

## LA REALIDAD AUMENTADA COMO MEDIO PARA MEJORAR LA HABILIDAD ESPACIAL EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Yarin Achachagua, Yasser Hipólito <sup>1</sup>

### RESUMEN

*La ingeniería es una profesión con diferentes ramas, las que se encuentran orientadas a la búsqueda de solución a problemas de la práctica, por lo que serán necesario profesionales con una formación de alcance integral, científico, social y humanista. La formación de futuros profesionales en ingeniería requiere de una reformulación de los procesos de enseñanza para que los estudiantes adquieran conocimientos y los puedan poner en práctica. En los primeros semestres, existe la necesidad por desarrollar la habilidad espacial a través de cursos relacionados a la geometría, los que posteriormente le permitirán alcanzar un desempeño adecuado durante sus estudios de pregrado, así como en su desempeño profesional. Por lo expuesto, el presente artículo de revisión tiene el objetivo de analizar como la Realidad Aumentada puede contribuir en el desarrollo de la habilidad espacial en estudiantes de ingeniería. En una etapa inicial se realizó una descripción de la situación problemática y luego una revisión documental de los últimos cinco años en diferentes bases de datos, tales como Scielo, Scienedirect, Redalyc y Google Académico, luego se realizó un análisis e interpretación de la información recopilada, para concluir que la realidad aumentada representa una oportunidad efectiva en el desarrollo de la habilidad espacial con alcance en las dimensiones de visualización espacial y rotación mental.*

**Palabras claves:** realidad aumentada, habilidad espacial, estudiantes de ingeniería.

## AUGMENTED REALITY AS A MEANS TO IMPROVE SPATIAL ABILITY IN ENGINEERING STUDENTS

### ABSTRACT

*Engineering is a profession with different branches, which are oriented to the search for solutions to practical problems, so it will be necessary for professionals with comprehensive, scientific, social and humanistic training. The training of future engineering professionals requires a reformulation of teaching processes so that students acquire knowledge and can put them into practice. In the first semesters, there is a need to develop spatial ability through courses related to geometry, which will later allow you to achieve adequate performance during your undergraduate studies, as well as in your professional performance, for the reasons stated in this article This review aims to analyze how Augmented Reality can contribute to the development of spatial skills in engineering students. In an initial stage a description of the problematic situation was made and then a documentary review of the last five years in different databases, such as Scielo, Scienedirect, Redalyc and Google Academic, then an analysis and interpretation of the information collected was carried out, to conclude that augmented reality represents an effective opportunity in the development of spatial ability with scope in the dimensions of spatial visualization and mental rotation.*

**Keywords:** augmented reality, spatial ability, engineering students.

---

<sup>1</sup> Estudiante de Doctorado de la Universidad César Vallejo (Lima - Perú). E-mail: [yyarin520@gmail.com](mailto:yyarin520@gmail.com)

## 1. Introducción

En un mundo globalizado, donde el desarrollo técnico y científico innova constantemente y se hace presente en todos los aspectos de la vida humana, la formación en ciencias e ingeniería no es menos necesaria de lo que fue la alfabetización de los individuos luego de la aparición de las sociedades industriales. Los países en vías de desarrollo necesitan profesionales adecuadamente formados para que participen en los procesos de investigación e innovación con el fin de dar solución a los problemas que afronta la sociedad.

Los estudiantes universitarios de ingeniería requieren diferentes habilidades y destrezas que les permitan encarar un futuro cada vez más demandante e incierto. Según la Junta de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología, se resaltan siete categorías: (1) destreza para el aprendizaje independiente, (2) habilidades de pensamiento crítico y creativo aplicados en el planteamiento de solución a problemas, (3) competencias comunicativas, (4) habilidades o competencias para el trabajo interpersonal y en equipo, (5) habilidades para expresar juicios y capacidad de autojuicio, (6) conocimiento disciplinar integrado, y (7) capacidad para manejar el cambio (Smith, 2007). De este grupo de categorías se debe resaltar la importancia del desarrollo de la habilidad de pensamiento crítico y creatividad, que pone énfasis en el reconocimiento y desarrollo de habilidades, actitudes y criterios frente al conocimiento científico, con miras a la potenciación de soluciones a las diferentes problemáticas del nuevo milenio, las cuales pueden ser superadas con la formación de sujetos críticos, reflexivos, comprometidos con el desarrollo social del país (Zona & Giraldo, 2017).

De los profesionales en ingeniería que asumen responsabilidades y cumplen funciones en la actividad industrial, se espera un desempeño con creatividad, autonomía y flexibilidad, con capacidad para hacer frente a un entorno cada día diferente (Palma, 2012). Para cumplir tales exigencias, la educación en ingeniería requiere de métodos de enseñanza-aprendizaje que proporcione a los estudiantes la capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios, con creatividad, pensamiento crítico e innovador, y que lo prepare para el aprendizaje de por vida, sin excluir las habilidades técnicas propias de la profesión (Morán, 2007).

Durante su formación en pregrado y a lo largo de su vida profesional, los estudiantes de ingeniería tendrán la necesidad de generar, interpretar o verificar dibujos que en muchos casos corresponden a elementos representados de forma bidimensional y tridimensional (Bertoline, Wiebe, Hartman & William, 2009). Para hacer frente a esta situación se necesita explorar nuevas opciones para el proceso enseñanza-aprendizaje, que logren promover la participación activa de los estudiantes. En esta búsqueda de herramientas efectivas surge la Realidad Aumentada (RA) como una tecnología que toma las imágenes de la realidad y, a partir de su captura con la cámara de una computadora o teléfono móvil, inserta los elementos virtuales creando una realidad mixta con la que se puede interactuar (Heras & Villarreal, 2004).

Atendiendo a lo expuesto, el propósito de esta investigación fue dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿cuáles son las dimensiones de la habilidad espacial más importantes en la formación de estudiantes de ingeniería?, ¿de qué manera la Realidad Aumentada puede contribuir en el desarrollo de la habilidad espacial?

## 2. Método

Para la elaboración de esta investigación documental se definieron dos fases: en la primera fase se indagó sobre la formación de los estudiantes de ingeniería y los aspectos más relevantes de este proceso en relación con la Habilidad Espacial (HE), así como la identificación de aquellas dimensiones que son de especial relevancia para la adecuada formación de los profesionales de ingeniería; finalmente, en la segunda fase se profundizó en los beneficios y oportunidades que la RA ofrece al proceso de enseñanza y aprendizaje.

La búsqueda de información se realizó en las bases de datos *Scielo*, *ScienceDirect*, *Redalyc* y *Google Académico*, abarcando las publicaciones comprendidas entre los años 2015 y 2021. Los principales descriptores utilizados fueron: “habilidad espacial”, “realidad aumentada” y “formación en ingeniería”. La mayoría de artículos encontrados estaban escritos en idioma castellano, y publicados en revistas científicas de Colombia, España, México y Perú. El procesamiento de la información se realizó utilizando el método hermenéutico, que consistió en una reflexión e interpretación para la captación plena del sentido de los textos (Arraez, Calles & Moreno, 2006).

## 3. Resultados

### 3.1 ¿Cuáles dimensiones de la Habilidad Espacial son las más importantes en la formación de estudiantes de ingeniería?

La Inteligencia Espacial (IE) comprende las capacidades que permiten una percepción visual del mundo, realizar transformaciones y variaciones en las percepciones iniciales propias, y reproducir aspectos de la propia experiencia visual, aunque haya una ausencia de estímulos físicos apropiados. La IE es un tipo de inteligencia relacionada con objetos, pero que involucra un comportamiento de abstracción creciente, que se encuentra ligada fundamentalmente al mundo concreto (Gadner, 1994). En adición a lo mencionado, podemos definir la ‘habilidad espacial’ como la habilidad para manipular, rotar, girar o invertir de forma mental figuras que han sido representadas gráficamente, debiendo considerar que existen diferencias sexuales en varios aspectos del funcionamiento cognitivo perceptivo, las que repercuten en las diferencias respecto a la visualización espacial y las habilidades de orientación espacial (McGee, 1979). De forma análoga, otros autores definen la HE como aquella habilidad de hacer cambios mentales de los objetos y sus partes en dos dimensiones y tres dimensiones; en ese sentido, el modelado sólido aporta una nueva capacidad a la educación en ingeniería, lo que mejora el desarrollo de la capacidad espacial (Martín, Saorín & Contero, 2008).

Respecto a las dimensiones de la HE, McGee (1979) tal como más adelante lo hiciera Olkun (2003), simplificaron su clasificación en dos dimensiones: la 'Relación Espacial' entendida como la capacidad de imaginar la rotación de objetos de manera bidimensional y tridimensional con una representación de cuerpo completo (esto incluye la rotación mental y la percepción espacial) y, la 'Visualización Espacial' o la capacidad de imaginar la rotación de objetos en un espacio tridimensional mediante el plegado y despliegue de superficies. Por su parte, Gluck y Fitting (2003) describen tres dominios de cognición espacial directamente relacionados a tres tipos de investigaciones: el test de 'capacidad espacial', diseñado con el objetivo de lograr una medición de la capacidad espacial; la 'rotación mental' que fue investigada con el fin de profundizar en el procesamiento de información básica, y la 'orientación y/o navegación ambiental'.

En el mismo sentido, Eliot y Smith (1983) definieron como factores de la HE: la 'rotación mental' dentro del contexto de las relaciones espaciales; la 'orientación espacial', relacionada con la comprensión de cómo se vería un objeto desde una perspectiva diferente, y la 'visualización espacial' desde el contexto del desarrollo de superficies. De manera similar, Juhel (1991) indica que al analizar la HE, la atención se centra en tres factores: la 'orientación espacial', que determina cómo se ve un objeto desde una posición diferente; la 'visualización espacial', que involucra la transformación de un objeto, y la 'rotación acelerada', que es la rotación mental de objetos. Se han realizado varios estudios para examinar estas dimensiones y se ha demostrado la utilidad de las pruebas para medir los componentes de la HE; los resultados han permitido concluir que son excelentes predictores de la capacidad espacial (Kelly, Clark & Branoff, 2014).

Para desarrollar la HE es necesario realizar la manipulación de modelos, con los que se pueda realizar giros, movimientos y ejercicios mentales, de tal manera que la experiencia sea lo más realista posible (Sierra, Garmendia, Barrenetxea & Solaberrieta, 2009). De manera similar, Cohen y Hegarty (2012) afirman que la manipulación de objetos contribuye en la formación de la HE y que los modelos virtuales tienen la ventaja de ser útiles para representar modelos estructurales complejos que son imposibles de representar con modelos físicos.

### **3.2 ¿De qué manera la Realidad Aumentada puede contribuir en el desarrollo de la Habilidad Espacial?**

De acuerdo con Mengual (2005), la RA consiste en una transformación radical de la forma como interpretamos las imágenes, la realidad y el conocimiento, en la que objetos virtuales son superpuestos a la imagen, o directamente sobre la propia realidad. Por su parte, Cabero y García (2016) definen la RA como aquella tecnología que hace posible la combinación de la información digital y la información física que son captadas en tiempo real por medio de la utilización instrumentos tecnológicos. El observador tiene la oportunidad de interactuar con el modelo, girándolo hacia los lados o ampliar la imagen tocando la pantalla; con esto se facilita la visualización del modelo, pudiendo comprender los detalles físicos de su forma (Martins et al., 2008).

Desde que apareció la RA se han desarrollado e implementado múltiples proyectos para lograr un progreso significativo en esta tecnología, habiendo logrado una sólida línea en desarrollos académicos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje (Mena, Millán & Sánchez, 2019). Como herramienta de aprendizaje, la RA ofrece varios beneficios, entre los más resaltantes está el de generar mayor concentración, atención y retención de información. En adición, se puede mencionar que la RA permite a los estudiantes aprender a su propio ritmo, siendo necesario que se dispongan de las condiciones físicas y tecnológicas para su uso, de tal manera que se pueda generar una buena experiencia de aprendizaje (Merino, Pino, Garrido & Gallardo, 2015).

#### 4. Discusión y conclusiones

Se puede afirmar que la RA representa una herramienta muy útil en el proceso de enseñanza, debido a que ofrece a los estudiantes una dinámica diferente a lo convencional, y logra captar su atención consiguiendo ampliar sus conocimientos. Estas ventajas se han visto evidenciadas en estudios sobre la RA en los que se logró un incremento de la atención (Cuendet, Bonnard, Do-Lenh & Dillenbourg, 2013; Tsai, Liu & Yau, 2013). Asimismo, Di Serio, Ibáñez y Delgado (2013) estudiaron esta situación y lograron evidenciar un incremento en la motivación y atención de los estudiantes. Por su parte, Nadoly (2017) elaboró experiencias educativas en las que implementó la RA y pudo comprobar que su utilización fortalece la comunicación en el proceso de aprendizaje y ayuda al estudiante en la comprensión del objeto de estudio.

Con el objetivo de crear nuevas expectativas y un efecto más significativo en el aprendizaje de los estudiantes, la RA nos crea la necesidad de adaptarnos a nuevas tecnologías e integrarlas en el aula. Esta situación puede generar cierto rechazo por parte de los estudiantes debido a que algunos no tienen la posibilidad de adquirir la tecnología suficiente para utilizar la RA (Mohammed, Majid & Sulaiman, 2015). Sin embargo, la RA plantea un método pedagógico que implementa diseños interactivos en 3D para tener una percepción de los objetos, permitiendo superar problemas de diseño en ingeniería que, debido a su grado de abstracción, no se podían ver (Behzadan, Chen, Trukan, Radkowski & Karabulutlgu, 2017). Con el avance de la tecnología se ha hecho posible implementar la RA en clase, con el fin de mejorar el aprendizaje de los estudiantes; esto ha hecho posible su aplicación en investigaciones que evalúan el rendimiento de los estudiantes, pudiendo evidenciar las mejoras académicas y la preferencia por parte de los estudiantes en las sesiones de aprendizaje, debido a su contenido dinámico (Diaz, Hincapié & Moreno, 2015).

En la educación en ingeniería se ha utilizado la RA para la formación, logrando mejorar las habilidades espaciales de los estudiantes. Su aplicación ha consistido en la realización de ejercicios de ingeniería gráfica y, con ello, obtener una mejora en la capacidad espacial de los estudiantes, lo que a su vez les ayuda a comprender el contenido geométrico de los temas desarrollados (Martín, Saorín, Contero, Alcañiz, Perez & Ortega, 2010). En investigaciones desarrolladas con estudiantes de educación superior, se ha experimentado con la RA, logrando concluir que esta tecnología puede

ser empleada en experiencias de aprendizaje colaborativo, mejorando el desempeño de los estudiantes en materias que permiten su implementación (Chen & Wang, 2008).

A manera de conclusión, la 'realidad aumentada' puede lograr efectos positivos en los procesos de aprendizaje, especialmente en áreas complejas, permitiendo a los estudiantes cambiar la percepción del entorno y contribuir a mejorar su comprensión de la realidad, pero a pesar del desarrollo tecnológico y la masificación de los teléfonos inteligentes, buena parte de los estudiantes no tienen acceso a los dispositivos de alta gama necesarios para la implementación de esta tecnología.

La manipulación de elementos virtuales en un entorno real mediante el uso de la RA crea un nuevo entorno de aprendizaje con un gran potencial de aplicación para las materias de ingeniería, donde los estudiantes pueden encontrar el soporte para explorar la naturaleza y forma de objetos geométricos. Con esta tecnología, con el material didáctico adecuado y mediante experiencias desarrolladas en el aula de clases, los estudiantes de ingeniería podrán entrenar sus habilidades espaciales.

## Referencias bibliográficas

- Arráez, M., Calles, J. & Moreno de Tovar, L. (2006). La Hermenéutica: una actividad interpretativa Sapiens. *Revista Universitaria de Investigación*, 7(2), 171-181.
- Behzadan, H., Chen, A., Turkan, R., Radkowski & Karabulutllgu, A. (2017). Mobile augmented reality for teaching structural análisis. *Advanced Engineering Informatics*, 34(1), 90-100. Doi: 10.1016/j.aei.2017.09.005.
- Bertoline, G., Wiebe, E., Hartman, N. & William, R. (2009). *Technical Graphics Communications*. McGraw-Hill.
- Cabero, J. & García, F. (2016). *Realidad aumentada. Tecnología para la formación*, Síntesis. Madrid: Síntesis.
- Chen, R., & Wang, X. (2008). An empirical Study on Tangible Augmented Reality Learning Space for Design Skill Transfer. *Tsinghua Science and Technology*. 13(1), 13-18. Doi: 10.1016/S1007-0214(08)70120-2.
- Cohen, C. & Hegarty, M. (2012). Inferring cross sections of 3D objects: A new spatial thinking test. *Learning and Individual Differences*, 22(6), 868–874. Doi: 10.1016/j.lindif.2012.05.007.
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S. & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, (68), 557-569. Doi: 10.1016/j.compedu.2013.02.015.
- Di Serio, A., Ibáñez, M. & Delgado, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, (68), 586-596. Doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.002.
- Diaz, Ch., Hincapié, M. & Moreno, G. (2015). How the type of content in educative augmented reality application affects the learning experience. *Procedia Computer Science*, 75(1), 205-212. Doi:10.1016/j.procs.2015.12.239.
- Eliot, J. & Smith I. (1983). *An international directory of spatial tests*. Humanities Press.
- Gardner, H. (1994). *Estructuras de la mente. La Teoría de Las Inteligencias Múltiples*. Nueva York: Basic Books.
- Gardner, H. (1994). *Estructuras de la mente. La Teoría de Las Inteligencias Múltiples*. Nueva York: Basic Books.

- Gluck, J. & Fitting, S. (2003). Spatial Strategy Selection: Interesting Incremental Information. *International Journal of Testing*, 3(3), 293–308. doi: 10.1207/S15327574IJT0303\_7.
- Heras, L. & Villarreal, J. (2004). La Realidad Aumentada: una tecnología en espera de usuarios. *Revista Digital Universitaria*, 5 (7). <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/junart48.pdf>.
- Juhel, J. (1991). Spatial Abilities and Individual Differences in Visual Information Processing. *Intelligence*, (15), 117-137. Doi: 10.1016/0160-2896(91)90025-9.
- Kelly, W., Clark, A., & Branoff, T. (2014). Spatial ability measurement in an introductory graphic communications course. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings.
- Majid, N., Mohamed, H. & Sulaiman, R. (2015). Students' Perception of Mobile Augmented Reality Applications in Learning Computer Organization. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 176(1), 111-116. Doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.450.
- Martín, J., Saorín, J., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez, D. & Ortega, M. (2010). Design and Validation of an Augmented Reality for Spatial Abilities Development in Engineering Students. *Computer & Graphics*, 34(1), 77-91. Doi: 10.1016/j.cag.2009.11.003.
- Martín, N., Saorín, J. & Contero, M. (2008). Development of a Fast Remedial Course to Improve the Spatial Abilities of Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 97(4), 505–513. Doi:10.1002/j.2168-9830.2008.tb00996.x.
- McGee, M. (1979). Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918. doi: 10.1037/0033-2909.86.5.889.
- Mena, Y., Millán, E., & Sánchez, V. (2019). Application of augmented reality as a means of interdisciplinary learning. *Scientia Et Technica*, 24(3), 479-489. Doi: 10.22517/23447214.21371.
- Mengual, J. (2005). La imagen compleja: la fenomenología de las imágenes en la era de la cultura visual. España: Editorial Universitat Autònoma de Barcelona.
- Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. & Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación Química*, 26(2), 94-99. Doi: 10.1016/j.eq.2015.04.004.
- Morán, C. (2007). *Estado del arte y prospectiva de la ingeniería en México*. Recuperado de: <http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/edodelarte/2012/02.Educacion-en-ingenieria-en-Mexico-y-el-mundo.pdf>.
- Nadolny, L. (2017). Interactive print: The design of cognitive tasks in blended augmented reality and print documents. *British Journal of Educational Technology*, (48), 814-823. Doi: 10.1111/bjet.12462.
- Olkun, S. (2003). Making Connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, (4), 22-37. Doi: 10.1501/0003624.
- Palma, C. (2012). Nuevos retos para el ingeniero en el siglo XXI. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 2 (4), 61-65.
- Santos, G., Rosa, E., Leite, A., Figueiredo, P. & Melo, N. (2016). Augmented reality as a new perspective in Dentistry: development of a complementary tool. *Revista da ABENO*, 16(3), 19-27. Doi: 10.30979/rev.abeno.v16i3.313.
- Sierra, E., Garmendia, M., Barrenetxea, L. & Solaberrieta, E. (2009). Metodología para la resolución de problemas de visualización (Lectura, interpretación y creación de planos industriales). In Congreso Internacional conjunto XXI Ingeggraf – XVII ADM.
- Tsai, M., Liu, P. & Yau, J. (2013). Using electronic maps and augmented reality based training materials as escape guidelines for nuclear accidents: An explorative case study in Taiwan. *British Journal of Educational Technology*, 44 (1), 18-21. Doi: 10.1111/j.1467-8535.2012.01325.x.
- Zona, J. & Giraldo, J. (2017). Resolución de problemas: escenario del pensamiento crítico en la didáctica de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13 (2), 122-150.