merino et al., 2015). La asignatura Arquitectura de Computadoras pertenece al Plan D de la carrera Ingeniería Informática con un fondo de tiempo de 80 horas y organizada en 3 Temas. Se imparte en el segundo semestre de segundo año. Igualmente, en el Plan E para dicha carrera se mantiene la misma asignatura, pero se planifica para el primer semestre del segundo año con 70 horas clase. Para lograr cumplir con la formación de las habilidades correspondientes a esta asignatura, así como satisfacer los objetivos de la misma es necesario enfrentarse a la falta de atención de los estudiantes, la dificultad de recordar los contenidos impartidos, un lento ritmo de aprendizaje, unido a estrategias de estudio erróneas y una baja capacidad de experimentar de forma práctica lo aprendido de forma teórica. Si a esto agregamos las características de los estudiantes actuales con tendencias al desinterés, apatía y falta de concentración se hace imprescindible el aprovechamiento de los beneficios derivados de la informatización.



Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo elevar la motivación de los estudiantes, así como la formación de habilidades en la asignatura Arquitectura de Computadoras de la carrera de Ingeniería Informática a través una herramienta didáctica que haga uso de la Realidad Aumentada.

Materiales y métodos o Metodología computacional

Según (Álvarez de Zayas, 2004) “El medio de enseñanza es el componente operacional del proceso docente - educativo que manifiesta el modo de expresarse el método a través de distintos tipos de objetos materiales: la palabra de los sujetos que participan en el proceso, el pizarrón, el retroproyector, otros medios audiovisuales, el equipamiento de laboratorios, etcétera”

Según (Gutiérrez Moreno, 2001) los medios: “Son todos aquellos elementos que le sirven de soporte material a los métodos para posibilitar el logro de los objetivos planteados.”

En las definiciones vistas se evidencia que el medio es la forma mediante la cual se manifiesta el método, o sea, a través de él se pone en práctica el método. Para esta investigación nos apoyaremos en el concepto expresado por (Gutiérrez Moreno, 2001), añadiendo además que el medio se utilizará para propiciar o incrementar la motivación del estudiante favoreciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este propio autor plantea que con el empleo de los medios se logra:

- Reducir el tiempo dedicado al aprendizaje, ya que objetivizan con su presencia la cualidad esencial de un objeto en menor tiempo que si lo describimos oralmente.
- Aprovechar en mayor grado las potencialidades de los órganos de los sentidos, por lo que debe emplearse el mayor número de analizadores posibles en la enseñanza. El hombre aprende, 1% mediante el gusto, 1,5 % mediante el tacto, 3,5 % mediante el olfato, 11 % mediante el oído y 83 % mediante la vista.
- Mayor permanencia de los conocimientos en la memoria (mayor retención de conocimiento). Por ejemplo, si se utiliza el medio oral, a las 3 horas se retiene el 70% del contenido y al cabo de 3 días el 10%; si se utiliza el visual se retiene el 72% y el 20% respectivamente, pero si se usan ambos medios de forma conjunta se logran niveles de retención del 85% y el 65% respectivamente.



- Transmitir mayor cantidad de información en menor tiempo. Eleva el éxito del aprendizaje.
- Motivar el aprendizaje y estimular psíquicamente si se usan adecuadamente.
- Activar las funciones intelectuales.
- Propiciar la unidad de lo instructivo, lo educativo y lo desarrollador, pues no solo influyen en la asimilación de conocimientos y el desarrollo de hábitos y habilidades (instrucción), sino que estimulan la formación de convicciones políticas, ideológicas, morales y normas de conducta (educativo).

En el caso de las funciones pedagógicas de los medios se puede decir que se encuentran las siguientes:

- Motivacional
- Orientadora
- Favorecer la actividad cognoscitiva
- Permitir el control
- Relacionar la teoría con la práctica
- Educativa
- Activar la enseñanza.

Para la utilización correcta de los medios, con los fines vistos anteriormente, es necesario un profesor innovador, creativo y consciente del encargo social que tiene al formar a los futuros profesionales. Además, a través del medio y con la correcta actitud del profesor, se puede trabajar en la formación integral del estudiante.

En el caso concreto de la RA las lecciones extraídas de su aplicación educativa indican que las mejores prácticas responden a un enfoque pedagógico de legado constructivista, orientado al aprendizaje activo (“learning by doing”), puesto que los alumnos son quienes deciden cómo combinar la información aumentada o cómo interactuar con la simulación virtual. La relación del estudiante con el objeto de aprendizaje no está basada, por tanto, sólo en la consulta de un contenido intelectual, sino que implica una experiencia de inmersión en el entorno de aprendizaje.

Beneficios de la RA en el proceso docente-educativo

En cuanto a la Atención se puede decir que la riqueza sensorial de la RA y su capacidad para generar respuesta inmediata a la acción del sujeto o la naturaleza inmersiva tienen como efecto natural el refuerzo de la atención de

quien utiliza estas tecnologías. Con relación a la Memoria, a corto plazo, con el uso de la RA la memoria recibe el sello de los contenidos de información que están situados en el contexto en el que la persona interactúa. A largo plazo, mejora la capacidad del sujeto para recuperar una experiencia “vivida” y no solo aprendida de manera instrumental. En lo referente al Ritmo Eficiente de Aprendizaje, abrevian el tiempo de adquisición de ciertas habilidades, especialmente de aquellas procedimentales en las que la manipulación de entidades digitales dentro de una experiencia de realidad virtual o la interacción con un entorno real enriquecido con RA permite acelerar la práctica de esas operaciones (Redondo Domínguez et al., 2012).

Escenario de la investigación

La asignatura Arquitectura de Computadoras se imparte en la carrera de Ingeniería Informática, en el segundo año, segundo semestre, tanto en el Plan D como en el E. Para este estudio se utilizó la correspondiente al Plan D con un fondo de tiempo de 80 horas distribuidos en tres temas de la siguiente manera:

Tabla 1: Distribución de temas, objetivos y sistema de contenidos de la asignatura Arquitectura de Computadoras Plan D y E

Tema	Objetivo	Contenidos	Habilidades
Tema 1: Circuitos Lógicos	Utilizar los diferentes sistemas numéricos y las conversiones entre ellos, así como tener conocimientos básicos de los diferentes tipos de circuitos lógicos a través del estudio de los mismos para lograr una mayor comprensión del funcionamiento de la PC.	Sistemas numéricos. Conversores.	Manipular los diferentes sistemas numéricos más utilizados en los procesadores.
		Representación de datos en memoria.	Diseñar e identificar los diferentes tipos de circuitos lógicos.
		Características y diseño de Codificadores y decodificadores.	
		Características y diseño de Conversores de códigos.	
		Características y diseño de Contadores.	
		Registros de desplazamiento.	
Características y diseño de Biestables.			
Tema 2: Arquitectura de los computadores modernos	Describir las principales características de las computadoras actuales, sus componentes e interrelación a través del	Arquitectura de los computadores modernos.	Comparar diferentes arquitecturas de computadoras a partir de diferentes parámetros de desempeño.

	estudio de los mismos y el ensamblaje de la PC, para poder evaluar y seleccionar los recursos de hardware a ser utilizados en una aplicación particular.	Componentes de la PC.	Ensamblar los componentes en la PC.
		Microprocesadores. Estructura y funcionamiento.	Seleccionar los recursos de hardware a partir de sus tecnologías, costos y las necesidades.
		Sistema de memorias y buses en la PC. Conceptos básicos.	
		Medios de almacenamiento de información.	
		Periféricos de Entrada y Salida.	
		Ensamblaje de la PC.	
Tema 3: Lenguaje de Bajo Nivel – Ensamblador.	Programar algoritmos de pequeña y mediana complejidad en lenguaje ensamblador demostrando conocimientos de los elementos fundamentales de la arquitectura de computadoras y el funcionamiento de estas, para que puedan ser utilizados en lenguajes de alto nivel y mejorar la eficiencia de estos.	Introducción al lenguaje ensamblador. Importancia y aplicación.	Emplear adecuadamente un lenguaje de programación de bajo nivel cuando sea requerido por una aplicación específica.
		Principales estructuras del lenguaje.	
		Repertorio de instrucciones.	
		Interrupciones del DOS.	
		El Video en la IBM-PC.	
		Programación de aplicaciones en Ensamblador.	
		Funciones en lenguaje de bajo nivel embebidas en lenguajes de alto nivel.	

Los métodos analítico-sintético, inductivo-deductivo y el análisis documental fueron utilizados para analizar distintos documentos bases para la investigación. Fueron examinados los Informes Semestrales correspondientes a los cursos 2019-2020 y 2018-2019 y 2017-2018 comprobándose que las deficiencias detectadas se repetían y eso incidía directamente en la calidad y la eficiencia de los grupos. Además, se analizó la caracterización de cada brigada realizada por el Colectivo Pedagógico de Año para determinar las características comunes y distintivas de los grupos en cuestión. Luego de estos análisis se determinó que, durante estos años, el colectivo de la asignatura, para lograr cumplir con la formación de las habilidades enumeradas anteriormente, así como satisfacer los objetivos de la asignatura se enfrentó a la falta de atención por parte de los estudiantes, la incapacidad de recordar los contenidos impartidos, un lento ritmo de aprendizaje y una ausente capacidad de experimentar de forma práctica lo aprendido de



forma teórica. Además, las caracterizaciones de las brigadas arrojaban que los estudiantes presentaban tendencias al desinterés, apatía, falta de concentración e inadecuados métodos de estudio.

La situación descrita anteriormente se manifestaba de forma similar en la brigada de 2do año del curso actual, por lo tanto, el colectivo de la asignatura decidió incluir como medio didáctico una herramienta basada en RA para lograr elevar la motivación de los estudiantes y la apropiación de las habilidades, de forma tal que incidiera en la calidad y la eficiencia de la asignatura. Dicho medio se introdujo en el Tema 2 de la asignatura, en el cual los estudiantes deben ser capaces de describir las principales características de las computadoras actuales, sus componentes e interrelación a través del estudio de los mismos y el ensamblaje de la PC, para poder evaluar y seleccionar los recursos de hardware a ser utilizados en una aplicación particular.

Esta decisión se tomó basándonos en los beneficios de la RA en la enseñanza, descrita y referenciada en los epígrafes anteriores, con lo cual se puede decir que con la utilización de la misma se puede mostrar a los estudiantes el funcionamiento real de los dispositivos alejándolos de la abstracción y acercándolos a la práctica. El desarrollo de una aplicación que vincula el hardware real con elementos virtuales permite un avance importante en la comprensión del funcionamiento, el montaje y el mantenimiento. Otros de los beneficios de la aplicación de esta tecnología es que suprime los gastos derivados del mal uso de piezas o equipos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y fomentan el aprendizaje activo y autónomo, ya que brinda partes y piezas que pueden ser utilizadas en cualquier lugar y momento por los estudiantes. La aplicación desarrollada que se introdujo como medio didáctico en la asignatura se basa en marcadores fijados a elementos reales de hardware que permite agregar componentes virtuales e interactuar con ellos como se aprecia en las Figuras 1 y 2.



Figura 1: Motherboard con marcador en el microprocesador

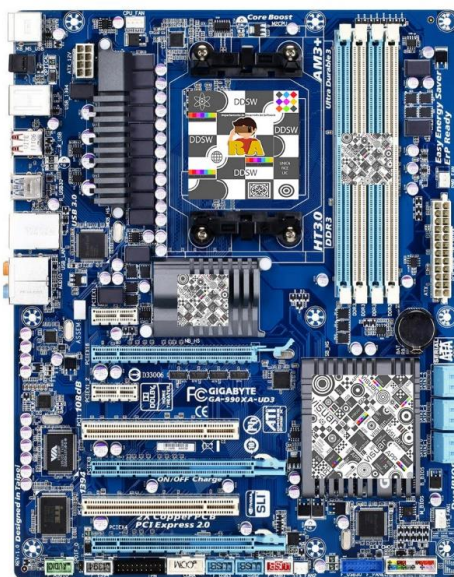


Figura 2: Motherboard para imprimir

También se utilizaron hojas de papel impresas con las partes de la computadora que contenían los marcadores. Sobre los marcadores se insertan los elementos virtuales los cuales contienen información, animaciones e instrucciones de

montaje. En la Figura 3 se puede observar cómo reacciona la aplicación ante el marcador de la motherboard presentada.



Figura 3: Motherboard real con microprocesador virtual



Figura 4: Estudiante manipulando un componente virtual

Además, se utilizó el método encuesta para determinar los criterios de los estudiantes respecto al uso y potencialidades de la RA en su formación, específicamente en la asignatura, así como el impacto que tuvo la herramienta en su formación. Al terminar el tema se les aplicó un cuestionario a los estudiantes del presente curso, los cuales interactuaron con la herramienta. Además, el cuestionario fue aplicado también a los estudiantes de los cursos anteriores analizados luego de un taller (Taller de Tecnologías Emergentes) realizado dentro de la Semana Tecnológica desarrollada en la facultad donde se imparte la carrera. En este taller se les mostró la herramienta y pudieron interactuar con ella. En total fueron encuestados 61 estudiantes distribuidos de la siguiente forma: Curso

2017-2018: 15 estudiantes; Curso 2018-2019: 15 estudiantes; Curso 2019-2020: 10 estudiantes; Curso 2021: 21 estudiantes. Cabe destacar de entre estos estudiantes, de los dos primeros cursos, 16 son angolanos.

Resultados y discusión

Luego de analizadas las respuestas dadas al cuestionario se puede decir que el 88,5% de los encuestados no tenía conocimiento previo del uso de la RA, por lo tanto, la primera vez que la experimentaron en primera persona fue dentro de este estudio.

Respecto a la opinión que les mereció el uso de la RA y su relación con las posibilidades educativas para favorecer el aprendizaje, el 86,8% estuvo de acuerdo en expresar que el uso de la RA ofrece amplias posibilidades para su formación. Si nos basamos en el ámbito educativo, la RA es una gran aliada para crear una interconexión entre lo virtual y la realidad y ayuda al estudiante a reforzar el aprendizaje y acercarse más a los conocimientos. Además, al ser una dinámica diferente a los que los alumnos suelen estar acostumbrados, hace que estos muestren más atención consiguiendo así ampliar sus conocimientos. Este incremento de la atención también ha sido documentado en otros estudios de RA (Redondo Domínguez et al., 2012). En la gráfica de la Figura 5 se puede apreciar el resultado de esta pregunta.

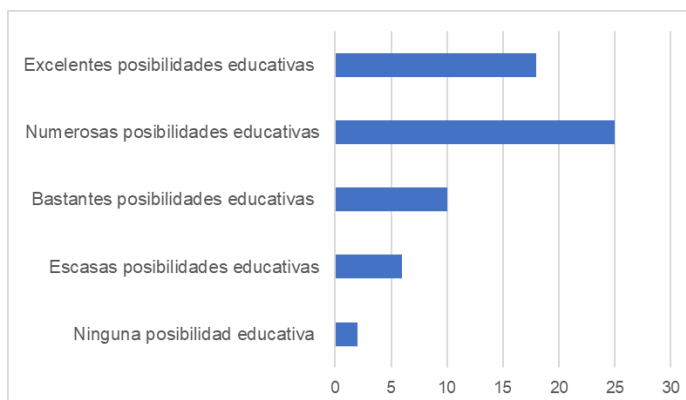


Figura 5: Respuesta a la pregunta “¿Piensas que la RA ofrece posibilidades educativas para favorecer el aprendizaje?”

Por otra parte, los estudiantes consideraron, en un 88,5%, que la Realidad Aumentada ayuda a la creación de escenarios de aprendizaje amplificados, potenciados y enriquecidos argumentando las posibilidades brindadas por la

herramienta en relación con el ensamblaje de computadoras, ya que la falta de material para estos fines afectaba la formación de esta habilidad. En la Figura 6, se muestra una gráfica con el resultado de dicha pregunta.

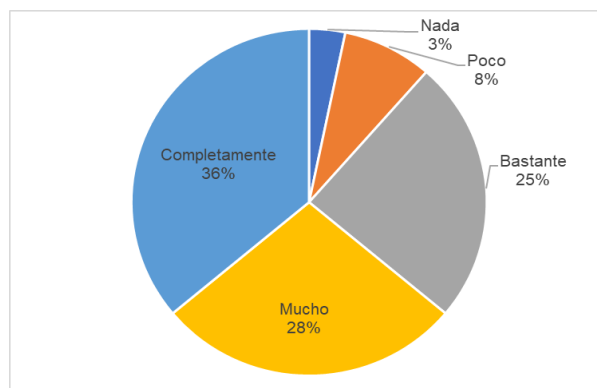


Figura 6: Respuesta a la pregunta: “¿Consideras que la RA ayuda a la creación de escenarios de aprendizaje amplificados, potenciados y enriquecidos?”

Finalmente, se midió el impacto que, a criterio de los estudiantes, tuvo el uso de la RA en la formación de los mismos. En la Figura 7 se puede observar el resultado de esta pregunta, viéndose claramente que cada aspecto alcanza excelentes puntuaciones (118 veces se puntuó “Bastante”, 110 veces “Mucho” y 71 veces “Completamente”).

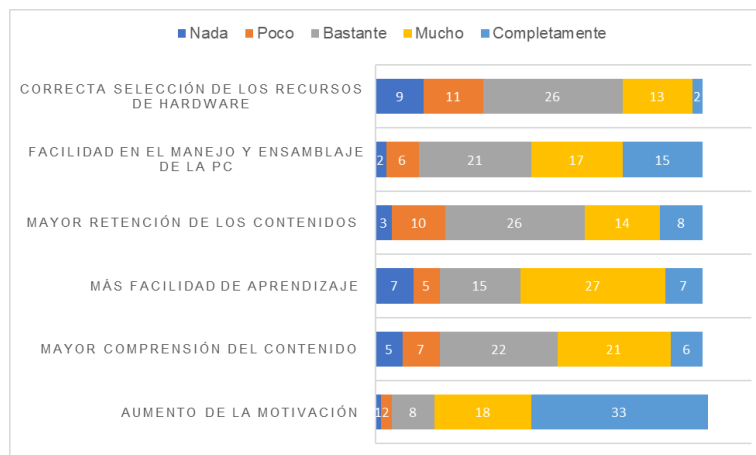


Figura 7: Respuesta a la pregunta: “Puntué los siguientes aspectos relacionados con el uso de la RA en la asignatura Arquitectura de Computadoras y sus repercusiones en su formación”



Es válido destacar que los aspectos evaluados tributan al objetivo que se persiguió en esta investigación y a las habilidades que correspondían al tema donde se introdujo el medio didáctico. Específicamente el último aspecto estaba dirigido a comprobar el cumplimiento del objetivo que perseguíamos, y puede notarse que es el que obtiene la puntuación más elevada de todos los que fueron evaluados.

Los estudiantes consideraron que con el uso de la RA se potencian escenarios formativos más motivadores, colaborativos e interactivos y ayudan a una educación más abierta. Resultados similares han sido mostrados en la formación de los futuros docentes de educación primaria (Cabero Almenara & Jiménez García, 2016). La motivación que produce la RA en los procesos formativos también se ha puesto de relieve en diferentes estudios (Lin et al., 2013), (Cózar Gutiérrez et al., 2015), (Trapero et al., 2020).

Por último, es necesario decir que los resultados de la encuesta no quedaron en la simple apreciación de los estudiantes, sino que además se evidenció la apropiación de las habilidades por parte de los mismos, expresado todo esto en la evaluación del desempeño realizada como parte del Sistema de Evaluación de la asignatura.

Conclusiones

El análisis de la experiencia de aplicar la Realidad Aumentada como recurso didáctico en la asignatura Arquitectura de Computadoras nos permite aseverar como primera conclusión que la utilización de objetos con base en la RA en la Educación Superior, despierta verdadero interés entre los estudiantes. Este punto también ha sido corroborado por diferentes estudios internacionales que muestran altos niveles de satisfacción cuando los estudiantes utiliza esta tecnología y el aumento significativo de los niveles de motivación cuando están inmersos en acciones formativas con RA. Junto a la motivación, se ha evidenciado que el uso de la RA potencia escenarios formativos más motivadores, colaborativos e interactivos y ayuda a una educación más abierta y creativa.

El empleo de la RA ha sido útil en la construcción de habilidades necesarias en la asignatura, capacidad de trabajo en equipo, el descubrimiento de nuevas técnicas para las conexiones y el mantenimiento de los equipos que resultan útiles en los escenarios de formación actual. En este sentido, queremos destacar que las actividades didácticas con base en la RA pueden ser especialmente útiles en estudios que involucren necesidades prácticas como el ensamblaje ya que permite un acceso a contenidos, muchas veces presentados de forma más unidireccional mediante medios



impresos que no incrementan la motivación o requieren un mayor esfuerzo de abstracción entre los estudiantes. Con este recurso, los contenidos se visualizan de una forma más creativa, dinámica y real consiguiendo una didáctica más atractiva, innovadora y motivadora en cualquier nivel educativo.

Por último, creemos que es necesario apropiarnos de estas tecnologías y extender su uso en las aulas; ya que además de servir como nuevos medios para conducir el aprendizaje, suponen la adquisición de habilidades necesarias entre los estudiantes para su correcto y adecuado futuro profesional. En este camino, las universidades deben jugar un nuevo papel como impulsoras de habilidades que el futuro egresado deberá dominar en su desenvolvimiento académico, personal y profesional a lo largo de la vida.

Referencias

Álvarez de Zayas, C. . (2004). *Didáctica General La Escuela en la Vida* (6ta ed.). Kipus.

Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>

Barroso Osuna, J. M., & Gallego Pérez, Ó. M. (2016). Producción de recursos de aprendizaje apoyados en Realidad Aumentada por parte de estudiantes de magisterio. *EDMETIC*, 6(1), 23. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5806>

Cabero-Almenara, J., & Roig-Vila, R. (2019). The Motivation of Technological Scenarios in Augmented Reality (AR): Results of Different Experiments. *Applied Sciences*, 9(14), 2907. <https://doi.org/10.3390/app9142907>

Cabero Almenara, J., & Jiménez García, F. (2016). *Realidad Aumentada. Tecnología para la formación*. Síntesis. <http://www.edutec.es/revista>

Chang, H.-Y., Wu, H.-K., & Hsu, Y.-S. (2013). Integrating a mobile augmented reality activity to contextualize student learning of a socioscientific issue. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), E95–E99. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01379.x>

Cózar Gutiérrez, R., del Valle de Moya Martínez, J. A., Hernández Bravo, J. R., & Bravo, H. (2015). Tecnologías



emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestros. *Digital Education Review*, 27. <http://greav.ub.edu/der>

Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557–569. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.015>

Gutiérrez Moreno, R. B. (2001). *El contenido del Proceso Pedagógico. Su enfoque complejo integral*. IPS Félix Varela.

Holland, J. L., Lee, S., Daouk, M., & Agbaji, D. A. (2020). Higher Education Teaching and Learning With Augmented Reality. In E. Alqurashi (Ed.), *Handbook of Research on Fostering Student Engagement With Instructional Technology in Higher Education* (pp. 229–248). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-0119-1.ch013>

Ivana Stojšić, A., Ivkov-Džigurski, O., Maričić, J., Stanisavljević, J., & Milanković Jovanov, T. V. (2020). Students' Attitudes toward the Application of Mobile Augmented Reality in Higher Education. *Društvena Istraživanja - Časopis Za Opća Društvena Pitanja*, 29(4), 535–554. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=927998>

Johnson, L., S., A. B., Cummins, M., Estrada, V., & Freeman, A. y H. (2016). *C. NMC Informe Horizon 2016 Edición Superior de Educación*.

Lin, T.-J., Duh, H. B.-L., Li, N., Wang, H.-Y., & Tsai, C.-C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, 314–321. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.011>

Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. M., & Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación Química*, 26(2), 94–99. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.04.004>

Redondo Domínguez, E., Sánchez Riera, A., & Moya Sala, J. (2012). La ciudad como aula digital: enseñando urbanismo y arquitectura mediante Mobile Learning y la realidad aumentada: un estudio de viabilidad y de caso. *ACE: Architecture, City and Environment*. <https://doi.org/10.5821/ace.v7i19.2560>



- Sáez-López, J. M., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J. A., & Gómez Carrasco, C. J. (2020). Augmented Reality in Higher Education: An Evaluation Program in Initial Teacher Training. *Education Sciences*, 10(2), 26. <https://doi.org/10.3390/educsci10020026>
- Sato, K., Sakamoto, N., & Shimada, H. (2015). Visualization and Management Platform with Augmented Reality for Wireless Sensor Networks. *Wireless Sensor Network*, 07(01), 1–11. <https://doi.org/10.4236/wsn.2015.71001>
- Thomas, R., Linder, K., Harper, N., Blyth, W., Yee, V., & Bahula, T. (2019). Current and Future Uses of Augmented Reality in Higher Education. *IDEA*.
- Trapero, H., Ebarido, R., Catedrilla, J., Limpin, L., De, J., Leano, C., & Ching, M. (2020). *Using Augmented Reality (AR) in Innovating Pedagogy: Students and Psychologists' Perspectives*.