

# Hacia el desarrollo de la orientación espacial, a través del uso de gráficos 3D en los procesos educativos de los estudiantes

## Towards the development of spatial orientation through the use of 3D graphics in the educational processes of students

Benjamín Maraza-Quispe<sup>1</sup>, Nicolás Cayturo-Silva<sup>2</sup>, Willian Barrios-Concha<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa-Perú

<sup>2</sup>Universidad Católica de Santa María de Arequipa-Perú

<sup>3</sup>Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa-Perú

### Resumen

*El objetivo es determinar en qué medida el uso de gráficos 3D permite mejorar las habilidades de orientación espacial en los procesos educativos. La población del experimento fue de 300 estudiantes de Educación Básica Regular y a través de un muestreo aleatorio simple se eligieron a 25 estudiantes. Se han desarrollado cuatro sesiones de 50 minutos cada una, en las que se emplearon modelos tridimensionales, con la finalidad de determinar si se desarrollaron habilidades espaciales. Se han aplicado un pre-test y post-test psicométrico de razonamiento espacial con el objetivo de comparar el desarrollo de las habilidades espaciales en base a cinco criterios: Construcción de objetos tridimensionales en los niveles medio y avanzado, rotación de objetos a partir de referencias en sus niveles medio y avanzado y deconstrucción de objetos tridimensionales. Los resultados nos permiten visualizar que el uso de los gráficos 3D en los procesos de enseñanza-aprendizaje, permiten mejorar las habilidades de orientación espacial de los estudiantes en gran medida. Los cuales se evidencian en la mejora de los puntajes obtenidos en el Post-test, del 47.9% al 75.1% de ítems respondidos correctamente, la prueba T de Student muestran un valor P menor que 0.05 con la cual se demuestra la confiabilidad de la investigación.*

*Palabras clave:* Orientación; razonamiento; espacial; tecnología; gráficos 3D; educación; procesos.

### Abstract

*The objective is to determine to what extent the use of 3D graphics improves spatial orientation skills in educational processes. The population of the experiment was 300 students of Regular Basic Education and through a simple random sampling 25 students were chosen. Four sessions of 50 minutes each were developed, in which three-dimensional models were used, in order to determine if spatial skills were developed. A psychometric pre-test and post-test of spatial reasoning were applied in order to compare the development of spatial skills based on five criteria: construction of three-dimensional objects at intermediate and advanced levels, rotation of objects from references at intermediate and advanced levels, and deconstruction of three-dimensional objects. The results allow us to visualize that the use of 3D graphics in the teaching-learning processes allows us to improve the students' spatial orientation skills to a great extent. These are evidenced in the improvement of the scores obtained in the post-test, from 47.9% to 75.1% of items answered correctly, the student's t-test shows a P value of less than 0.05, which demonstrates the reliability of the research.*

*Keywords:* Orientation; reasoning; spatial; technology; 3D graphics; education; processes.

### Introducción

La tecnología se está desarrollando a pasos agigantados, expandiéndose a varias áreas, como la educación, donde se requieren cada vez más y mejores herramientas tecnológicas que faciliten el proceso de aprendizaje de los estudiantes. La investigación gira en torno a la pregunta ¿En qué medida el uso de una tecnología de gráficos 3D permite desarrollar la orientación espacial en estudiantes de educación secundaria?

La importancia de la investigación radica en el impacto que tiene el uso de gráficos 3D en el ámbito de la educación, permitiendo a los estudiantes poder desarrollar su orientación espacial, que les serán útiles para tener un mejor desenvolvimiento en un determinado espacio y a la vez promover el uso de la tecnología 3D en Instituciones Educativas, dado que, el principal problema de muchos de ellos y la educación en general es que el uso de las nuevas tecnologías no se han desarrollado ampliamente, por el contrario, se siguen empleando modelos de enseñanza monótonos y rutinarios, conllevando posteriormente al cansancio del estudiante, al igual que un bajo rendimiento

---

<sup>1</sup> **Correspondencia:** Benjamín Maraza-Quispe, bmaraza@unsa.edu.pe

académico y atracción, puesto que, las nuevas generaciones están cada vez más conectadas con la tecnología. (Maraza-Quispe, 2020).

Se considera que, la realidad virtual en conjunto con los modelos 3D no sólo permite una interacción dinámica, sino una sensación de inmersión. De manera que es posible potenciar en gran medida todos los conceptos de la ingeniería, donde las habilidades espaciales tienen gran importancia (Suárez, Rubio, Gallegos, & Gonzáles, 2004)

Asimismo, los modelos 3D generan sensación de inmersión en los estudiantes porque les facilita la interacción directa con los objetos, mejorando las habilidades de orientación espacial en los usuarios, conceptos importantes en áreas como la ingeniería o la medicina. En otras palabras, es posible el desarrollo de conceptos de orientación espacial (tales como el posicionamiento espacial), a causa de la inmersión proporcionada por la manipulación de modelos tridimensionales.

También, se considera que los modelos 3D permiten analizar y visualizar los mínimos detalles de las figuras y los espacios, de tal manera que el software educativo produce un mejoramiento de las perspectivas (Arisitizábal, Acosta, & Salcedo, 2018).

Según, Gutiérrez, Pegg, & Lawrie (2004) citado en Hoyos & Acosta, (2014) Una persona manipula un objeto tridimensional sólido físicamente y lo rota, las rotaciones hechas en la mano son tan rápidas, inconscientes e inexactas que difícilmente se puede hacer una reflexión formal de tales acciones. Sin embargo, en un software 3D es posible limitar la dirección de rotación y obliga a los estudiantes a divisar diversas estrategias con respecto al movimiento y anticipar el resultado final de la transformación (p.6).

En suma, al tener un objeto 3D, se permite manipulación exacta y precisa del mismo. Además, al manipular de forma continua el modelo tridimensional se desarrolla la orientación espacial, de manera que es posible determinar la posición final del modelo 3D luego de una rotación, antes de hacerla. Esto último es posible debido a que, el cerebro del individuo encuentra un punto de referencia rápidamente y forma un modelo del objeto en su cerebro y lo rota mental-mente empleando el punto de referencia.

De igual manera, un estudio realizado por profesores de matemática en Colombia, acerca de la efectividad de un ambiente informático en el desarrollo de las habilidades espaciales, dio resultados positivos. Este consistió en la creación de un software de representación de objetos tridimensionales, descrito como: La primera aplicación elaborada en para el desarrollo de la visualización espacial es el software denominado cubos y cubos el cual corresponde a un micro mundo para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría espacial por medio de las tecnologías computacionales. Este software educativo ofrece la posibilidad de explorar el espacio y los objetos tridimensionales de forma novedosa y totalmente interactiva. Cubos y cubos permite el desarrollo de la visualización espacial, el manejo de la perspectiva y la capacidad para calcular volúmenes de sólidos irregulares (Hoyos & Acosta, 2014, p.8)

Un claro ejemplo donde se pone en práctica el uso de las habilidades espaciales es la actividad del software denominada: “construir un sólido dadas las vistas”, que tiene como objetivo construir un sólido con los cubos, a partir de información proveniente de la vista superior, lateral y frontal del resultado que se debe obtener (Ver ilustración 3).

Este trabajo está enfocado a desarrollar las habilidades espaciales, lo que lograron mediante la implementación de un software (cubos y cubos), el cual presentaba actividades en las que los estudiantes necesitaron ubicar puntos de referencia para poder realizar las construcciones, para ello se les dio estímulos (perfiles del objeto a construir); de esta manera, se entrena al cerebro para poder localizar puntos de referencia y ubicarse en el entorno fácilmente.

Por otro lado, en 2013 se desarrolló un estudio denominado: Three-Dimensional Sinus Imaging as an Adjunct to Two-Dimensional Imaging to Accelerate Education and Improve Spatial Orientation, donde se implementaron imágenes tridimensionales a imágenes bidimensionales relacionadas al estudio de otorrinolaringología para mejorar la orientación espacial de los estudiantes durante un proceso quirúrgico; este estudio concluyó satisfactoriamente.

Los resultados de este estudio indican que la adición de un módulo educativo en 3-D para el entrenamiento tradicional en 2-D mejora significativamente la comprensión de la anatomía y orientación espacial de los senos paranasales y las estructuras circundantes. Este hallazgo se suma al crecimiento del volumen de literatura que admite el modelado 3D y simulación como contribución positiva a la educación. (...) (Yao, Regone, Huyhn, Bulter, & Takashima, 2013, p.598)

Las imágenes tridimensionales complementaron a las bidimensionales mejorando la orientación espacial de los estudiantes en relación con los senos paranasales. Esto se logró debido que, al manipular las imágenes tridimensionales, el estudiante pudo explorar más a detalle los conceptos ofrecidos por la imagen 2D; de forma que, se mejoró su orientación espacial. Asimismo, la mejora se evidencia en los resultados de una prueba, donde los estudiantes que manipularon imágenes 3D, obtuvieron mejores notas que el grupo de control que solo usó imágenes.

## Estado del Arte

### Modelado 3D

La modelación 3D es el proceso de construcción de un objeto representado por una colección de puntos en un espacio tridimensional. “Un prototipo 3D requiere dos componentes: modelación y textura. Usando un software, como AutoCAD MAYA y Google SketchUp, cualquier objeto físico puede ser modelado (Torres & Rodríguez, 2019, p.8). Además, se define el modelado 3D como la representación de objetos en tres dimensiones (X, Y, Z). Más específicamente, modelar, es un proceso de creación de una representación matemática de superficies utilizando geometría (Ortega, 2016). El modelado tridimensional es el proceso que permite la formación virtual de un objeto físico mediante un software que tiene como base el sistema de coordenadas tridimensional (X, Y, Z), en el cual se colocan puntos ubicado de forma “estratégica” que formarán parte del modelo 3D del objeto físico deseado.

### Sistema de coordenadas tridimensionales

Se considera como, “un sistema de referencia formado por tres rectas o ejes coordenados que se cortan en un punto llamada origen y una unidad de medida, a estas tres rectas también se les llama coordenadas cartesianas, respecto al sistema XYZ” (Charro & Valencia, 2007, p.6). Una imagen 3D se modela mediante un sistema de coordenadas XYZ (las cuales parten de un origen), ya que este sistema, además de ofrecerle un alto y un ancho, permite otorgarle una profundidad. Por consiguiente, este sistema de referencia se convierte en la base de imagen tridimensional.

### Gráficos 3D

Los gráficos por computadora tridimensionales (3D), similares a los gráficos bidimensionales o vectoriales, son una rama de visualización asistida por computadora. Su distinción es la capacidad de ver datos tridimensionales (profundidad) para lo siguiente conversión en imágenes estáticas bidimensionales o videos dinámicos (Pytlík & Kostolányová, 2018, p.1). Las imágenes tridimensionales pueden parecerse a las bidimensionales, pero estas primeras cuentan con una característica única, la cual es la profundidad. Por ende, esta característica le otorga al modelo la cualidad de poder ser rotadas en el espacio sobre su respectivo eje.

### Ubicación espacial y trayectoria intuitiva

Según Newcombe & Huttenlocher (citado en Zapateiro, Poloche, & Camargo, 2017) Se puede entender por ubicación espacial y trayectoria intuitiva al desarrollo de evocaciones mentales que implican elaborar dos sistemas de referencia: el basado en claves internas y el basado en claves externas. Ambos sistemas se construyen a partir del punto de vista de la posición personal (p.123). Asimismo, existen dos tipos de señales que ayudan a la orientación espacial. El primer tipo de señales es de carácter simbólico, que necesitan ser procesadas semánticamente, además, suelen tratarse de flechas u otras señales simbólicas tales como palabras de dirección que hacen referencia a localizaciones espaciales. Mientras que las otras señales son exógenas, es decir de carácter explícito y aparecen periféricamente en el mismo lugar. (Ouellet, Santiago, Funes, & Lupiañez, 1999)

Ambos autores concuerdan que, para poder ubicarse en un espacio, es necesario construir sistemas de referencias, que se dividen en dos tipos, los implícitos y los explícitos. Concluyendo que, estos necesitan ser procesados por el cerebro, para llegar a una correcta ubicación espacial.

### Percepción espacial

La habilidad de poder recrear la imagen de un objeto y poder manipularlo mentalmente tiene una significativa aplicación práctica en campos como la matemática, física, arquitectura o ingeniería. Esta capacidad, conocida con el nombre de Percepción Espacial, es la más importante de todas aquellas que un individuo debe poseer para el ejercicio de la ingeniería. (Suárez, Rubio, Gallegos, & Gonzáles, 2004, p.2)

Añadiendo, la percepción espacial es una habilidad que permite a las personas poder recrear y manipular un objeto de forma mental. Asimismo, esto se logra gracias a que se tiene en cuenta puntos de referencia del objeto que se busca recrear.

## Organización espacial

Según, Zapateiro, Poloche, & Camargo (2017) Este concepto hace referencia al desarrollo de la perspectiva y las trayectorias espaciales en entornos no cercanos. El desarrollo de la perspectiva espacial consiste en la construcción de sistemas de referencia cónicos usando puntos de referencia extensas a la persona, con los cuales puede ubicarse y ubicar objetos o lugares (p.123). Asimismo, Prieto (2011) menciona que: La organización espacial del niño evoluciona a partir: una localización egocéntrica, en la que el niño no distingue el espacio que ocupa su cuerpo, con el que ocupan los objetos que le rodean y una localización objetiva en la que el niño es capaz de discriminar el espacio ocupado por su cuerpo y por cada objeto (p. 7)

En suma, la organización espacial es una habilidad que permite a las personas poder localizarse en un determinado espacio, esto mediante la construcción de sistemas de referencias basados en la localización egocéntrica; de manera que, el individuo se ubica como el centro de un determinado espacio, en torno al cual se encuentra objetos.

## Estructuración espacial

Este concepto hace referencia a la comprensión de las relaciones espaciales que se representan mediante la utilización de coordenadas euclidianas o polares en planos bidimensionales o tridimensionales, las cuales pueden representar ubicaciones o trayectorias de objetos en determinados puntos del plano o el espacio. (Zapateiro, Poloche, & Camargo, 2017, p. 124). Es decir, la estructuración espacial consiste en situar a un objeto o cuerpo en función con una perspectiva dada, como lo son las coordenadas; en este concepto el individuo no se refiere a su propio cuerpo en este mismo.

## Canales espaciales

Tabla 1

*Canales espaciales, Prieto (2011).*

Visual	El más utilizado en todas las facetas de la vida. Los factores de los que depende la percepción de un objeto son: la magnitud, la novedad, la repetición, el aislamiento, la intensidad y el movimiento.
Kinesiológico	Los receptores de músculos y articulaciones, informan de la posición de nuestro cuerpo en un espacio
Táctil	Percibimos las sensaciones del medio ambiente, a través de contactos sobre la piel.
Auditivo	Aunque con un componente más temporal, es muy importante sobre todo en los niños con problemas de visión.
La memoria	En ausencia de la vista, podemos memorizar y reproducir recorridos en el espacio.
Laberíntico	Gracias a él, sabemos en todo momento la posición de nuestra cabeza y cuerpo en el espacio

## Metodología

### Objetivo

Determinar en qué medida los gráficos 3D permiten mejorar las habilidades de orientación espacial en los estudiantes de educación secundaria.

### Población y Muestra

La población está constituida por 300 estudiantes de las cuales a través de un muestreo aleatorio simple se eligieron a 25 estudiantes donde la elección es aleatoria debido a que se desea evitar errores al elegir estudiantes que tengan ampliamente sus habilidades espaciales. Se han desarrollado cuatro sesiones de cincuenta minutos cada una en la asignatura de Tecnología Educativa, en las que se emplearán modelos tridimensionales, con el fin de determinar si estos son útiles para el desarrollo de las habilidades espaciales.

## Técnicas e instrumentos de recojo de datos

El principal instrumento de recojo de datos es el Test psicométrico de razonamiento espacial estandarizado por (Maraza-Quispe, 2020-b) para obtener resultados confiables. Dicho test está estructurado tal como se observa en la tabla 2.

Tabla 2

*Test psicométrico de Razonamiento Espacial*

Test psicométrico de razonamiento espacial	
Criterio	Puntaje
Criterio 1: Construcción de objetos tridimensionales (Nivel medio)	8
Criterio 2: Construcción de objetos tridimensionales (Nivel avanzado)	8
Criterio 3: Rotación de objetos a partir de referencias (Nivel medio)	8
Criterio 4: Rotación de objetos a partir de referencias (Nivel avanzado)	8
Criterio 5: deconstrucción de objetos tridimensionales	8
Total	40

## Procedimiento

Se ha tomado un pre-test psicométrico, con el objetivo de determinar que tanto están desarrolladas las habilidades espaciales de los participantes del proyecto. Para la visualización se solicita a los estudiantes que ejecuten el programa 3D Builder, seguidamente se les comparte los modelos 3D adquiridos y se les otorga un tiempo determinado para que lo manipulen, posteriormente se solicita a los estudiantes que coloquen el objeto en una determinada posición y determinen una posición final, asimismo, se les solicita dibujar el objeto desde diferentes perspectivas. Luego se les aplica el Post-test psicométrico de razonamiento espacial, con el objetivo de analizar la efectividad de las imágenes para el desarrollo de habilidades espaciales. Para el análisis de datos Se recogerá los datos procedentes de las calificaciones obtenidas por los estudiantes.

## Análisis e Interpretación de datos

Tabla 3

*Puntaje obtenido en el Pre-test*

PARTICIPANTES	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Total
1	6	2	2	4	1	15
2	5	4	3	4	1	17
3	0	5	1	2	4	12
4	7	3	4	4	5	23
5	5	4	4	4	1	18
6	5	5	7	6	6	29
7	6	2	5	8	4	25
8	5	4	3	5	3	20
9	2	3	1	3	4	13
10	5	2	5	5	5	22
11	5	3	5	5	3	21
12	4	4	3	6	4	21

13	5	5	1	4	4	19
14	6	3	6	2	2	19
15	2	3	4	3	4	16
16	5	5	7	5	3	25
17	4	4	3	5	3	19
18	4	4	4	4	4	20
19	2	5	3	5	6	21
20	7	3	3	3	5	21
21	3	5	6	4	4	22
22	0	4	3	4	3	14
23	3	3	3	3	3	15
24	3	4	1	2	5	15
25	7	3	4	5	3	22
Media	4.24	3.68	3.64	4.2	3.6	19.36

Tabla 4

*Puntaje obtenido en el Post-test*

<b>PARTICIPANTES</b>	<b>Criterio 1</b>	<b>Criterio 2</b>	<b>Criterio 3</b>	<b>Criterio 4</b>	<b>Criterio 5</b>	<b>Total</b>
1	8	5	7	6	2	28
2	8	7	7	4	4	30
3	7	5	5	3	4	24
4	7	6	6	6	5	30
5	7	5	4	6	6	28
6	8	8	8	7	6	37
7	7	6	8	8	7	36
8	7	7	8	6	4	32
9	8	5	5	4	5	27
10	7	5	8	7	7	34
11	7	7	8	6	7	35
12	6	8	7	6	4	31
13	7	7	3	6	5	28
14	6	5	8	6	4	29
15	8	4	5	3	4	24
16	7	6	8	8	7	36
17	6	4	8	5	7	30
18	8	5	6	6	5	30
19	7	6	8	5	5	31
20	8	7	8	6	6	35
21	7	5	7	5	5	29

22	5	6	5	4	4	24
23	7	6	5	5	5	26
24	6	5	3	4	5	23
25	7	4	8	7	7	33
Media	7.04	5.76	6.52	5.56	5.2	30

Como se puede observar en las tablas 3 y 4 las diferencias en cuanto a resultados obtenidos son significativas, estos resultados los pasaremos a analizar por criterios a continuación.

### Análisis de datos por criterio

En el gráfico 1 se observa que, en un pre-test ningún participante logró obtener un puntaje máximo (8 puntos); sin embargo, el mejor puntaje fue de 7, lo que representa un 12% de la muestra; y un puntaje mínimo de 2. Además, solo 56% de la muestra supera 4 preguntas marcadas correctamente.

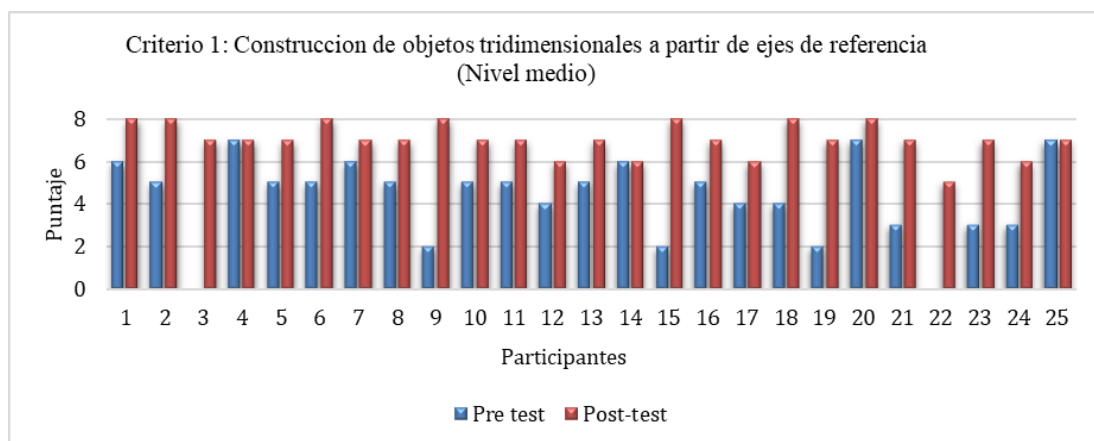


Figura 1. Construcción de objetos tridimensionales a partir de ejes de referencia (Nivel medio).

De estos datos se infiere que, en un comienzo la mitad de los estudiantes no tienen desarrollada la habilidad de construcción de objetos tridimensionales, que se logra mediante la orientación espacial, ya que se toma en cuenta puntos de referencia y se forma la imagen en la mente. Esto se debe principalmente que cuando niños no estimularon el desarrollo de dichas habilidades espaciales, edad primordial para desarrollarlas, ya que es la edad en la que se empiezan a desarrollar las inteligencias múltiples, como la inteligencia espacial, la cual engloba las habilidades de orientación espacial. Así lo afirma Walkman (citada por Gatens, 2003) “empieza a surgir con la infancia y continúa desarrollándose durante toda la vida” (p.21).

Estas habilidades espaciales, se mejoran mediante práctica y ejercicios, por ejemplo, la construcción de cubos mediante un plano de forma física. Tal como se evidencia en la educación primaria, donde los estudiantes construyen cubos de cartón a partir de un plano. En este caso se empleó la tecnología para manipular objetos, de manera que dibujen planos. Demostrando resultados satisfactorios, puesto que en el post-test el porcentaje de participantes que superó 4 preguntas marcadas correctamente pasó de 56% a un 100%.

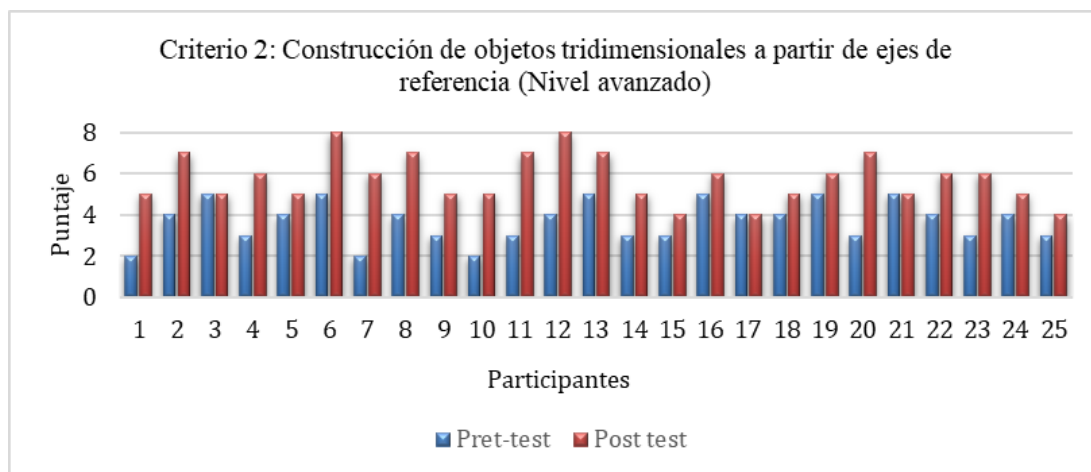


Figura 2. Criterio 2. Construcción de objetos tridimensionales (Nivel avanzado).

Según el gráfico 2. En el caso del segundo criterio, el cual presenta ejercicios similares al anterior, pero con una dificultad mayor, se evidencia que, en el pre-test, solamente el 26% de los participantes supera el 50% de acierto en las preguntas, debido a la dificultad de los ejercicios.

Esto es entendible considerando que, al incrementar la dificultad de los ejercicios, la cantidad de aciertos de los participantes se ve reducida; demostrando una vez más que las habilidades de orientación espacial no fueron desarrolladas anteriormente de forma plena.

Es por ello por lo que en el post-test, si bien muchos superan la mitad de los aciertos, los puntajes no son altos a comparación del criterio anterior.

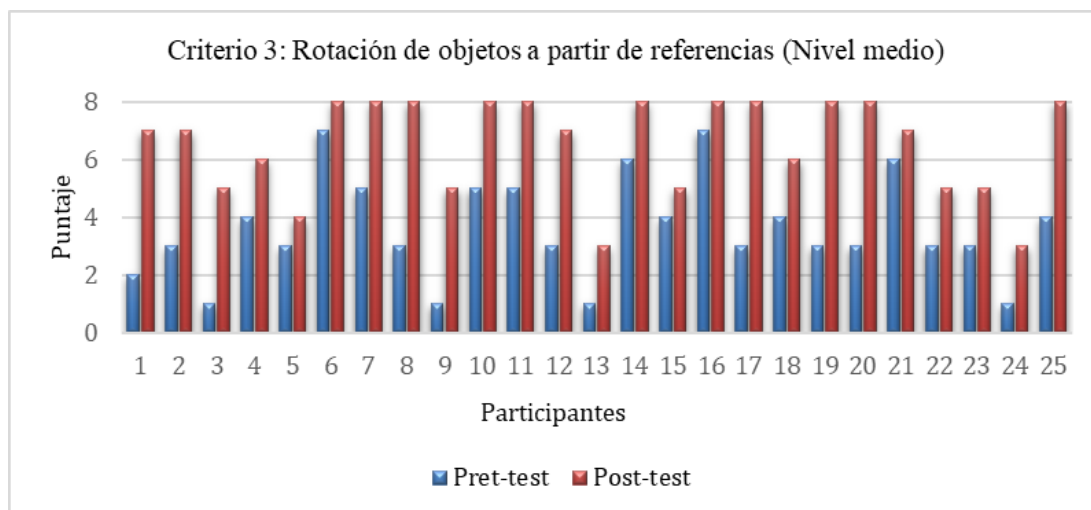


Figura 3. Criterio 3. Rotación de objetos a partir de referencias (Nivel medio).

Según el gráfico 3, en el pre-test solo el 28% de la muestra superó la mitad de las respuestas marcadas correctamente, además de que hay notas demasiado bajas. Evidenciando un desarrollo muy bajo del criterio de rotación mental de objetos.

Los bajos puntajes se deben a que no es trabajado constantemente este criterio, dado que en la vida diaria se presentan muy pocas ocasiones. De hecho, es una habilidad más comúnmente trabajada y ahondada por profesionales en arquitectura o ingeniería. El uso del croquis y el desarrollo de las habilidades de visión espacial son de vital importancia para la actividad proyectual del ingeniero (Strong & Smith, 2001)

Posteriormente, en el post-test se observa un incremento en la habilidad en los participantes, pasando de un porcentaje de 26% a 80% de estudiantes que marcaron correctamente más de la mitad de las preguntas del criterio 3. Esto se logró mediante la manipulación de objetos tridimensionales y ejercicios mentales, como predecir la posición final del objeto luego de un giro, hecho afirmado por Navarro, Saorín, Contero, Piquer, & Conesa (2004) "Para poder mejorar la capacidad espacial se necesita trabajar con modelos 3D que podamos girar, mover y sobre los cuales podemos hacer ejercicios mentales como puede ser obtener sus proyecciones normalizadas" (p,2)



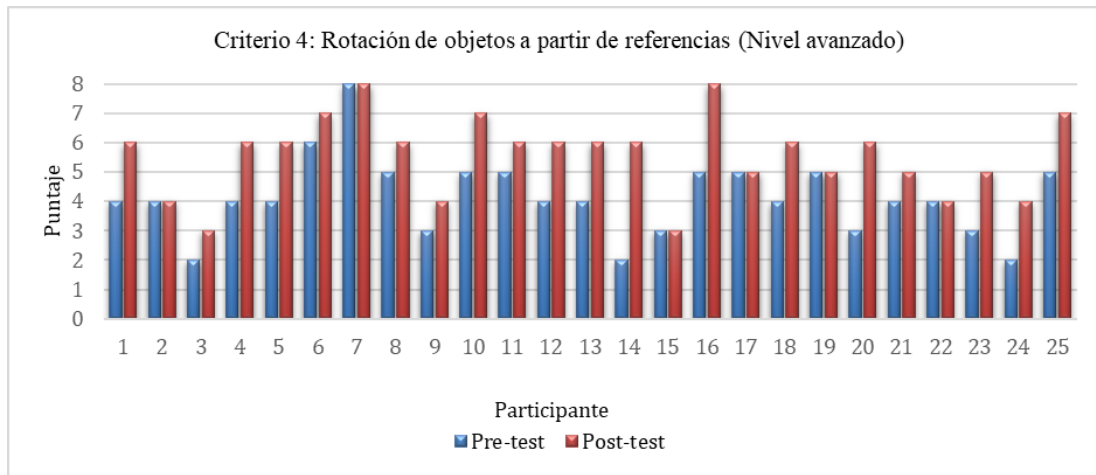


Figura 4. Criterio 4. Rotación de objetos a partir de referencias (Nivel avanzado).

En el grafico 4, se observa que los participantes aun presentan notas bajas en el pre-test, ya que solo el 38% marcó correctamente más de la mitad de las preguntas.

Sin embargo, a comparación del criterio anterior que es relativamente más sencillo, en este caso hay un mayor porcentaje de estudiantes que marcaron correctamente más de la mitad de las preguntas. Debiéndose a que los ejercicios anteriores podrían haber servido como una práctica previa que les permitió mejorar en estos puntajes.

Posteriormente, se evidencia un avance en la media de las notas de los alumnos, el cual se obtiene mediante la manipulación de objetos tridimensionales a lo largo de las sesiones.

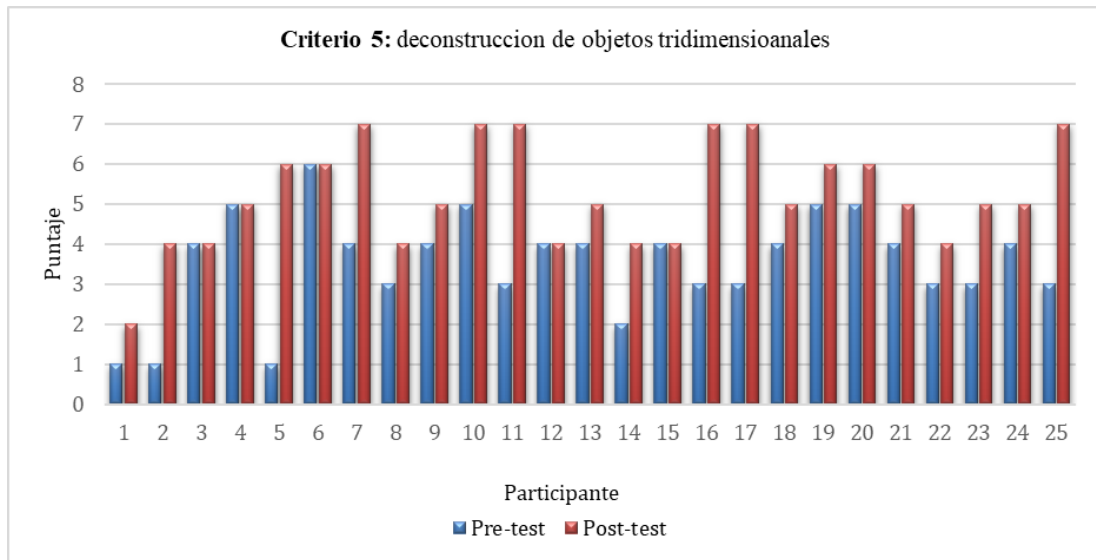


Figura 5. Criterio 2. deconstrucción de objetos tridimensionales.

En el grafico 5 se observa que, en el pre-test el 20% de la muestra marcó correctamente más de la mitad de las interrogantes, demostrando una deficiencia en cuanto al criterio de deconstrucción mental de objetos tridimensionales a planos bidimensionales.

Esto se debe a que muy pocas veces se pone en práctica dicha habilidad, de manera que no se tiene un dominio de esta. Además, al momento de construir un objeto tridimensional se tiene que tomar varios puntos de referencia que no son fáciles de ubicar mentalmente en un plano bidimensional. Es por ello que, para desarrollar ampliamente esta habilidad, se requiere de bastante práctica y destreza.

Asimismo, luego de los ejercicios y en el post-test, en muchos casos no se evidencia una mejora considerable de los resultados, ya que, para poder mejorar completamente esta habilidad se requeriría de muchas más sesiones y de una práctica constante.

## Análisis global de los datos

Tabla 5

*Puntajes totales (sobre 40 puntos)*

N° Participants	Pre-test	Post-test
25		
Promedio	19.16	30.04

En la tabla 5, en el análisis global de los resultados tanto del pre-test y del post-test se puede apreciar diferencias significativas en cuanto a ambos resultados, los cuales los analizaremos a continuación a través del Histograma y Polígono de Frecuencias.

Tabla 6

*Tabla de frecuencias pre-test*

TABLA DE FRECUENCIA PRETEST				
Notas	Fi	Fi	hi	Hi
[12-16[	6	6	0,24	0,24
[16-20[	6	12	0,24	0,48
[20-24[	10	22	0,4	0,88
[24-28[	2	24	0,08	0,96
[28-32]	1	25	0,04	1,00
N	25			

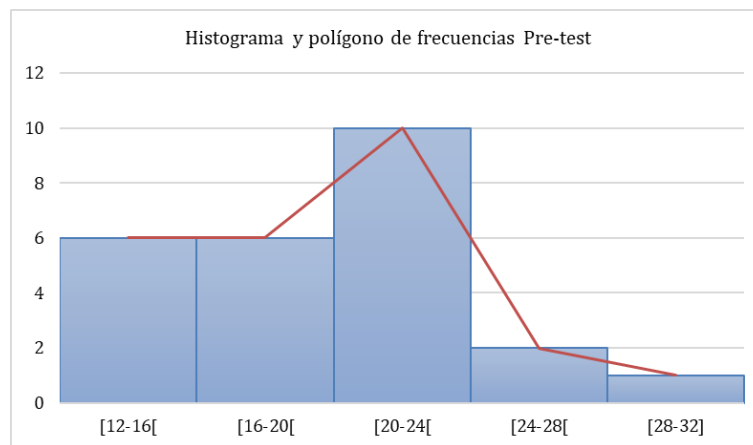


Figura 6. Histograma y polígono de frecuencias Pre-test.

Según el gráfico 6, en el polígono se puede evidenciar el 40% de los participantes cuenta con notas que sobrepasan la mitad, mientras que la nota más baja es 12/40, demostrando que si bien hay estudiantes que tienen desarrolladas las habilidades espaciales, también hay un porcentaje del 48% que no tiene muy desarrolladas dichas habilidades.

Tabla 7

Tabla de frecuencias post-test

TABLA DE FRECUENCIA PRETEST				
Notas	Fi	Fi	hi	Hi
[23-26[	4	4	0,16	0,16
[26-29[	5	9	0,2	0,36
[29-32[	8	17	0,32	0,68
[32-35[	3	20	0,12	0,80
[35-38]	5	25	0,2	1,00
N	25			

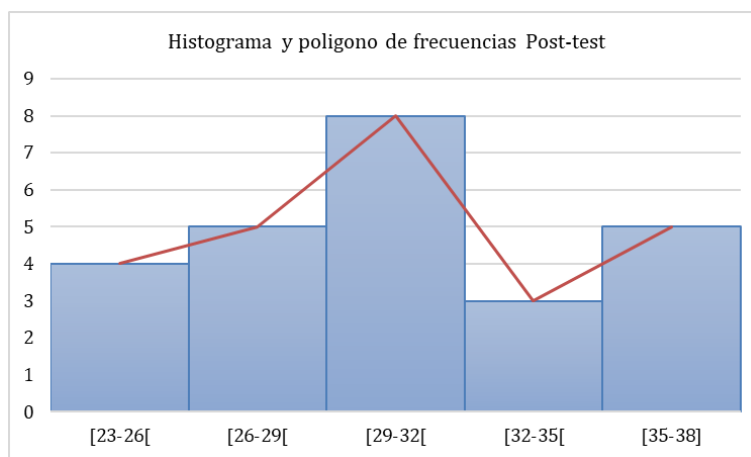


Figura 7. Histograma y polígono de frecuencias post-test.

Según el gráfico 7, se evidencia que la nota mínima fue 23 de un total de 40, mientras que el mayor porcentaje de notas pertenece al intervalo [29-32[lo cual denota una mejora en las habilidades de ubicación espacial por parte del estudiante. Ya que la media mejoró en 10 aciertos más.

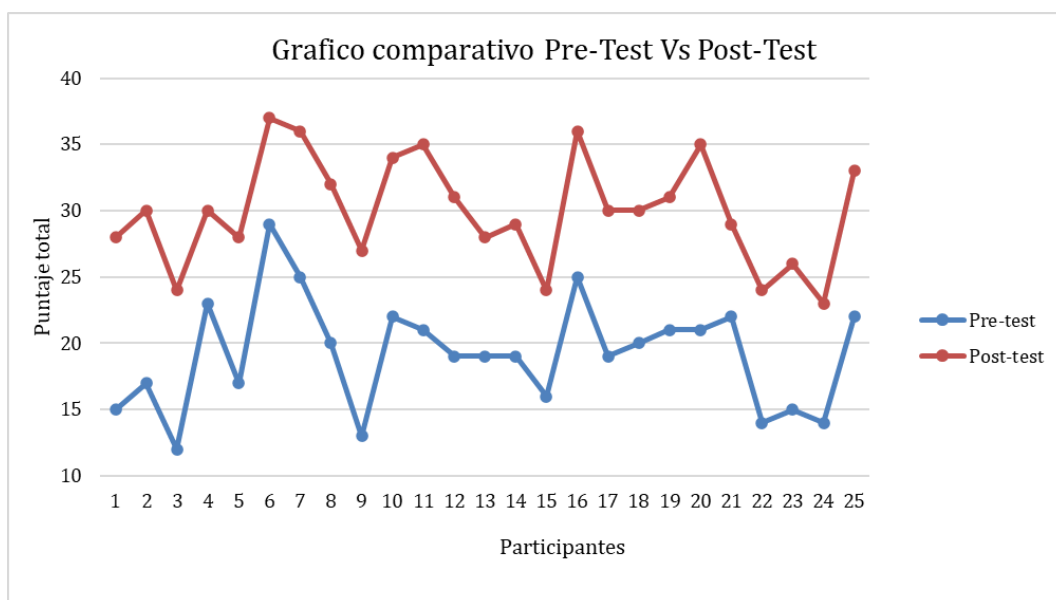


Figura 8. Comparación entre Pre-test y Post-test.

En el gráfico 8, se evidencia que hay un claro aumento en la cantidad de preguntas contestadas correctamente. Asimismo, el gráfico del Post-Test es parecido en forma al gráfico del Pre-Test. Esto sería debido a que, los estudiantes pudieron desarrollar sus habilidades espaciales simultáneamente, dando a resaltar que recibieron los aprendizajes de forma casi pareja, ya que en la mayoría se aprecia un progreso similar, en base a él pre-test.

Tabla 8

*Validación de hipótesis T de Student*

Pasos	Procedimiento
Formulación de hipótesis	En esta parte se plantean dos hipótesis; la hipótesis nula (H0) y la hipótesis del investigador (H1) <ul style="list-style-type: none"><li>• H0=El uso de gráficos 3D, no permiten mejorar el desarrollo de las habilidades de orientación en los estudiantes.</li><li>• H1=El uso de gráficos 3D, permiten mejorar el desarrollo de las habilidades de orientación en los estudiantes</li></ul>
Nivel de significancia	Es un valor numérico que se define como la probabilidad de tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula. Este valor es el 5% o el 0,05
Elección de prueba estadística	En este caso se tiene las pruebas del Pre-test (Variable 1) y el Post-test (Variable 2)
Estimación de p-valor	Se emplea la herramienta de análisis de datos de Excel en la cual se selecciona la opción de prueba de T para medias de dos muestras emparejadas.
Toma de decisión	Sí $p < 0,05$ entonces se rechaza la hipótesis Nula y se acepta la hipótesis de investigador. Si $p > 0,05$ se acepta hipótesis nula y se rechaza la hipótesis de investigador

Según los resultados observados en las tablas 10 y 11, se ha validado la hipótesis del investigador, la cual menciona que el uso de las imágenes y modelos tridimensionales, permiten mejorar el desarrollo de las habilidades de orientación en los estudiantes. Esto debido a que el valor de P es menor a 0.05 (valor resaltado en la tabla 11 de color rojo), de manera que se rechaza la hipótesis nula. Es así como se concluye que la hipótesis planteada en este trabajo es correcta.

Tabla 9

*Estimación del valor P*

VARIABLES ESTADÍSTICAS	VARIABLE 1	VARIABLE 2
Media	19.1600	30.04
Varianza	17.0567	16.70666667
Observaciones	25	25
Coefficiente de correlación de Pearson	0.8758	-
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	-
Grados de libertad	24.0000	-
Estadístico t	-26.5656	-
P(T<=t) una cola	0.0000	-
Valor crítico de t (una cola)	1.7109	-
P(T<=t) dos colas	0.0000	-
Valor crítico de t (dos colas)	2.0639	-

## Conclusiones

El Uso de los gráficos 3D en los procesos de enseñanza-aprendizaje, permiten mejorar las habilidades de orientación espacial de los estudiantes en gran medida. Este resultado se evidencia en el incremento de los puntajes totales obtenidos en el Post-test en comparación con los resultados del Pre-test. Asimismo, específicamente se observó, en promedio, un incremento del 47.9% al 75.1% de preguntas respondidas correctamente, lo cual en conjunto con la prueba de T de Student que dio un valor de P menor que 0.05 demostrando la fiabilidad del estudio y por consiguiente la mejora significativa de las habilidades de orientación espacial en los estudiantes. Por otro lado, en el criterio 2 se evidencia el mayor incremento de en los puntajes de los estudiantes, esto debido a que la manipulación y rotación de objetos fue una actividad que se realizó en todas las sesiones de aprendizaje.

Los gráficos 3D pueden ser empleados en varias áreas educativas, con el fin de poder mejorar las habilidades espaciales de las personas. Asimismo, se considera que para poder mejorar las habilidades espaciales se debe practicar constantemente, ya que es necesario poner las habilidades espaciales en práctica, teniendo en cuenta que forman parte de las inteligencias múltiples de las personas, específicamente en la inteligencia espacial. Además, las habilidades espaciales son muy importantes en la formación de profesionales en áreas como ingenierías o arquitectura, por lo cual, muchas universidades toman exámenes con relación a este tipo de habilidades.

Asimismo, para que los estudiantes puedan desarrollar de una forma eficiente las habilidades espaciales, como la orientación espacial, es necesario que tengan muy en claro la ciudadanía digital, de manera que manejen de manera adecuada y responsable la tecnología. Además, se debe realizar una correcta supervisión por parte de los profesores.

## Referencias

- Arisitizábal Zapata, J. H., Acosta Minoli, C. A., & Salcedo Hoyos, E. A. (2018). Recursos educativos digitales para el desarrollo de habilidades de visualización.
- Cabero Almenara, J. (2015). LA BRECHA DIGITAL.
- Castillo, J. O. (2017). La realidad virtual y la realidad aumentada en el proceso de Marketing.
- Charro Arévalo, C., & Valencia Armijos, V. (2007). Modelo tridimensional de la Historia geológica del Volcán Cotipaxi. Ecuador.
- Gatens, G. (2003). Inteligencias Múltiples: Enseñar a los niños en la forma en que ellos aprenden. Costa Rica.: Universidad Nacional, Heredia.
- Gutierrez , A., Pegg, J., & Lawrie, C. (2004). Characterization of Students' Reasoning and Proof Abilities in 3-Dimensional Geometry. ERIC.
- Hoyos Salcedo, E. A., & Acosta Minoli, C. A. (2014). Mejoramiento de habilidades de visualización espacial mediante el uso de un ambiente informático. XV Encuentro Virtual Educa Perú
- Maraza-Quispe, B., Alejandro-Oviedo, O., Choquehuanca-Quispe, W. (2020). Towards a Standardization of Learning Behavior Indicators in Virtual Environments. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 11, No. 11. From [https://thesai.org/Downloads/Volume11No11/Paper\\_19-Towards\\_a\\_Standardization\\_of\\_Learning\\_Behavior.pdf](https://thesai.org/Downloads/Volume11No11/Paper_19-Towards_a_Standardization_of_Learning_Behavior.pdf)
- Maraza-Quispe, B., Alejandro-Oviedo, O., Fernández-Gambarini, W., Cisneros-Chavez, B., & Choquehuanca-Quispe, W. (2020). Análisis de YouTube como herramienta de investigación documental en estudiantes de educación superior. Publicaciones, 50(2), 133–147. doi:10.30827/publicaciones.v50i2.13949
- Navarro, R., Saorín, J., Contero, M., Piquer, A., & Conesa, J. (2004). El desarrollo de las habilidades de visión espacial y croquis en la ingeniería de producto.
- Ortega, A. J. (2016). Fabricación Digital: Introducción al modelado e impresión 3D. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Ouellet, M., Santiago, J., Funes, M., & Lupiañez, J. (1999). Orientación espacial de la atención mediante conceptos temporales. ResearchGate.
- Prieto Bascón, M. Á. (2011). La percepción corporal y espacial. Innovación y experiencias educativas.
- Pytlík , M., & Kostolányová, K. (2018). 3D technologies in education. AIP Conference Proceedings. doi:<https://doi.org/10.1063/1.5079085>
- Strong, S., & Smith, R. (2001). Spatial visualization: fundamentals and trends in engineering graphics. Journal of Industrial Technology, 18(1).
- Suárez Quiróz, J., Rubio García, R., Gallegos Santos, R., & Gonzáles, M. (2004). Desarrollo de un entrenador para la percepción espacial basado en realidad virtual mediante tecnologías de dominio público.
- Torres, C. E., & Rodríguez Carrilo, J. (2019). Los entornos de aprendizaje inmersivo y la enseñanza a ciber generaciones.
- Viñals Blanco, A., & Cuenca Amigo, J. (2016). El rol del docente en la era digital. Revista interuniversitaria

de Formación del Profesorado, 103-114.

Yao, W. C., Regone, R. M., Huyhn, N., Bulter, B. E., & Takashima, M. (2013). Three-dimensional sinus imaging as an adjunct to two-dimensional imaging to accelerate education and improve spatial orientation. *The Laryngoscope*, 596-601.

Zapateiro Segura, J. C., Poloche Arango, S. K., & Camargo Uribe, L. (2017). Orientación espacial: una ruta de enseñanza y aprendizaje centrada en ubicaciones y trayectorias. *TED*, 18.