

LA REALIDAD AUMENTADA, UNA PROPUESTA EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE EQUILIBRIO ESTÁTICO TRIDIMENSIONAL EN INGENIERÍA

M.C. Edgar Alejandro Camacho Medina ecamachom2201@alumno.ipn.mx ^{✉ (1)},
Dra. Leticia Amalia Neira Tovar leticia.neiratv@uanl.edu.mx ⁽²⁾, Dr. Jesús Alberto
Flores Cruz jafloresc@ipn.mx ⁽³⁾, Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz
mramirezd@ipn.mx ⁽³⁾

1. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada unidad Legaria del Instituto Politécnico Nacional (CICATA-IPN), Estudiante.
2. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León (FIME-UANL), Profesor titular de tiempo completo.
3. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada unidad Legaria del Instituto Politécnico Nacional (CICATA-IPN), Profesor titular de tiempo completo.

RESUMEN

La presente investigación tiene la finalidad de presentar una propuesta que integra el uso de la realidad aumentada (RA) con el aprendizaje basado en problemas (ABP) para lograr mejoras en la resolución de problemas relacionados con el equilibrio estático tridimensional en el contexto de la enseñanza de la estática para estudiantes de ingeniería, esto se pretende lograr empleando la tecnología de RA como parte de una secuencia didáctica para poner en marcha una estrategia alternativa a las clases tradicionales de equilibrio de fuerzas en el espacio. Para lograr este objetivo, se formuló la siguiente hipótesis de investigación: el nivel de logro de los estudiantes que utilizan la realidad aumentada y aprendizaje basado en problemas es mayor que el de los grupos correspondientes a ciclos escolares anteriores en los cuales no se aplicó dicha combinación. Para evaluar dicha hipótesis, se diseñarán instrumentos cualitativos tales como exámenes, rúbricas y encuestas, que permitirán medir el nivel de logro de los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Realidad aumentada, estática, ingeniería, aprendizaje basado en problemas, física educativa.

ABSTRACT

This research aims to present a proposal that integrate the use of augmented reality (AR) with problem-based learning (PBL) to achieve improvements in solving problems related to three-dimensional static equilibrium in the context of teaching statics for engineering students, this is intended to be achieved by using AR technology as part of a didactic sequence to implement an alternative strategy to traditional classes of force equilibrium in space. To achieve this objective, the following research hypothesis

was formulated: the level of achievement of students using augmented reality and problem-based learning is higher than that of groups corresponding to previous school cycles in which this combination was not applied. To evaluate this hypothesis, qualitative instruments such as tests, rubrics and surveys will be designed to measure the level of student achievement.

KEYWORDS: Augmented reality, statics, engineering, problem-based learning, physics education.

INTRODUCCIÓN

La realidad aumentada (RA) es una herramienta tecnológica que combina elementos reales y virtuales para crear una percepción integral, la cual nos permite interaccionar con elementos virtuales proyectados en el mundo real por medio de un dispositivo digital, permitiendo al usuario estar en un entorno real aumentado con información adicional generada por el dispositivo en tiempo real, [1]–[4]. A pesar de que esta herramienta apareció desde la década de los noventa, en la actualidad sigue vigente como una tecnología de la información y de la comunicación muy importante, la cual tiene mucho potencial y sigue siendo una disciplina joven y de aplicación en diversas áreas del conocimiento, [3], siendo una de las áreas de implementación de mayor impacto para emplear la RA el campo de la enseñanza de las ciencias ya que esta tecnología posibilita el abordar un gran número de dificultades en el aprendizaje de las ciencias, [5], pero, a pesar de que constituye un cambio de paradigma en el campo de la transmisión gráfica de información y conocimientos, es difícil encontrar hoy en día textos de ingeniería que hayan incorporado esta herramienta, [6]. Sin embargo, ésta investigación se centrará en la utilización de la RA en el ámbito de la física educativa, ya que, para [7] en un futuro, la enseñanza de la física cambiará como se conoce hoy en día, utilizando la RA como una de las principales estrategias didácticas. Según [8] a través de la investigación y la experimentación se han obtenido resultados favorables mediante el uso de la realidad aumentada en el sector educativo ya que su implementación ha dado indicios de formar ambientes educativos más interactivos, productivos y placenteros como nunca antes. Esto representa un apoyo muy importante para la motivación en el aprendizaje, la comprensión y análisis de fenómenos físicos desde una perspectiva tridimensional, la cual normalmente es abordada por los profesores de forma tradicional, donde se utilizan modelos en dos dimensiones para representar los modelos tridimensionales, lo cual requiere de un mayor grado de abstracción para el estudiante. Cabe señalar que el pensar con imágenes juega un papel muy importante en la enseñanza de las ciencias, [9]. Esto nos lleva a abordar el concepto de habilidad espacial, la cual se define como la capacidad para representar las imágenes visuales con precisión, construir representaciones mentales e imaginarias de información visual, comprender y manipular las relaciones entre objetos tridimensionales en el espacio que nos rodea, [10]. La habilidad espacial involucra el procesamiento cognitivo de alguien para presentar y manipular figuras espaciales, relaciones y formaciones de figuras tridimensionales, [11]. Esta habilidad se considera de gran importancia para obtener éxito en la ingeniería y otras áreas afines, [12], pero es preocupante que los alumnos

que ingresan a cursar sus estudios de licenciatura llegan con una habilidad espacial que se puede considerar limitada, [13]. Por otro lado, la investigación de [14] mostró a las tecnologías de realidad virtual y realidad aumentada como herramientas muy útiles para entrenar la habilidad espacial, y [15] encontró que el uso de la realidad aumentada ayuda a gran parte de los estudiantes de ingeniería a tener mayor interés y participación en la resolución de problemas de mecánica y a mejorar sus habilidades para ello. Como una posible solución a esta problemática, se llevará a cabo el diseño y aplicación de una secuencia didáctica, en la cual se consideró la articulación de la tecnología de realidad aumentada y la estrategia de aprendizaje basado en problemas (ABP), mismo que incorpora el aprendizaje colaborativo, esto resulta conveniente ya que de acuerdo a [16], en el ámbito educativo, la realidad aumentada ha mostrado enriquecer las experiencias de aprendizaje, mejorar las habilidades de aprendizaje y el aprendizaje colaborativo. El ABP es un método instruccional en el cual los estudiantes aprenden a través de problemas, esto es, el aprendizaje de los estudiantes se centra en un problema complejo que no tiene una sola respuesta correcta, [17], el ABP es considerado tal vez el método instruccional educativo más innovador de la historia de la educación, [18].

DESAROLLO

Para llevar a cabo este trabajo de investigación, se emplea una metodología cuantitativa, por lo que buscaremos analizar datos que puedan ser contados y medibles. Este tipo de metodología, utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis formuladas previamente, además confía en la medición de variables e instrumentos de investigación, con el uso de la estadística descriptiva e inferencial, en tratamiento estadístico y la prueba de hipótesis; la formulación de hipótesis estadísticas, el diseño formalizado de los tipos de investigación; el muestreo, etc. [19]. Para recopilar los datos mencionados anteriormente, se aplican exámenes diagnósticos, tests, evaluaciones escritas, entrevistas, encuestas y grabaciones, ver figura 1.

Figura 1. Encuesta para monitorear la portabilidad y usabilidad del smartphone.

Se diseña y aplica una secuencia didáctica que emplea la realidad aumentada como herramienta tecnológica integrada a la metodología didáctica del aprendizaje basado en problemas en el contexto de la ingeniería, ver figura 2. Esta se diseña con la herramienta Unity y el motor Vuforia para aplicarse mediante teléfonos inteligentes (smartphones) compatibles con los sistemas operativos Android y iOS.

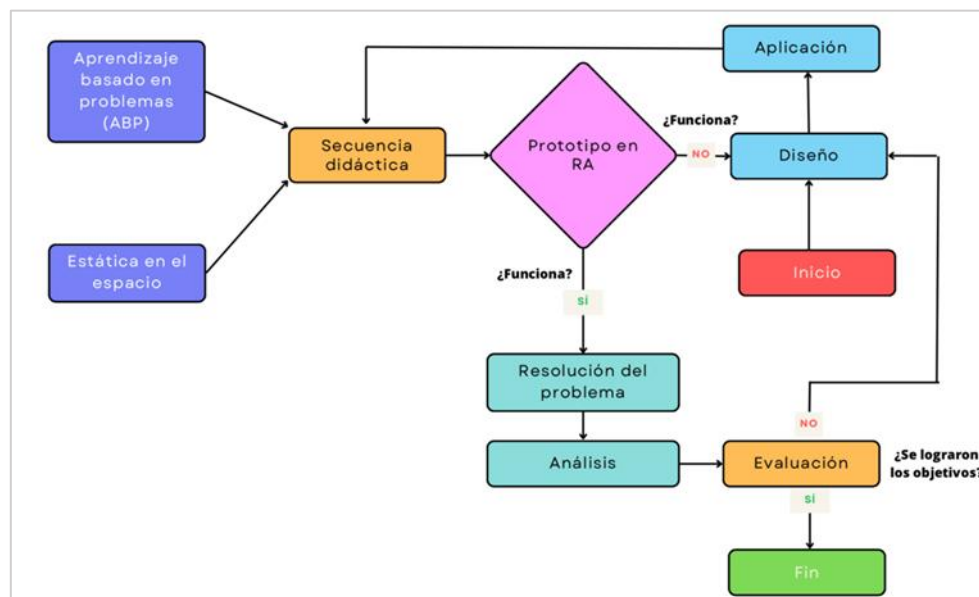


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso.

Para llevar a cabo la estrategia didáctica se presentan ejercicios para la resolución de problemas de equilibrio estático tridimensional de forma tradicional, se entregará a los estudiantes un problemario en el cual se indicarán las instrucciones a seguir, un ejemplo de ello se muestra en la figura 3.

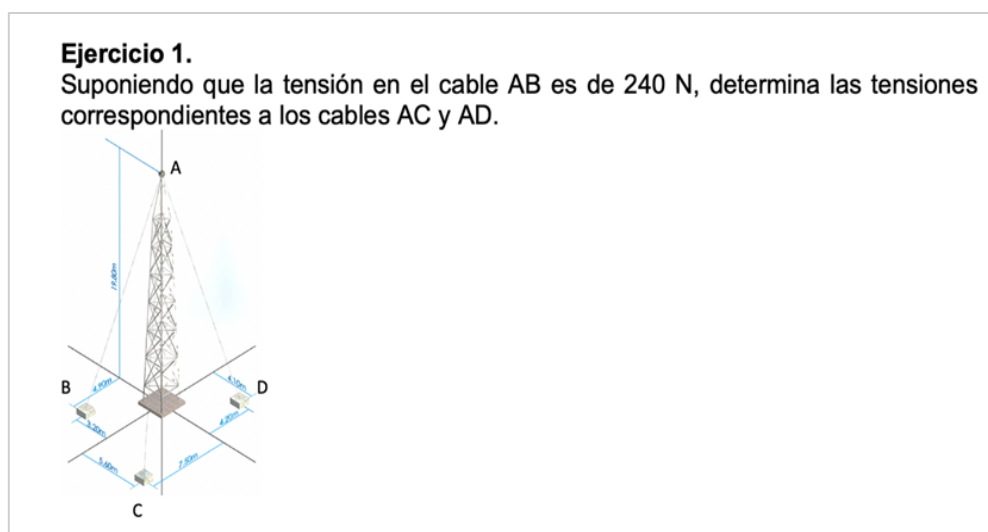


Figura 3. Ejemplo de ejercicio de equilibrio esatático tridimensional.

Posteriormente se llevará a cabo el plan para la resolución de un problema similar de equilibrio estático en el contexto de la ingeniería pero ahora haciendo uso de la herramienta en RA que se diseñó, haciendo contraste con la metodología tradicional para la resolución de problemas, ver figura 4.

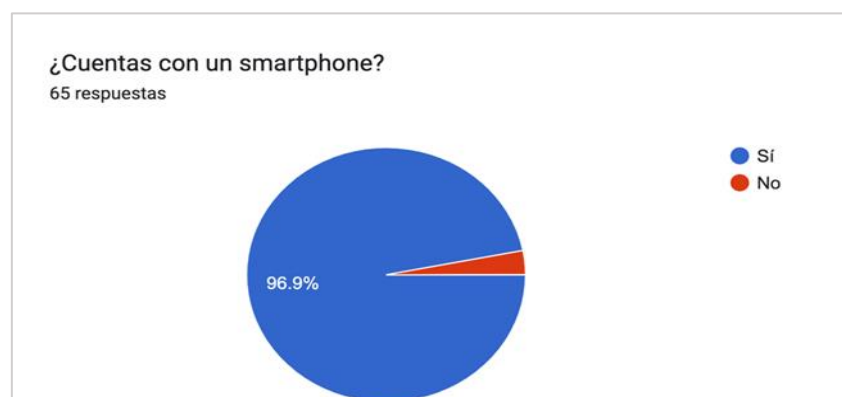


Figura 4. Prototipo de herramienta en realidad aumentada a emplear.

El objeto de investigación en el cual se va a intervenir corresponde a dos grupos de estudiantes de primer año que cursan la carrera de la licenciatura en ingeniería civil en la Facultad de ingeniería Culiacán de la Universidad Autónoma de Sinaloa, cada grupo está conformado por aproximadamente 32 estudiantes de los cuales 70% son hombres y 30% son mujeres.

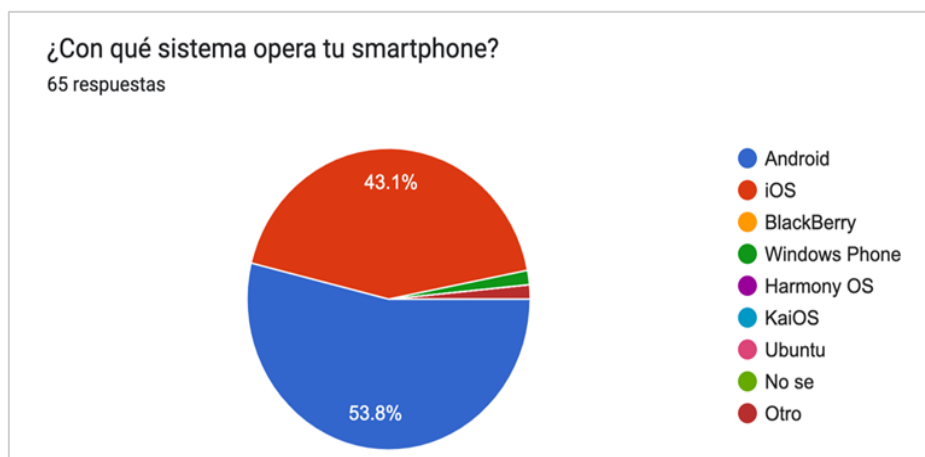
RESULTADOS

Al llevar a cabo la primer encuesta para monitorear la portabilidad y usabilidad de los smartphones como propuesta para proyectar la herramienta didáctica en RA en los alumnos de ingeniería, se encuestó a 65 estudiantes mediante Google Forms, los resultados se muestran a continuación. El 96.9% de la muestra cuenta con un smartphone, ver gráfica 1.



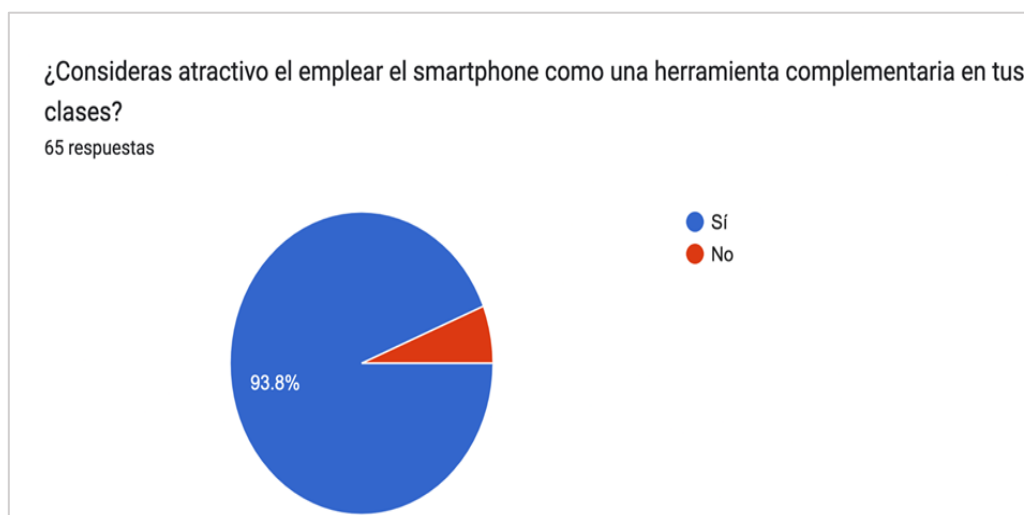
Gráfica 1. Portabilidad del smartphone en estudiantes de ingeniería.

Para elegir el sistema operativo con el cual funcionará la herramienta en RA se encuestó a los estudiantes y se obtuvo que el 53.8% posee smartphone con el sistema operativo Android instalado, el 43.1% cuenta con el sistema operativo iOS y el 3.1% restante posee un equipo que opera con otro sistema, ver gráfica 2.



Gráfica 2. Sistemas operativos más empleados en smartphone.

Para medir la satisfacción de los estudiantes de acuerdo con su experiencia como usuarios del smartphone en el contexto educativo, se obtuvo que el 93.8% encuentra atractivo el uso de este dispositivo como apoyo en el proceso de aprendizaje durante las clases, por otro lado, el 6.2% no lo considera atractivo, ver gráfica 3.



Gráfica 3. El uso del smartphone como herramienta complementaria en clase.

Al llevar a cabo la secuencia didáctica se espera encontrar que el uso de la realidad aumentada aplicada a la resolución de problemas de equilibrio estático tridimensional traiga consigo mejoras en los niveles de logro de los estudiantes y los motive a identificar las variables involucradas en el problema de una mejor manera,

contrastando estos resultados con los de los estudiantes instruídos de forma tradicional en estos temas, dejando ver de forma más clara las figuras referentes a dichos problemas la cuales se identificarían como elementales; que identifique que en el desarrollo del razonamiento espacial es donde se centra gran parte de la problemática y por tanto, esto promueva metodologías más efectivas en los estudiantes al momento de resolver problemas. Para ello, se diseñará un instrumento empleando la realidad aumentada (RA) y se aplicará a un grupo de estudiantes que cursan la licenciatura en ingeniería civil en la Facultad de Ingeniería Culiacán de la Universidad Autónoma de Sinaloa, contrastando los resultados con generaciones anteriores, en las cuales no se aplicó ninguna herramienta tecnológica. Con estas bases se da paso a la siguiente fase de la investigación que corresponde a la integración de los ejercicios en el ambiente AR y a la aplicación de las pruebas que se plantean y analizar los resultados para conocer el comportamiento de los estudiantes

BIBLIOGRAFÍAS

- [1] R. T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, pp. 355–385, 1997, Accessed: Mar. 22, 2023. [Online]. Available: <http://www.cs.unc.edu/~azumaW>:
- [2] X. Basogain, D. Borro, X. Basogain, J. L. Izgara, and D. Borro, "Educational mobile environment with augmented reality technology Hasistec-Simulation tools for assisted surgery View project," 2007, Accessed: Mar. 21, 2023. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/238095398>
- [3] S. Dargan, S. Bansal, M. Kumar, A. Mittal, and K. Kumar, "Augmented Reality: A Comprehensive Review," *Archives of Computational Methods in Engineering*, vol. 30, no. 2, pp. 1057–1080, Mar. 2022, doi: 10.1007/s11831-022-09831-7.
- [4] K. Watanuki and L. Hou, "Augmented reality-based training system for metal casting †," *Journal of Mechanical Science and Technology*, vol. 24, pp. 237–240, 2010, doi: 10.1007/s12206-009-1175-9.
- [5] H. Peeters, S. Habig, and S. Fechner, "Does Augmented Reality Help to Understand Chemical Phenomena during Hands-On Experiments?—Implications for Cognitive Load and Learning," *Multimodal Technologies and Interaction*, vol. 7, no. 2, p. 9, 2023, doi: 10.3390/mti7020009.
- [6] A. M. Gallego, E. Fernández, M. Teresa Garibay, J. Manuel Zapata, and R. Zapata, "Estática en Realidad Aumentada," 2018. [Online]. Available: <https://studio.hpreveal.com>
- [7] J. Sánchez, M. Humberto Ramírez Díaz, and M. City, "Augmented Reality in Physics Teaching," Sánchez, 2022.
- [8] Lee K, "Lee 2012 augmented reality," *TechTrends*, vol. 56, pp. 13–21, 2012.
- [9] J. Mathewson, "Visual-spatial thinking: An aspect of science overlooked by educators - Mathewson - 1999 - Science Education - Wiley Online Library," 1999. [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199901\)83:1%3C33::AID-SCE2%3E3.0.CO;2-Z](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1098-237X(199901)83:1%3C33::AID-SCE2%3E3.0.CO;2-Z) (accessed Mar. 24, 2023).
- [10] M. S. Khine, *Visual-spatial ability in STEM education: Transforming*

- research into practice. 2016. doi: 10.1007/978-3-319-44385-0.
- [11] H. Hartatiana, D. Darhim, and E. Nurlaelah, "Improving Junior High School Students' Spatial Reasoning Ability Through Model Eliciting Activities with Cabri 3D," *International Education Studies*, vol. 11, no. 1, p. 148, 2017, doi: 10.5539/ies.v11n1p148.
- [12] M. A. Sheharyar, "Enhancing 3D spatial skills of engineering students using Augmented Reality," 2020.
- [13] S. M. Vázquez, Y. Marianela, and N. Biggio, "Razonamiento espacial y rendimiento académico. Spatial reasoning and academic achievement," *INTERDISCIPLINARIA*, vol. 28, pp. 145–158, 2011.
- [14] E. A. L. Lee and K. W. Wong, "Learning with desktop virtual reality: Low spatial ability learners are more positively affected," *Comput Educ*, vol. 79, pp. 49–58, 2014, doi: 10.1016/j.compedu.2014.07.010.
- [15] A. Sheharyar, A. Srinivasa, and E. Masad, "Enhancing 3-D Spatial Skills of Engineering Students Using Augmented Reality," in *2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access Proceedings*, ASEE Conferences, 2020. doi: 10.18260/1-2--34568.
- [16] Z. H. Majeed and H. A. Ali, "A review of augmented reality in educational applications," *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, vol. 7, no. 62, pp. 20–27, 2020, doi: 10.19101/IJATEE.2019.650068.
- [17] C. E. Silver-Hmelo, "Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?," *Educ Psychol Rev*, vol. 16, no. 3, pp. 235–266, 2004.
- [18] D. H. Jonassen, "Problem-Based Learning," *Handbook of research on educational communications and technology*, 2008.
- [19] H. Ñaupas, E. Mejía, E. Novoa, and A. Villagómez, *Metodología de la investigación, cualitativa-cuantitativa y redacción de la tesis*. Bogotá: Ediciones de la U, 2014.