



Cuando la Tecnología Enseña: Realidad Aumentada en la Industria

4.0

Juan Manuel Fortuna Cervantes *

Tecnológico Nacional de México / IT de San

Luis Potosí,

San Luis Potosí, San Luis Potosí, México

David Antonio González Gómez

Dive In Learning,

Ciudad de México, México

Elizabeth Rivera Bravo

Tecnológico Nacional de México / IT de San

Luis Potosí,

San Luis Potosí, San Luis Potosí, México

Norma Orocio Castro

Tecnológico Nacional de México / IT de San

Luis Potosí,

San Luis Potosí, San Luis Potosí, México

* Autor de correspondencia: juan.fc@slp.tecnm.mx

Resumen: *Este artículo presenta un primer acercamiento sobre el uso de la Realidad Aumentada (RA) con el enfoque a la enseñanza y capacitación técnica dentro del contexto de la Industria 4.0. Se aborda la problemática de los métodos tradicionales de formación y se propone una solución basada en tecnologías disruptivas, capaz de optimizar la retención de conocimiento y reducir errores operativos. A través del desarrollo e implementación de aplicaciones con el uso de herramientas como Unity y Vuforia, se diseñan escenarios interactivos que permiten simular entornos industriales reales para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por lo tanto, se desarrollan dos aplicaciones, una para el entrenamiento sobre el cambio de llantas y otro para la enseñanza de la robótica industrial. Los resultados obtenidos muestran que el uso de RA no solo facilita una comprensión más profunda de los procedimientos técnicos, sino que también permite una adaptación más eficiente a entornos industriales modernos, marcando un avance significativo hacia entornos de capacitación más inteligentes, inmersivos y accesibles.*

Palabras clave: Aprendizaje técnico, industria 4.0, FLANN, ORB, realidad aumentada, SIFT, SURF, Unity, Vuforia.

1. Introducción: *lo que debemos saber de inicio*

En la era de la Industria 4.0, la transformación digital ha impulsado cambios profundos en los procesos productivos, la gestión de datos y, especialmente, en la forma en que las empresas capacitan y desarrollan a su capital humano. Además, las características de la población estudiantil o generación Z, quienes son nativos digitales muestran que los medios tradicionales de enseñanza son de poco interés para esta generación. Tecnologías emergentes como la Realidad Aumentada (RA), la inteligencia artificial y la conectividad del internet de las cosas se consolidan como pilares de esta nueva revolución industrial. La RA, en particular, ofrece una alternativa innovadora a los métodos tradicionales de formación, permitiendo enriquecer la experiencia de aprendizaje mediante la superposición de información digital sobre el entorno físico. Por ejemplo, los centenials han crecido con fuertes conocimientos de robótica recreativa, desde el punto de vista que siempre buscan soluciones innovadoras y es necesario crear aplicaciones para la enseñanza de la robótica industrial que capten mejor su interés. Esta capacidad de generar contextos interactivos, inmersivos y dinámicos resulta especialmente valiosa en entornos industriales donde la comprensión técnica, la seguridad y la eficiencia son prioritarias.

Sin embargo, a pesar de estos avances tecnológicos, muchas empresas o instituciones educativas continúan utilizando estrategias de enseñanza y capacitación convencionales que no logran reproducir de forma realista los desafíos del entorno laboral actual. Esto se traduce en problemas como una curva de aprendizaje prolongada, mayor propensión a errores operativos, y resistencia a la adopción de nuevas tecnologías. La necesidad de entrenamientos más contextualizados, personalizados y eficientes ha llevado a la exploración de soluciones basadas en RA. No obstante, su implementación enfrenta retos importantes: desde la accesibilidad tecnológica hasta el diseño de contenidos adecuados que se integren eficazmente a los sistemas de formación existentes. Ante este escenario, surge la necesidad de analizar cómo integrar de forma efectiva la RA en programas de enseñanza y capacitación técnica, en consonancia con las exigencias de la Industria 4.0.

Diversas investigaciones respaldan el uso de RA en entornos industriales y educativos: en (Brüggemann et al., 2020) exploran su impacto en el mantenimiento inteligente dentro de fábricas automatizadas; y (Chu & Liu, 2023) evalúan su eficacia para la formación de operarios en plantas de producción avanzadas; (Bacca et al., 2014) y (Akçayır & Akçayır, 2017) destacan sus beneficios pedagógicos en contextos educativos y técnicos; también en (Moro et al., 2017) realizan una revisión sistemática sobre su efecto en el aprendizaje en entornos digitales. En este contexto, se propone el desarrollo de una serie de aplicaciones de RA utilizando Unity y Vuforia, integrando algoritmos de visión por computadora y elementos de inteligencia artificial, con el objetivo de diseñar herramientas interactivas para la formación técnica y la simulación de procesos industriales.

2. Fundamentos Teóricos: reglas y principios científicos importantes

En el mundo de la inteligencia artificial, enseñar a una máquina a “ver” implica mucho más que tomar una fotografía. Y en este proceso de enseñanza es necesario identificar los patrones más interesantes de la imagen original como la que se requiere comparar. Por lo que, necesario utilizar herramientas como ORB, un método que encuentra las características más importantes de una imagen. ORB utiliza técnicas matemáticas para seleccionar las partes más representativas y hacerlo a diferentes escalas, como si se viera desde distintas distancias (Rublee et al., 2011). Otros métodos, como SIFT y SURF, permiten analizar imágenes con gran detalle, aunque cambien de tamaño o se vean desde distintos ángulos como establecen (Lowe, 2004) y (Bay et al., 2006).

Si la máquina o el sistema ha logrado identificar las características más representativas en ambas imágenes, el reto siguiente es comparar y encontrar las coincidencias. Es decir, el sistema comienza a buscar qué partes de la imagen son similares a las de la otra. En este caso, para realizar este proceso, se utiliza una herramienta llamada FLANN, ideal para identificar de forma rápida similitudes entre grandes cantidades de datos (Muja & Lowe, 2009). Su principio se basa en la comparación de distancias matemáticas entre los puntos detectados en las dos imágenes (Fischler & Bolles, 1981).

Con la información recolectada, a la imagen que se quiere comparar se le aplica una transformación de ajuste para que alinee a la imagen original, como si ambas formaran parte del mismo entorno. Este proceso es importante para crear lo que es la realidad aumentada,

donde los componentes se superponen a imágenes en tiempo real (vea Figura 1). Así, una máquina no sólo puede reconocer objetos, sino también interactuar con ellos visualmente. La RA en este caso forma parte de los avances en visión artificial, una rama de la inteligencia artificial, el cual trata de replicar la capacidad humana de percibir y comprender el entorno. Con estas técnicas, ahora es posible desarrollar sistemas de entrenamiento, aplicaciones industriales y tecnologías que ayuden a automatizar y comprender procesos complejos mediante el análisis visual. En resumen, estamos enseñando a las máquinas a “ver y a entender lo que ven”.

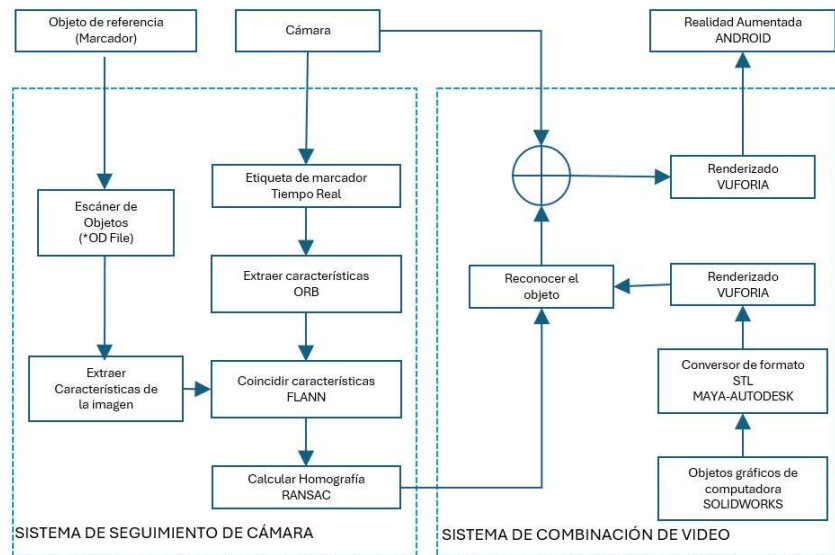


Figura 2 Diagrama del proceso para aplicar la Realidad Aumentada.

Obtenida de: elaboración propia.

3. Desarrollo del Trabajo: *aplicando las reglas y principios científicos*

Dentro de la búsqueda para realizar la implementación del sistema basado en RA, se pueden contemplar dos enfoques tecnológicos, el uso de librerías de código abierto como OpenCV en Python, o el empleo de entornos especializados como Unity y Vuforia. Unity, desarrollado por Unity Technologies, es un motor gráfico versátil y multiplataforma que ha revolucionado la creación de contenido interactivo en 2D y 3D, especialmente en la industria del videojuego. Se acuerdan del juego de AMONG US (“El impostor”), este fue desarrollado en esta multiplataforma para crear y gestionar el videojuego.

Por otro lado, Vuforia es una plataforma robusta para el desarrollo de aplicaciones de RA y Realidad Mixta (RM), que ofrece capacidades avanzadas de seguimiento y un alto rendimiento en diversos dispositivos, desde teléfonos inteligentes hasta visores de RM, como se muestra en la Figura 2. Considerando estas ventajas, se optó por utilizar Unity junto con Vuforia para el desarrollo de aplicaciones demostrativas, lo cual marca el inicio de la fase práctica del presente trabajo. En este caso, a manera de difundir los alcances que la RA tiene en cuanto a la enseñanza y el entrenamiento, se demuestran dos aplicaciones con la capacidad de reproducir videos a partir múltiples marcadores, ver Figuras 3 y 4.



Figura 2 Diagrama del proceso para la creación del App's con RA (OpenCV vs Unity - Vuforia).

Obtenida de: elaboración propia.

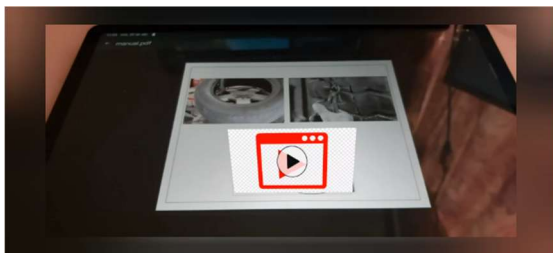


Figura 3 La aplicación de entrenamiento permite capacitar de una manera diferente. Ver en <https://youtu.be/jp0lNyU-sFw>.

Obtenida de: elaboración propia.



Figura 4 El proyecto de RA permite comprender aplicaciones básicas de la robótica industrial, como el Pick & Place. Ver en <https://www.youtube.com/shorts/XOVdyfwTwVs>.

Obtenida de: elaboración propia.

4. Conclusiones: lo que podemos aprender de este artículo

La importancia de integrar la Realidad Aumentada en la Industria 4.0 permite optimizar recursos de operación, capacitación y de aprendizaje. Por lo tanto, el desarrollo de aplicaciones e integración de estas abre la oportunidad de que el usuario aprenda de una manera diferente a lo tradicional. En este sentido se ha adaptado el uso de Unity - Vuforia para el desarrollo de proyectos con RA. Así mismo, el desarrollo de los casos de éxito que se presentan a manera de divulgación brinda una visión de los alcances que se pueden lograr. Como trabajo futuro es seguir perfeccionando cada escena dentro de Unity, así como buscar nuevas herramientas que permitan mejorar el entorno sobre visores de RA. Además, este enfoque y el diseño del mundo virtual, permitirá diseñar otras aplicaciones que estén enfocadas en áreas de robótica, mantenimiento, gemelos digitales entre otras.

5. Referencias: por si quieres seguir conociendo más

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational research review*, 20, 1-11.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications.
- Bay, H., Tuytelaars, T., & Van Gool, L. (2006). Surf: Speeded up robust features. *Computer Vision–ECCV 2006: 9th European Conference on Computer Vision*, Graz, Austria, May 7-13, 2006. Proceedings, Part I 9,
- Brüggemann, H., Stempin, S., & Meier, J.-M. (2020). Consideration of digitalization for the purpose of resource efficiency in a learning factory. *Procedia Manufacturing*, 45, 140-145. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.085>
- Chu, C.-H., & Liu, Y.-L. (2023). Augmented reality user interface design and experimental evaluation for human-robot collaborative assembly. *Journal of Manufacturing Systems*, 68, 313-324.
- Fischler, M. A., & Bolles, R. C. (1981). Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography. *Communications of the ACM*, 24(6), 381-395.
- Lowe, G. (2004). Sift-the scale invariant feature transform. *Int. J.*, 2(91-110), 2.
- Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A., & Stirling, A. (2017). The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anatomical sciences education*, 10(6), 549-559.
- Muja, M., & Lowe, D. G. (2009). Fast approximate nearest neighbors with automatic algorithm configuration. *VISAPP* (1), 2(331-340), 2.

Rublee, E., Rabaud, V., Konolige, K., & Bradski, G. (2011). ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF. *2011 International conference on computer vision*.