

Desarrollo de la inteligencia espacial en estudiantes de diseño, mediante el uso de realidad aumentada en la creación de objetos tridimensionales

Development of spatial intelligence in design students using augmented reality in the creation of three-dimensional objects

1 Juan Alberto Paredes Chicaiza  <https://orcid.org/0000-0002-7535-9742>
Máster en diseño curricular y evaluación educativa, Máster en gestión del diseño
Facultad de Diseño y Arquitectura, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

juan.paredes@uta.edu.ec

2 Martín Benancio Monar Naranjo  <https://orcid.org/0000-0001-8180-2432>
Máster en administración de empresas con mención en sistemas integrados de calidad, seguridad y ambiente.

Facultad de Diseño y Arquitectura, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

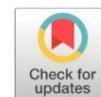
mb.monar@uta.edu.ec

3 Edgar Andrés Heredia Gamboa  <https://orcid.org/0000-0002-9650-9594>
Magister en arquitectura, mención en desarrollo urbanístico y ordenamiento territorial.
Facultad de Diseño y Arquitectura, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

ea.heredia@uta.edu.ec

4 Jessica Viviana Martínez Vergara  <https://orcid.org/0009-0003-4731-5907>
Máster en Ingeniería del Diseño, Facultad de ciencias de la educación humanas y tecnológica, Universidad Nacional de Chimborazo

jessica.martinez@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/11/2023

Revisado: 27/12/2023

Aceptado: 02/01/2024

Publicado: 30/01/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v6i1.448>

Cítese:

Paredes Chicaiza, J. A., Monar Naranjo, M. B., Heredia Gamboa, E. A., & Martínez Vergara, J. V. (2024). Desarrollo de la inteligencia espacial en estudiantes de diseño, mediante el uso de realidad aumentada en la creación de objetos tridimensionales. AlfaPublicaciones, 6(1), 164–181. <https://doi.org/10.33262/ap.v6i1.448>



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

Inteligencia
Espacial;
Realidad
Virtual; Diseño,
Objetos 3D

Resumen

Introducción. La inteligencia espacial es esencial en un mundo donde la tecnología y el diseño son accesibles para todos. La realidad aumentada, al combinar elementos virtuales con el entorno real, facilita la visualización y comprensión de diseños tridimensionales. Implementada en la enseñanza de Dibujo Técnico, permite una interacción activa y envolvente con modelos virtuales, lo que mejora la comprensión y manipulación de objetos. Esta herramienta estimula la exploración intuitiva de diseños desde diferentes perspectivas, facilitando el análisis y evaluación de conceptos. La investigación demuestra que la realidad aumentada mejora la comprensión y la replicación de objetos 3D. **Objetivo.** Potenciar el desarrollo de la inteligencia espacial en estudiantes de diseño a través de la implementación de realidad aumentada en la creación de objetos tridimensionales. **Metodología.** La investigación se enfoca en mejorar la representación de objetos tridimensionales en estudiantes de Diseño y Arquitectura. Se implementó un proceso experimental en el aula de clase para optimizar el dibujo técnico. La metodología se centró en la comprensión espacial y la proporción adecuada. Se compararon dos enfoques: uno tradicional con imágenes impresas de referencia y otro con realidad aumentada en dispositivos móviles. Se evaluaron tiempos y calidad de representación. Los resultados se analizaron estadísticamente con la prueba T de Student en 23 estudiantes de 18 a 20 años. La tecnología mejoró significativamente los resultados. **Resultados.** La realidad aumentada demostró mejorar el rendimiento académico en dibujo técnico. Los resultados de pruebas pre y post-implementación mostraron un aumento significativo en las calificaciones promedio, de 5.52 a 8.37. La mediana también mejoró, de 6.70 a 8.30, y la moda aumentó de 3.30 a 8.30, indicando una mejora generalizada. Sin embargo, la desviación estándar aumentó de 0.35 a 2.21, señalando una mayor variabilidad en los resultados post-implementación. Aunque algunos estudiantes se beneficiaron más que otros, en general, la realidad aumentada demostró ser efectiva para mejorar el rendimiento académico en dibujo técnico. **Conclusión.** La realidad aumentada ha revolucionado el dibujo técnico, impactando tanto en la educación como en la industria. Facilita la visualización tridimensional, mejora la precisión y la interpretación de diseños, y favorece la integración entre lo digital

y lo físico. Los estudiantes que la utilizan logran representaciones más detalladas y precisas, mejorando su rendimiento académico. Además, su interactividad y visualización en 3D facilitan la comprensión de conceptos técnicos. En proyectos, ayuda a garantizar que el diseño se ajuste a las necesidades del proyecto, reduciendo costos y retrabajos. En resumen, la realidad aumentada es esencial para impulsar la innovación y la excelencia en ingeniería y diseño. **Área de estudio general:** Enseñanza en el Diseño. **Área de estudio específica:** Dibujo técnico.

Keywords:

Spatial
Intelligence;
Virtual Reality;
Design, 3D
Objects;
Design, 3D
Objects

Abstract

Introduction. Spatial intelligence is essential in a world where technology and design are accessible to all. Augmented reality, by combining virtual elements with the real environment, facilitates the visualization and understanding of three-dimensional designs. Implemented in the teaching of Technical Drawing, it allows an active and immersive interaction with virtual models, which improves the understanding and manipulation of objects. This tool stimulates the intuitive exploration of designs from different perspectives, facilitating the analysis and evaluation of concepts. Research shows that augmented reality improves understanding and replication of 3D objects. **Objective.** To enhance the development of spatial intelligence in design students through the implementation of augmented reality in the creation of three-dimensional objects. **Methodology.** The research focuses on improving the representation of three-dimensional objects in Design and Architecture students. An experimental process was implemented in the classroom to optimize technical drawing. The methodology focused on spatial understanding and proper proportion. Two approaches were compared: a traditional one with printed reference images and another with augmented reality on mobile devices. Time and quality of representation were evaluated. Results were statistically analyzed with Student's t-test in 23 students aged 18-20 years. **Results.** Augmented reality was shown to improve academic performance in technical drawing. Pre- and post-implementation test results showed a significant increase in mean scores, from 5.52 to 8.37. The median also improved, from 6.70 to 8.30, and the mode increased from 3.30 to 8.30, indicating a generalized improvement. However, the standard deviation increased from 0.35 to 2.21, indicating greater variability in post-

implementation results. Although some students benefited more than others, overall, augmented reality proved effective in improving academic performance in technical drawing. **Conclusion.** Augmented reality has revolutionized technical drawing, impacting both education and industry. It facilitates three-dimensional visualization, improves the accuracy and interpretation of designs, and favors the integration between the digital and the physical. Students who use it achieve more detailed and accurate representations, improving their academic performance. In addition, its interactivity and 3D visualization facilitate the understanding of technical concepts. In projects, it helps ensure that the design fits the needs of the project, reducing costs and rework. In short, augmented reality is essential to drive innovation and excellence in engineering and design. **General area of study:** Education in Design. **Specific Area of Study:** Technical Drawing.

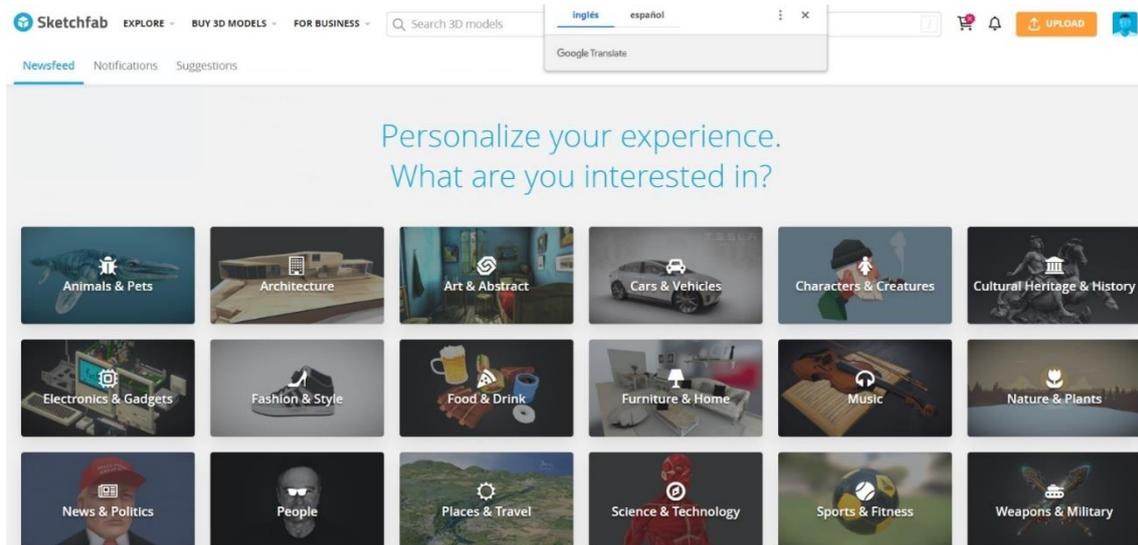
Introducción

El desarrollo de la inteligencia espacial es fundamental en la formación integral del ser humano, y su potenciación requiere de estímulos y ejercicios específicos. En la investigación realizada por Moyota (2022), se exploran diversas formas de potenciar esta habilidad desde la infancia, utilizando un enfoque de aprendizaje experiencial. Este método, conocido como "aprender haciendo", involucra a los niños en actividades prácticas que fomentan la exploración y comprensión del espacio y las formas. Además del aprendizaje experiencial en la infancia, la inteligencia espacial puede desarrollarse en la vida cotidiana mediante el uso de mapas mentales (León & Velásquez, 2021). Estos mapas mentales permiten al estudiante visualizar conexiones y jerarquías entre conceptos de manera más clara y comprensible, en lugar de simplemente memorizar información de forma plana.

Con el avance tecnológico, la inteligencia espacial se ha vuelto aún más relevante en el día a día. Investigaciones como la de Martínez-Artero & Rabadán (2023), destacan la importancia de identificar y comprender las formas tridimensionales en un entorno tecnológico. Herramientas como *Thinkercad*, un software de diseño 3D en línea, ofrecen a los estudiantes la oportunidad de mejorar sus habilidades espaciales al interactuar con modelos virtuales, y esta experiencia se complementa con la fabricación de objetos a través de impresoras 3D. Vásquez (2021), propone un enfoque práctico para mejorar la inteligencia espacial en el rendimiento académico, mediante talleres que fortalezcan esta habilidad. Su investigación revela que la implementación de herramientas específicas

puede tener un impacto significativo en el desempeño de los estudiantes, con un aumento notable en el nivel de habilidad espacial después de un ciclo académico.

Además de los métodos clásicos, la tecnología ofrece nuevas oportunidades para el desarrollo de la inteligencia espacial. Investigaciones como las de González et al. (2021) y Atehortúa & Tunjano (2021), exploran cómo las aplicaciones tecnológicas pueden mejorar la enseñanza del dibujo técnico y facilitar la comprensión de objetos en tres dimensiones. La revolución tecnológica en este campo ha ampliado las posibilidades de desarrollo y ha hecho que las aplicaciones sean más accesibles e intuitivas para los estudiantes. Morales (2022), en su tesis doctoral, y otros investigadores como Gavancho (2020) y Cadenillas (2020), resaltan la importancia de la inteligencia artificial y la realidad aumentada en el desarrollo de habilidades espaciales. La combinación de estas tecnologías con la impresión 3D ofrece a los estudiantes la oportunidad de interactuar con objetos tangibles, lo que facilita una comprensión más profunda y una mejor internalización de conceptos espaciales.

Figura 1*Vista de programa Sketchfab, modelado 3D*

Nota: Sketchfab.com

Metodología

La presente Investigación se centra un proceso experimental en el aula de clase (Marrero & Hernández, 2022), donde los estudiantes de carreras proyectuales como Diseño y Arquitectura representan objetos tridimensionales a fin de optimizar los procesos en la asignatura de Dibujo Técnico. En el proceso de dibujo de objetos tridimensionales, un aspecto esencial es la comprensión espacial y la buena proporción para lograr un a

construcción gráfica de un diseño (Texeira & Nakata, 2017), esto como una característica que toda metodología de clase debe cubrir, además, el referente del volumen que se va a representar por parte de los estudiantes en cuanto a complejidad y forma. La metodología desarrollada se centra en el espacio de trabajo del taller práctico bajo rúbrica de trabajo y material de referencia para la actividad de estudiante; en este proceso se aplicaron “conocimientos a situaciones concretas y adquisición de habilidades básicas y procedimentales” (Aguilar-Moreno, 2022).

El objetivo de aprendizaje fue la mejora en tiempos y calidad de representación de volúmenes de complejidad básica, se desarrolló en dos etapas, donde la primera planteó un ejercicio de representación en un sentido clásico, donde se presenta una imagen impresa de referencia y los estudiantes procedieron a dibujar las vistas de este mediante las técnicas aprendidas y su capacidad de observación y comprensión de la forma. La segunda etapa buscó reducir los tiempos y mejorar la calidad de representación al introducir al proceso un referente interactivo mediante el uso de los dispositivos móviles de los estudiantes y entregando el referente como objeto 3D. El proceso inicial de la actividad comprendió una exploración del referente para la comprensión espacial por parte del estudiante; posteriormente el estudiante procedió con la representación con herramientas básicas como lápiz, borrador, tablero de dibujo y juego de escuadras; por último, se receptaron los trabajos ordenándolos en función al tiempo en que los estudiantes terminaron sus dibujos. Se evaluaron las diferencias de tiempos resultantes entre la comprensión espacial derivadas de una imagen impresa y mediante la visualización del mismo objeto tridimensional en la pantalla del teléfono móvil (Moritz & Youn, 2022), además de poder interactuar con está cambiando su orientación (Liao, 2017), mediante los gestos del teléfono móvil. Los tiempos se tomaron de forma discreta mediante un cronómetro y la calidad del producto mediante una rúbrica de evaluación.

Los datos obtenidos de tiempos y calificaciones se analizaron mediante la prueba estadística T de student, a un total de 23 estudiantes en dos rondas, una primera con el método tradicional y la segunda con la aplicación de tecnología. La edad de los participantes varió entre 18 y 20 años. La recopilación de información se llevó a cabo en el segundo parcial donde se tenía interiorizado los conocimientos necesarios como prerrequisitos de taller práctico.

Desarrollo

Para lograr la aplicación de la realidad aumentada en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza de volúmenes y objetos tridimensionales, se trabaja con un enfoque mixto: cuantitativo, porque se recopilan y analizan datos numéricos y medibles; y cualitativo, donde se analizan las opiniones de los estudiantes en la observación y comprensión del espacio y su representación manual con lápiz y papel.

El método cuantitativo se basa en la recopilación y el análisis de datos numéricos y medibles. En el contexto de la aplicación de la realidad aumentada, se pueden utilizar diversas métricas cuantitativas para evaluar el rendimiento y la precisión, tales como:

- Tiempo de ejecución necesario para realizar una tarea de representación de objetos tridimensionales utilizando realidad aumentada y compararlo con el tiempo utilizando el método tradicional.
- Precisión de las mediciones realizadas con realidad aumentada en comparación con el método tradicional.
- Calidad de las representaciones gráficas creadas utilizando realidad aumentada y el método tradicional, para comparar la calidad visual entre ambos enfoques.

El método cualitativo se centra en la recopilación y el análisis de datos no numéricos, como opiniones, percepciones y experiencias de los estudiantes. En el contexto de la aplicación de la realidad aumentada, el método cualitativo puede proporcionar información más profunda y detallada sobre la experiencia percibida de la realidad aumentada en comparación con el método tradicional. Se puede utilizar:

- Observación de los estudiantes mientras interactúan con la realidad aumentada y el método tradicional, para tomar notas detalladas de sus reacciones y dificultades.

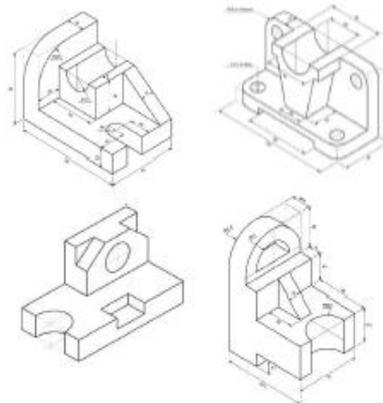
La población estudiantil que participó en esta experiencia estuvo compuesta por veintitrés estudiantes de segundo semestre de la Carrera de Diseño Industrial, inscritos en la asignatura de Dibujo Técnico. La edad de los participantes varió entre 18 y 20 años. El curso se llevó a cabo en el segundo parcial, donde se realizó la representación de las vistas principales de un objeto utilizando métodos tradicionales de dibujo técnico, y luego, después de un cierto tiempo, se enfocó en el uso de la realidad aumentada.

El primer momento (pretest) comienza con la entrega a los estudiantes de objetos tridimensionales impresos en hojas para que puedan realizar la representación de las vistas principales de un objeto. En la misma se detallan las instrucciones a desarrollar, como, por ejemplo: representar las vistas principales del objeto, ubicar correctamente las vistas y aplicar la escala natural.

Figura 2

Herramientas de evaluación y referentes para realización de ejercicios

EXÁMEN DE DIBUJO TÉCNICO 3D MECÁNICO					
Nombre/apellido: _____	Carrera: _____			Semestre: _____	
Instrucciones: - Represente las vistas principales del objeto que se le asignó. - Ubique correctamente las vistas en la hoja de formato A4 - Aplicar la escala natural. - Evite los borrones o manchones.				Nota: Sobre 3 puntos. Tiempo: 45 min	
	3 (eselente)	2,5 (muy bueno)	2 (bueno)	1,5 (regular)	1 (deficiente)
Calidad de la presentación (aseo en láminas)					
Organización y secuencia (uso correcto de materiales de Dibujo)					
Prestación y claridad (trazos y medidas exactas)					
Representa correctamente las vistas del objeto (termina la representación de las tres vistas principales)					



Nota: Información estudiantil. FDA-UTA

Los estudiantes tienen 45 minutos para estructurar las vistas principales de los objetos. La actividad comenzó a las 15:10 y finalizó a las 15:55, y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 1

Momento 1. Tiempos y notas de estudiantes

Dibujo Técnico	Ejercicio 1		
	Método tradicional tiempo		Nota sobre 10
	Inicio	Final	
Amancha Pomboza Alex Fernando	15h10	15h55	6,7
Araujo Yanchapanta Bryan Mateo	15h10	15h55	6,7
Chimbo López Miguel Ángel	15h10	15h55	3,3
Chuncha Toaza Danilo Alexander	15h10	15h55	8,3
Clavijo Jacome Andrea Elizabeth	15h10	15h55	6,7
Diaz Alarcón Erick Isaac	15h10	15h47	8,3
Frutos Mayorga Juan Esteban	15h10	15h55	3,3

Tabla 1
Momento 1. Tiempos y notas de estudiantes (continuación)

Dibujo Técnico	Ejercicio 1		Nota sobre 10
	Método tradicional Inicio	tiempo Final	
Gómez Galarza Bryan Josué	15h10	15h52	6,7
Iglesias Naveda Josué Santiago	15h10	15h49	6,7
Malan Yaucan Luisa Monserrath	15h10	15h55	3,3
Miranda Choto Emanuel Enrique	15h10	15h49	6,3
Morales Moya Mateo Sebastián	15h10	15h55	3,3
Mosquera Iza Kevin Eduardo	15h10	15h55	5,0
Muzo Toapaxi Karen Del Rocío	15h10	15h53	8,3
Ortega Paredes Martin Alexander	15h10	15h55	8,3
Ortiz Sinaluisa Lisbeth Estefanía	15h10	15h55	8,3
Sailema Torres Richard Fabricio	15h10	15h55	6,7
Supe Amaguaña Edwin Andres	15h10	15h54	2,1
Talahua Gavilanes Heidi Pamela	15h10	15h55	3,3
Tandalla Changoluisa Melanie Judith	15h10	15h55	3,3
Toscano Jiménez Johan Ismael	15h10	15h40	2,1
Vallejo Molina Santiago Ricardo	15h10	15h55	6,7
Villegas Vásconez Gabriela Alejandra	15h10	15h55	3,3

Nota: Información estudiantil. FDA-UTA

Tabla 2

Momento 1. Tiempos de entrega y número de estudiantes

tiempo inicio	15h10	23
	15h55	16
	15h54	1
	15h53	1
tiempo de entrega tarea	15h52	1
	15h49	2
	15h47	1
	15h40	1

Fuente: Información estudiantil. FDA-UTA

Durante el ejercicio estructurado de 45 minutos, se observó el comportamiento de los estudiantes en relación con el tiempo de finalización. El ejercicio comenzó a las 15:10 horas con la participación de 23 estudiantes. A medida que avanzaba el tiempo, se registraron diferentes momentos de finalización hasta las 15:55 horas.

Un estudiante logró completar el ejercicio a las 15:40 horas, lo cual indica una finalización dentro del tiempo asignado. Sin embargo, otro estudiante requirió algunos minutos adicionales y finalizó a las 15:47 horas. Posteriormente, a las 15:49 horas, dos estudiantes adicionales concluyeron su ejercicio.

Luego, se observó que un estudiante más finalizó a las 15:52 horas, seguido por otro a las 15:53 horas y uno adicional a las 15:54 horas. Finalmente, a las 15:55 horas, los últimos 16 estudiantes concluyeron el ejercicio.

Estos registros muestran una variedad de tiempos de finalización, lo que puede indicar diferencias en el enfoque, la velocidad de trabajo y la gestión del tiempo entre los estudiantes.

Figura 3

Estudiantes representando las vistas con el método tradicional.



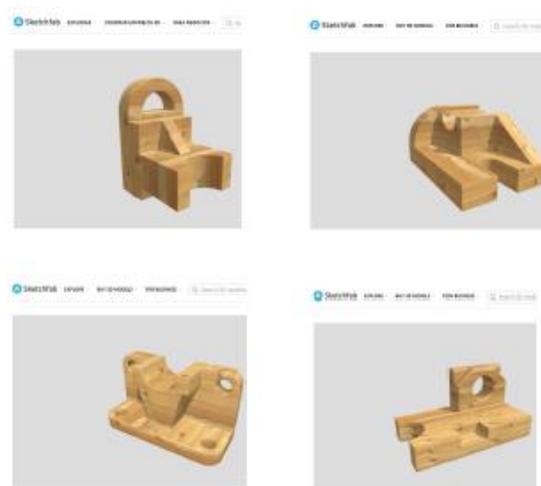
Nota: Actividad práctica desarrollado en clase con la guía del docente – facultad de Diseño y Arquitectura de la Universidad Técnica de Ambato.

El segundo momento (post-test) comienza con la entrega a los estudiantes de objetos tridimensionales con realidad aumentada para que puedan realizar la representación de las vistas principales de un objeto. En la misma se detallan las mismas instrucciones que en el momento anterior.

Figura 4

Herramientas de evaluación y referentes para realización de ejercicios (3D)

EXÁMEN DE DIBUJO TÉCNICO 3D MECÁNICO					
Nombre/apellido:	Carrera:	Semestre:			
Instrucciones: - Represente las vistas principales del objeto que se le asignó. - Ubique correctamente las vistas en la hoja de formato A4 - Aplicar la escala natural. - Evite los borrones o manchones.					Nota: Sobre 3 puntos. Tiempo: 45 min
	3 (excelente)	2,5 (muy bueno)	2 (bueno)	1,5 (regular)	1 (deficiente)
Calidad de la presentación (aseo en láminas)					
Organización y secuencia (uso correcto de materiales de Dibujo)					
Presición y claridad (trazos y medidas exactas)					
Representa correctamente las vistas del objeto (termina la representación de las tres vistas principales)					



Nota: Material de referencia y evaluación para los estudiantes – facultad de Diseño y Arquitectura de la Universidad Técnica de Ambato.

Los estudiantes tienen 45 minutos de tiempo para estructurar las vistas principales de los objetos, iniciaron a las 16h10 hasta las 16h55 y se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 3

Momento 2. Tiempos y notas de estudiantes

Dibujo Técnico	Ejercicio 2		
	Método Tradicional		Nota Final Sobre 10
	Tiempo		
	Inicio	Final	
Amancha Pomboza Alex Fernando	16h08	16h46	10
Araujo Yanchapanta Bryan Mateo	16h08	16h46	8,3
Chimbo Lopez Miguel Angel	16h08	16h42	6,7
Chuncha Toaza Danilo Alexander	16h08	16h39	10,0

Tabla 3

Momento 2. Tiempos y notas de estudiantes (continuación)

Dibujo Técnico	Ejercicio 2		Nota Final Sobre 10
	Método Tradicional	Tiempo	
Clavijo Jacome Andrea Elizabeth	16h08	16h32	10,0
Diaz Alarcon Erick Isaac	16h08	16h29	8,3
Frutos Mayorga Juan Esteban	16h08	16h49	5,0
Gomez Galarza Bryan Josue	16h08	16h34	8,3
Iglesias Naveda Josue Santiago	16h08	16h25	8,3
Malan Yaucan Luisa Monserrath	16h08	16h44	6,7
Miranda Choto Emanuel Enrique	16h08	16h34	10,0
Morales Moya Mateo Sebastian	16h08	16h40	5,0
Mosquera Iza Kevin Eduardo	16h08	16h49	8,3
Muzo Toapaxi Karen Del Rocio	16h08	13h36	10,0
Ortega Paredes Martin Alexander	16h08	16h40	10,0
Ortiz Sinaluisa Lisbeth Estefania	16h08	16h33	10,0
Sailema Torres Richard Fabricio	16h08	16h39	10,0
Supe Amaguaña Edwin Andres	16h08	16h38	10,0
Talahua Gavilanes Heidi Pamela	16h08	16h52	8,3
Tandalla Changoluisa Melanie Judith	16h08	16h49	6,7
Toscano Jimenez Johan Ismael	16h08	16h21	10,0
Vallejo Molina Santiago Ricardo	16h08	16h37	8,3
Villegas Vasconez Gabriela Alejandra	16h08	16h40	10,0

Nota: Información estudiantil. FDA-UTA

Tabla 4

Momento 1. Tiempos de entrega y número de estudiantes

tiempo inicio	16h08	23	
	16h52	1	
	16h49	3	
	16h46	2	
	16h44	1	
	16h42	1	
	tiempo de entrega tarea	16h40	3
		16h39	2
		16h38	1
		16h37	1
16h36		1	
	16h34	2	

Tabla 4

Momento 1. Tiempos de entrega y número de estudiantes (continuación)

	16h33	1
	16h32	1
tiempo de entrega tarea	16h29	1
	16h25	1
	16h21	1

Nota: Información estudiantil. FDA-UTA

Durante el ejercicio estructurado de 45 minutos, se llevaron a cabo observaciones detalladas sobre el tiempo de finalización de los estudiantes participantes. El ejercicio comenzó a las 16:08 horas con la participación de 23 estudiantes. A medida que transcurrió el tiempo, se registraron distintos momentos en los que los estudiantes finalizaron el ejercicio.

El primer estudiante logró concluir el ejercicio a las 16:21 horas, evidenciando una finalización dentro del tiempo asignado. Luego, a las 16:25 horas, otro estudiante terminó su actividad. En sucesión, a las 16:29 horas, un estudiante adicional finalizó, seguido por uno más a las 16:32 horas y otro a las 16:33 horas.

El intervalo entre las 16:34 y las 16:39 horas mostró una serie de estudiantes que culminaron su ejercicio. Dos estudiantes finalizaron a las 16:34 horas, uno a las 16:36 horas, otro a las 16:37 horas y uno más a las 16:38 horas. Luego, a las 16:39 horas, otros dos estudiantes concluyeron su actividad.

Posteriormente, entre las 16:40 y las 16:49 horas, se observó una mayor cantidad de estudiantes finalizando el ejercicio. Tres estudiantes terminaron a las 16:40 horas, uno a las 16:42 horas y otro a las 16:44 horas. A las 16:46 horas, dos estudiantes más concluyeron, seguidos por tres estudiantes a las 16:49 horas. Finalmente, a las 16:52 horas, un estudiante culminó el ejercicio.

Estos registros proporcionan una visión detallada del tiempo de finalización de cada estudiante, revelando diferentes ritmos de trabajo y habilidades de gestión del tiempo.

Figura 5

Estudiantes representando las vistas con realidad aumentada



Nota: Actividad práctica desarrollado en clase con la guía del docente – facultad de Diseño y Arquitectura de la Universidad Técnica de Ambato.

Resultados

La aplicación de la realidad aumentada en relación con los métodos tradicionales de dibujo técnico ha arrojado resultados significativos en términos de mejora en el rendimiento académico de los estudiantes. Para evaluar el impacto de esta tecnología, se realizaron pruebas tanto antes (pretest) como después (postest) de implementar la realidad aumentada en el proceso de aprendizaje.

Los resultados muestran un aumento significativo en las calificaciones promedio de los estudiantes después de utilizar la realidad aumentada. En el pretest, la media de las calificaciones fue de 5.52, mientras que, en el postest, la media se elevó a 8.37. La mediana también experimentó una mejora, pasando de 6.70 en el pretest a 8.30 en el postest. Es decir, la mitad de los estudiantes obtuvo calificaciones más altas después de utilizar la realidad aumentada.

En cuanto a la moda, que es el valor que más se repite en un conjunto de datos, en el pretest fue de 3.30, pero en el postest aumentó significativamente a 8.30. Esto sugiere que

después de utilizar la realidad aumentada, más estudiantes obtuvieron calificaciones cercanas a 8.30, lo que indica un mayor nivel de rendimiento generalizado.

Además, es importante mencionar que la desviación estándar del pretest fue de 0.35, mientras que en el postest aumentó a 2.21. Esto indica que las calificaciones en el postest están más dispersas en comparación con el pretest. Es decir, hubo una mayor variabilidad en los resultados de los estudiantes después de utilizar la realidad aumentada, lo que sugiere que algunos estudiantes alcanzaron calificaciones más altas y otros alcanzaron calificaciones más bajas en comparación con el pretest.

En resumen, los resultados del postest muestran una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes después de aplicar la realidad aumentada en los métodos tradicionales de dibujo técnico. Los promedios, las medianas y las modas aumentaron considerablemente, lo que indica un aumento generalizado en las calificaciones. Sin embargo, también se observó una mayor variabilidad en los resultados, lo que sugiere que algunos estudiantes se beneficiaron más que otros de la implementación de la realidad aumentada.

Conclusiones

- La realidad aumentada se ha posicionado como una herramienta transformadora en el ámbito del dibujo técnico, con un impacto considerable en la ingeniería y el diseño. Su capacidad para proporcionar una visualización tridimensional, mejorar la precisión y la interpretación de los diseños, así como facilitar la integración entre el diseño digital y el mundo físico, la convierte en un elemento crucial para mejorar la eficiencia y la comunicación en el proceso de dibujo técnico.
- Los estudiantes que han utilizado la realidad aumentada han demostrado lograr representaciones gráficas más precisas y detalladas en comparación con aquellas realizadas mediante métodos tradicionales. La capacidad de manipular y visualizar los diseños desde diferentes perspectivas ha contribuido significativamente a una representación más clara y comprensible. Además, la interactividad y la visualización en 3D proporcionada por la realidad aumentada parecen haber facilitado el aprendizaje y la comprensión de conceptos técnicos, lo que se refleja en un rendimiento académico generalmente mejorado.
- El impacto positivo de la realidad aumentada no se limita únicamente al proceso de dibujo técnico, sino que se extiende a la implementación y construcción de proyectos. Al permitir una mejor comprensión y comunicación del diseño entre todos los implicados en el proyecto, la realidad aumentada ayuda a garantizar que el resultado final se ajuste precisamente a las necesidades y especificaciones del proyecto. Esto a su vez, contribuye a la reducción de costos y retrabajos,

optimizando así los recursos y mejorando la eficiencia en la ejecución de proyectos de ingeniería y diseño.

- En resumen, la realidad aumentada ha demostrado ser una herramienta invaluable en el campo del dibujo técnico, con un impacto significativo en la educación, la industria y la ejecución de proyectos. Su capacidad para mejorar la precisión, la comprensión y la comunicación en el proceso de diseño la convierte en un elemento esencial para impulsar la innovación y la excelencia en el ámbito de la ingeniería y el diseño.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar-Moreno, M. (2022). Dibujo para el diseño, herramienta de pensamiento y comunicación. *Arte, Individuo y Sociedad*, 34(1): 11-26.
<https://dx.doi.org/10.5209/aris.68721>
- Atehortúa Torres, W., & Tunjano Bohórquez, A. (2021). Actividad tecnológica escolar mediada por un objeto virtual de aprendizaje para fortalecer la inteligencia espacial en estudiantes de grado sexto del ITI Centro Don Bosco. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 495-510.
<https://doi.org/10.5380/rys.v13i2.81497>
- Cadenillas, J. (2020). *Aplicación de rúbricas para medir el desarrollo de la inteligencia espacial en los estudiantes de la asignatura de dibujo para ingeniería, en la Universidad Tecnológica del Perú, Campus Chiclayo* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9065>
- Gavancho, R. (2020). *Modelo de Gestión de proyectos y emprendimiento, basado en la impresión 3D como recurso educativo para desarrollar la inteligencia espacial en estudiantes del nivel secundario de la institución educativa fe y alegría N20 del distrito de Santiago-Cusco 2019* [Tesis de Maestría, Universidad Pedro Ruiz Gallo] <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9282>
- Gonzáles, H., Almanza, A., Valadez, L., & Monroy, F. (2021). *Vista de El aprendizaje del dibujo técnico*. *ARSA*, 1. <https://doi.org/10.18041/2745-1453/rac.2021.v1n1.7570>

- León, A., & Velásquez, B. (2021). *Desarrollo del pensamiento e inteligencia visual-espacial en estudiantes universitarios*. RCAAP, 17(1): 53-74.
<https://revistas.rcaap.pt/thij/article/view/30910/22114>
- Liao, K. H. (2017). The abilities of understanding spatial relations, spatial orientation, and spatial visualization affect 3D product design performance: using carton box design as an example. *Int J Technol Des. Educ*, 27: 131–147.
<https://doi.org/10.1007/s10798-015-9330-3>
- Marrero Galván, J. J., & Hernández Padrón, M. (2022). La trascendencia de la realidad virtual en la educación STEM: una revisión sistemática desde el punto de vista de la experimentación en el aula. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 74(4): 45–63.
<https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94179>
- Martínez-Artero, M. R., & Rabadán, J. (2023). Una intervención de sentido espacial con Tinkercad en futuros maestros. *Revista de Educación a distancia*, 23(76).
<https://doi.org/10.6018/red.562041>
- Morales, G. (2022). *Desarrollo de la Inteligencia Espacial a través de la Realidad Aumentada en áreas de conocimiento STEM* [Tesis de Doctorado, Universidad de Murcia].
<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/120548/1/Tesis%20doctoral%20-%20Gin%c3%a9s%20Morales%20M%c3%a9ndez%20%28sin%20art%c3%adulos%29.pdf>
- Moritz, A., & Youn, Sy. (2022). Spatial ability of transitioning 2D to 3D designs in virtual environment: understanding spatial ability in apparel design education. *Fashion and Textiles*, (9)29. <https://doi.org/10.1186/s40691-022-00293-w>
- Moyota, A. (2022). *Desarrollo de la inteligencia espacial a través del uso de rompecabezas en niños de 4 a 5 años de la Unidad Educativa Santo Tomás Apóstol de la ciudad de Riobamba, periodo 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo Facultad de Ciencias de la Educación.]
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8917>
- Texeira, L., & Nakata, M. (2017). Métodos de enseñanza de dibujo de observación en la graduación de diseño. *Procesos urbanos*, 4(4): 149-156.
<https://doi.org/10.21892/2422085X.357>
- Vásquez, M. (2021). *Inteligencia visual espacial en el rendimiento académico en la historia incaica en estudiantes de 2° de secundaria 2020* [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo].

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/63968/V%c3%a1squez_AML-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.



Indexaciones

