

# Racube: Una aplicación móvil de realidad aumentada para la enseñanza de dibujo técnico

Yoselie Alvarado, Amine Quiroga, Jacqueline Fernandez, Roberto Guerrero  
Laboratorio de Computación Gráfica  
Dpto. de Informática - FCFMyN - Universidad Nacional de San Luis  
ymalvarado@unsl.edu.ar, aminequirogabritos@gmail.com, jmfer@unsl.edu.ar, rag@unsl.edu.ar

## Resumen

Este trabajo presenta una propuesta innovadora de enseñanza innovadora para la asignatura de Sistemas de Representación utilizando Realidad Aumentada como herramienta de apoyo visual. La asignatura está orientada a la representación de objetos tridimensionales en un espacio bidimensional. RACube se presenta como una herramienta versátil que combina información virtual con el entorno real, ofreciendo una experiencia educativa más inmersiva y participativa. La app utiliza un cubo real como marcador para interactuar con modelos tridimensionales virtuales. La misma permite escalar, rotar y trasladar los modelos virtuales, así como seleccionar diferentes modelos disponibles a través de un menú.

La propuesta se implementa en dos actividades prácticas de la asignatura, donde los estudiantes utilizan RACube para comprender y representar objetos tridimensionales tanto en sistemas de medida como en sistemas representativos. Los resultados preliminares muestran un aumento en la entrega de tareas y una disminución en el tiempo requerido para completar las actividades, así como un mayor interés y motivación por parte de los estudiantes.

**Palabras Clave:** Realidad Aumentada, Sistemas de Representación.

## Contexto

La asignatura *Sistemas de Representación* es una de materia correspondiente al 2do año de las carreras Ingeniería en Informática y Tecnicatura Universitaria en Energías Renovables, y 3er año de la Ingeniería en Computación; es dictada por el Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias, Físico, Matemática y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis.

Específicamente, el uso de la aplicación de Realidad Aumentada que se describe en este trabajo es para la adquisición de los conceptos de proyección necesarios para el proceso de dibujado, donde los estudiantes deben usar como herramienta de apoyo **LibreCAD** [1].

La presente propuesta se lleva a cabo en el marco de un proyecto de extensión PEIS 03-0323 “*Habilidades STEAM y Realidades Alternativas: una genial combinación*” subsidiado por la Secretaría de Extensión y del proyecto de investigación PROICO 03-0623 “*La Realidad Extendida en la Comunicación de Información para el Metaverso*” subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de San Luis. Ambos proyectos se desarrollan en el ámbito del Laboratorio de Computación Gráfica de la Universidad Nacional de San Luis.

Dado que este trabajo es el resultado de la colaboración entre actividades de extensión, investigación y académicas, en el mismo se emplearon diversas metodologías de diseño instruccional y desarrollo de contenido para crear el recurso educativo, asegurando su alineación con los objetivos curriculares y los estándares requeridos.

## Introducción

Desde su concepción, la Realidad Aumentada (RA) ha irrumpido como una herramienta muy versátil en diversas áreas del conocimiento, permitiendo combinar al mismo tiempo información real y virtual. La RA es una tecnología que incorpora, en tiempo real, información virtual adicional a una percepción de la realidad, es decir añade una vista virtual superpuesta en una vista del mundo real, lo que proporciona a los usuarios la idea de que los objetos virtuales y reales existen juntos al mismo tiempo [2].

En Argentina existe una urgente necesidad de cambios profundos que garanticen mejores

niveles de educación y entrenamiento para toda la población, pero que también desarrollen las nuevas habilidades y competencias requeridas para asegurar la competitividad y el acceso a las nuevas oportunidades. La “emergencia” pedagógica es una consecuencia de los hitos y momentos históricos que, en la actualidad, han derivado en una necesidad, casi imperiosa, de renovación y cambio [3].

La integración de la RA en el ámbito educativo ha emergido como una poderosa herramienta para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. La investigación parte de la premisa de que la RA como soporte en la educación tiene el potencial de enriquecer la comprensión de conceptos complejos al ofrecer una experiencia educativa más inmersiva y participativa. Adicionalmente, el desarrollo de aplicaciones de RA debe considerar el aspecto pedagógico entre el usuario y la aplicación, permitiendo proporcionar una experiencia de aprendizaje sencilla y fácil de usar [4].

Este trabajo se centra en la creación de un recurso educativo basado en RA como soporte para la enseñanza de Sistemas de Medida y Sistemas Representativos, diseñado para su uso en entornos educativos.

El artículo está organizado de la siguiente manera: la sección Marco Teórico describe los principales conceptos a tener en cuenta sobre la asignatura Sistemas de Representación, mientras que la sección Descripción de RACube detalla las principales funcionalidades provistas por la aplicación desarrollada, la sección Metodología describe cómo y en qué contenidos ha sido utilizada el recurso educativo desarrollado, la sección Resultados presentan evaluaciones previas y actuales basadas en el rendimiento de los estudiantes. Finalmente, la sección de Conclusiones esboza los resultados del trabajo y sus posibles extensiones.

### Marco Teórico

La asignatura Sistemas de Representación tiene por objetivo la enseñanza de diferentes técnicas de dibujo para representar objetos tridimensionales en un espacio bidimensional.

El dibujo técnico es un proceso exploratorio, con énfasis en la *observación*, la *solución de problemas* y la *composición*. Antes de poder plasmar la información tridimensional en el plano, el estudiante debe aprender a observar las características del objeto tridimensional que debe plasmar, luego encontrar la solución de cómo plasmarlo mediante la definición de una estrategia, para finalmente generar la representación mediante la composición de segmentos de línea o segmentos de curva según la técnica requerida.

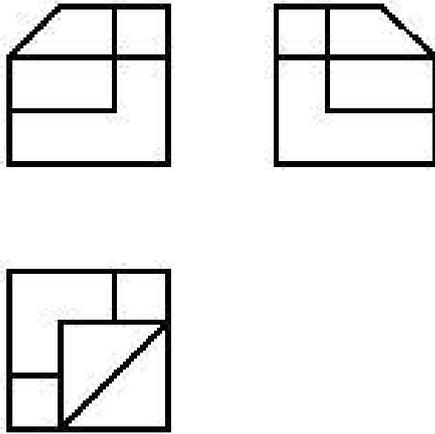
Además, el dibujo técnico implica la concreción de dos etapas: la cristalización de una idea en el plano, y la reconstrucción del objeto tridimensional a partir de lo observado en el plano.

Usualmente, el problema que se observa se relaciona con la dificultad de los estudiantes en la observación detallada de lo que debe ser plasmado para luego poder avanzar en el proceso. De la misma manera los estudiantes reflejan dificultad al momento de la reconstrucción mental a partir del plano.

Por consiguiente, es necesario potenciar la educación visual de los estudiantes. Cualquier estrategia pedagógica o herramienta que se pueda utilizar para potenciar dicha habilidad es bienvenida al momento de la enseñanza.

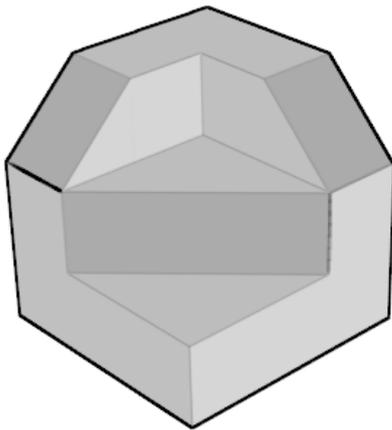
Según la teoría, y de acuerdo al marco de aplicación, los sistemas de representación se pueden clasificar como [5,6]:

- **Sistemas de medida.** Se centran en representar las dimensiones exactas de los objetos desde varios puntos de vista, lo que permite realizar mediciones a partir del dibujo. Estos sistemas no incluyen una representación de la profundidad de los objetos, por lo que las formas tridimensionales se obtienen mediante la composición mental de las diferentes representaciones planas desde los diferentes puntos de vista. Algunos ejemplos de sistemas de medida son las proyecciones ortogonales: Planos Acotados y Sistema Triédrico. La Figura 1 muestra la representación de un objeto tridimensional utilizando el Sistema Triédrico en método europeo, que incluye las vistas de Alzado, Perfil y Planta.



**Figura 1.** Sistema Triédrico.

- **Sistemas representativos.** Implican la representación de las formas tridimensionales de los objetos desde un solo punto de vista, lo que permite visualizar la profundidad de los objetos en el dibujo. Estos sistemas suelen ser difíciles de dibujar porque requieren el desarrollo de habilidades específicas y generalmente no permiten realizar mediciones directamente desde el dibujo. Algunos ejemplos de sistemas representativos son las proyecciones Axonométricas: Isométrico, Caballera, Militar, entre otros. La Figura 2 ilustra la representación de un objeto tridimensional utilizando el sistema de representación Isométrico.



**Figura 2.** Sistema Isométrico.

En este contexto, esta propuesta tiene como objetivo general asistir al alumno para que pueda encontrar una solución gráfica a los problemas que se plantean, utilizando LibreCAD, con el propósito de:

- Identificar las características de objetos 3D que permiten representarlos en un espacio bidimensional.

- Reconstruir en el imaginario las formas de objetos tridimensionales a partir de representaciones bidimensionales.
- Simplificar la tarea de representar el objeto en el sistema ortogonal mediante una herramienta CAD y su posterior verificación.
- Simplificar la tarea de representar el objeto en el sistema axonométrico mediante una herramienta CAD y su posterior verificación.
- Afianzar, a partir del entrenamiento, la habilidad de representar gráficamente objetos.
- Enriquecer la inteligencia espacial.

### Descripción de RACube

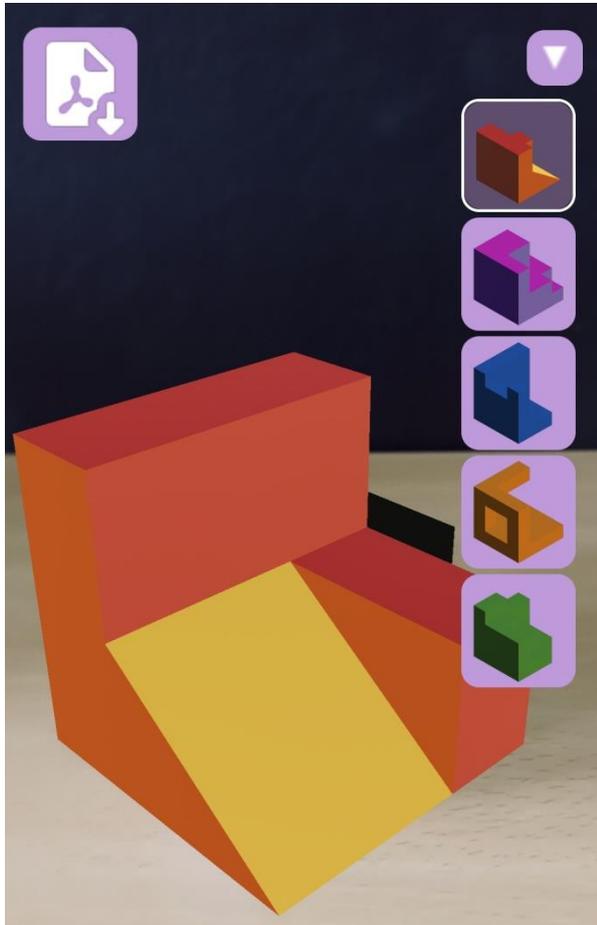
RACube es una aplicación móvil de Realidad Aumentada, creada utilizando [Unity](#) [7] con [Vuforia](#) [8]. Por su parte, los modelos 3D utilizados fueron realizados en [Blender 3D](#) [9] y las imágenes de los cubos imprimibles fueron construidas con la herramienta [Gimp](#) [10]. Actualmente la aplicación [RACube](#) se encuentra disponible en la tienda oficial Play Store para el sistema operativo móvil Android [11].

A diferencia de otras aplicaciones de RA, RACube se basa en el uso de un cubo real que funciona como marcador, el cual se utiliza para interactuar (girándolo, acercándolo y desplazándolo) con un modelo virtual tridimensional que se visualiza a través de la pantalla de un dispositivo móvil. De acuerdo al cubo real utilizado, la aplicación permite visualizar un conjunto de distintos modelos 3D asociados a diferentes conceptos didácticos de la asignatura.

Entre las características principales de RACube se encuentran:

- **Botón de Descargar:** se ofrece un archivo .pdf que acompaña a la aplicación donde se incluyen las imágenes correspondientes a los distintos cubos físicos que se utilizan en conjunto con la aplicación para potenciar la experiencia de aprendizaje. En la parte superior izquierda de la Figura 3 se muestra el botón.

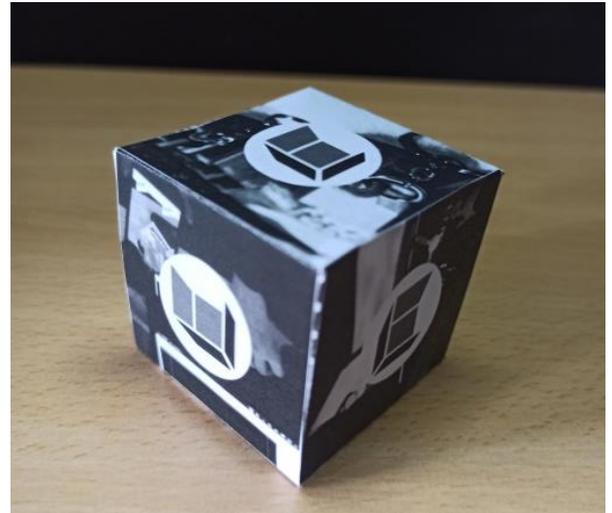
- **Menú de modelos 3D:** para cada cubo la aplicación ofrece un menú desplegable que le brinda al usuario una previsualización de modelos disponibles, este menú facilita la elección del modelo 3D a visualizar. La Figura 3 ilustra a su derecha un menú de objetos.



**Figura 3.** Botones y Menú.

- **Escalar:** realizar un zoom del modelo 3D visualizado, aumentando o disminuyendo su tamaño según las necesidades del usuario. La acción se puede realizar acercando y alejando el cubo real, o realizando un gesto en la pantalla táctil del dispositivo móvil.
- **Rotar:** girar el modelo 3D visualizado, lo que proporciona una vista completa desde diferentes ángulos y puntos de vista. La acción se realiza girando el cubo real.
- **Trasladar:** mover la figura 3D en el espacio, lo que facilita la exploración de diferentes áreas y detalles de la representación. La acción se realiza moviendo el cubo real.

- **Cubo real:** es un cubo imprimible de papel que funciona como marcador de RA para RACube. La Figura 4 muestra un cubo real impreso en papel.



**Figura 4.** Cubo real.

### Metodología

Para que el uso de RACube resulte efectivo, se establecieron pautas a seguir tanto para los docentes como para los alumnos.

Aquí se propone utilizar la aplicación de RA aumentada como herramienta de soporte en dos actividades prácticas de la asignatura Sistemas de Representación.

A los docentes afectados se les realiza una capacitación previa del uso de aplicaciones de RA y de RACube en particular.

Para los estudiantes, de acuerdo a cada práctico se realiza:

- **Práctica de Sistemas de medidas:** en esta actividad se les proporciona a los estudiantes la vista Isométrica de un objeto 3D a partir de la cual deben realizar el correspondiente Sistema Triédrico en la herramienta LibreCAD; es decir, las vistas de Alzada, Perfil y Planta. En resumen, la tarea consiste en la transformación desde el Sistema Isométrico (ver Figura 2) al Sistema Triédrico (ver Figura 1). Tradicionalmente, para completar esta actividad se requiere que el alumno gire el objeto tridimensional en su imaginario para así poder visualizar y dibujar cada una de las vistas solicitadas. La aplicación de RA tiene el fin de asistir en este proceso de aprendizaje y ayudar a desarrollar el imaginario, realizando la actividad inicialmente con

un objeto que se puede manipular con la mano. Inicialmente, la aplicación ya dispone de los modelos tridimensionales correspondientes al práctico, tal como se muestra en la Figura 3. Mediante el uso del menú, el alumno debe decidir qué modelo desea manipular. Una vez seleccionado el modelo, es posible rotarlo, escalarlo y trasladarlo mediante el uso del cubo real, visualizándolo en la pantalla del dispositivo móvil.

- **Práctica de Sistemas representativos:** en este caso la aplicación favorece el proceso de reconstrucción de objetos tridimensionales, es decir, el sentido inverso al desarrollado previamente, desde el Sistema Triédrico al Sistema Isométrico. Esta actividad corresponde a una de las últimas actividades prácticas de la asignatura Sistemas de Representación, en los cuales la complejidad para los estudiantes es mayor. En esta ocasión, durante la actividad se les facilitaron a los estudiantes únicamente las vistas bidimensionales que corresponden a la Alzada, Perfil y Planta del Sistema Triédrico (ver Figura 1) con las cuales se debe reconstruir la figura tridimensional correspondiente. El alumno debe intentar reconstruir, en su imaginación, el objeto tridimensional que corresponde a las tres vistas suministradas, para luego dibujar el correspondiente Sistema Isométrico (ver Figura 2). La aplicación de RACube permite verificar este proceso. Inicialmente, la aplicación dispone de todos los modelos 3D correspondientes a los Sistemas Triédricos de la actividad y un cubo imprimible asociado al conjunto de figuras. La Figura 5 muestra uno de los modelos 3D siendo visualizados desde RACube.

Para el uso de la aplicación de RA el estudiante debe utilizar el cubo impreso correspondiente al práctico a trabajar y visualizarlo mediante la cámara de su celular usando RACube. Como resultado la aplicación muestra el menú con los modelos 3D correspondiente, al seleccionar un modelo en particular es posible realizar su manipulación tal como lo ilustra la Figura 3.



Figura 5. RACube con modelo 3D.

## Resultados

En esta sección se tendrán en cuenta los resultados evidenciados a largo plazo de trabajos previos, y los resultados a corto plazo obtenidos en la propuesta actual.

- **Trabajos Previos:** la cátedra de la asignatura Sistemas de Representación ha implementado previamente diversas propuestas utilizando Realidad Virtual y Realidad Aumentada. Como resultados de estas experiencias (durante los años 2016, 2017, y 2018), se observó un aumento en los porcentajes de aprobación en evaluaciones, una disminución de la deserción, y como respuesta adicional se observó un incremento en la motivación de los estudiantes involucrados en las actividades [12, 13]. En estas propuestas iniciales la asignatura tenía un promedio de 35 alumnos.
- **Trabajo actual:** la propuesta aquí presentada se encuentra aún en etapa de implementación durante el primer cuatrimestre de 2024. La matrícula de la asignatura cuenta con 102 estudiantes. Los resultados preliminares muestran un aumento del 14% en la entrega de tareas y; una disminución promedio del 30% en el tiempo que les llevó a los estudiantes realizar las

actividades propuestas; adicionalmente es notorio cómo los estudiantes expresaron un particular interés en este tipo de aplicaciones de RA que les permite la manipulación. A futuro queda evaluar el resultado de exámenes, motivación en otras actividades y deserción.

## Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo se presenta una propuesta innovadora para la enseñanza de la asignatura Sistemas de Representación. La propuesta toma como base el potencial de la Realidad Aumentada para el soporte visual, el cual ha sido ampliamente utilizado en educación y en otras aplicaciones tanto comerciales como educativas [14].

Cabe destacar que la propuesta surge como resultado del trabajo en conjunto desde el año 2016 de la cátedra de Sistemas de Representación con el Laboratorio de Computación Gráfica de la Universidad Nacional de San Luis [12, 13, 15, 16, 17, 18]. Aunque la implementación de esta propuesta, hasta el momento, se encuentra en una etapa inicial, ha sido posible corroborar los efectos positivos en el aprendizaje con expectativas de una mejora significativa en la motivación y creatividad de los estudiantes.

Entre los aspectos a destacar se encuentra que el enfoque en lo visual ayuda al desarrollo de habilidades espaciales en el imaginario del estudiante. Como resultados concretos se ha logrado estimular e interesar a los estudiantes, aumentando porcentajes de entrega en actividades de la asignatura.

Como trabajo futuro se está evaluando la posibilidad de realizar nuevos desarrollos tanto de Realidad Aumentada como de Realidad Virtual que permitan potenciar la educación visual del estudiante mediante la estimulación de su creatividad de manera lúdica e intuitiva.

## Bibliografía

- [1] <https://librecad.org/>
- [2] Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- [3] Birgin, A. (2020). Emergencia y pedagogía: la cuarentena en los institutos de formación

docente. Pensar la educación en tiempos de pandemia: entre la emergencia, el compromiso y la espera, 189-200.

- [4] Billingham, M., & Duenser, A. (2012). *Augmented Reality in the Classroom*. *Computer*, 45(7), 56-63. <https://doi.org/10.1109/MC.2012.195>

[5] Giesecke, F. E., Mitchell, A., Spencer, H. C., Hill, I. L., Dygdon, J. T., Novak, J. M., & Lockhart, C. (2016). *Technical Drawing with Engineering Graphics* (15th ed.). Peachpit Press.

[6] Lamadrid, E., & Gonzalez, J. (2007). *Sistemas de representación y Dibujo Técnico*. Ediciones de la Universidad de Oviedo.

[7] <https://unity.com/>

[8] <https://developer.vuforia.com/>

[9] <https://www.blender.org/>

[10] <https://www.gimp.org/>

[11] <https://play.google.com/store/apps>

[12] Alvarado, Y., Jofré, N., Rosas, M., & Guerrero, R. (2018). AR4Axo: Aumentando la Inteligencia Espacial para Proyecciones en Sistema Axonométrico. En XIII Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2018) (pp. 203-205). Universidad Nacional de Misiones, Posadas, Misiones, Argentina.

[13] Alvarado, Y., Jofré, N., Rosas, M., & Guerrero, R. (2019). Aplicaciones de Realidad Virtual y Realidad Aumentada como soporte a la enseñanza del Dibujo Técnico. *Enseñanza y Aprendizaje de Ingeniería de Computadoras*, (9), 65-74. <http://hdl.handle.net/10481/58153>.

[14] Hoyuelos, M., & Martín-Gutiérrez, J. (2019). Realidad Aumentada en Educación: Revisión sistemática de la literatura y análisis de casos de estudio. *Revista de Educación a Distancia*, (61), 1-25. DOI: 10.6018/red/61/1

[15] Alvarado, Y., Jofré, N., Rosas, M., & Guerrero, R. (2019). El uso de la holografía como motivador de la inteligencia espacial. En XIV Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2019) (pp. 276-278). Universidad Nacional de San Luis, San Luis, San Luis, Argentina.

[16] Herrera, W., Rosas, M., Jofré, N., Alvarado, Y., & Guerrero, R. (2020). VR4Axo: Realidad Virtual Inmersiva para la identificación de Representaciones Axométricas en Dibujo Técnico. En XV Congreso Nacional de Tecnología en

Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2020) (pp. 231-233). Universidad Nacional del Comahue, Ciudad de Neuquén, Neuquén, Argentina.

[17] Alvarado, Y., & Guerrero, R. (2023). Creación y Uso de REA de Realidad Extendida para PEA a partir del Trabajo Transversal de las Asignaturas Computación Gráfica, Realidad Virtual y Sistemas de Representación. En V Workshop sobre Prácticas Educativas Abiertas (WPEA 2023) (pp. 74-76). Universidad Nacional de San Luis, Argentina.

[18] María Verónica Rosas, Yoselie Alvarado, Roberto Guerrero. (2022). El uso de Tecnologías Emergentes en la asignatura Sistemas de Representación: Repositorio de Recursos Educativos Abiertos. En IV Workshop sobre Prácticas Educativas Abiertas (WPEA 2022) (pp. 53-55). Universidad Nacional de San Luis, Argentina.