

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA DE REPRESENTACIÓN Y DISEÑO
ARQUITECTÓNICO Y SU RELACIÓN CON EL DESARROLLO DE LA
HABILIDAD ESPACIAL EN LOS ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL, AÑO 2019.

Línea de investigación:

Educación para la sociedad del conocimiento

Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Educación

AUTOR

Castro Revilla, Humberto Manuel

ASESOR

Pérez Samanamud, Miguel Vladimir

(ORCID: 0000-0002-1826-6304)

JURADO

Paz Fernández, Rodolfo Jesús

Tasayco Arana, Dolores Raquel

Silva Portilla, Víctor Félix

Lima – Perú

2023

Índice

Índice	2
Índice de tablas	4
Índice de figuras	5
Resumen	7
I. Introducción	9
1.1 Planteamiento del Problema	9
1.2 Descripción del Problema	10
1.3 Formulación del Problema	15
<i>Problemas Específicos</i>	15
1.4 Antecedentes	16
1.5 Justificación de la investigación	34
1.6 Limitaciones de la investigación	35
1.7 Objetivos	35
<i>Objetivo General</i>	35
<i>Objetivos Específicos</i>	35
1.8 Hipótesis	36
II. Marco Teórico	38
2.1 Marco conceptual	38
2.2 Marco filosófico	57

III. Método.....	60
3.1 Tipo de investigación.....	60
3.2 Población y muestra.....	60
3.3 Operacionalización de variables	61
3.4 Instrumentos.....	63
3.5 Procedimientos.....	70
3.6 Análisis de datos.	72
IV. Resultados	74
V. Discusión de Resultados	120
VI. Conclusiones	122
VII. Recomendaciones.....	124
VIII. Referencias	125

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	61
Tabla 2. Diseño.....	72
Tabla 3. Escala de puntuación.	73
Tabla 4. Distribución de los estudiantes de Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV año 2019 según sexo.....	109
Tabla 5. Distribución de los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV, año 2019 según Nivel Habilidad espacial.....	110
Tabla 6. Puntuación de la habilidad espacial en los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV, año 2019.....	111
Tabla 7. Incremento de la habilidad espacial Post-Pre en los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV año 2019.....	113
Tabla 8. Prueba de independencia Chi cuadrado de Pearson.	115
Tabla 9. Prueba T de Student de dos muestras relacionadas grupo control.	116
Tabla 10. Prueba T de Student de dos muestras relacionadas grupo experimental.....	117
Tabla 11. Prueba T de Student de dos muestras independientes grupo experimental-control.....	118

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de visualización de sólidos con una rotación.	65
Figura 2. Esquema de visualización de sólido con dos rotaciones.	66
Figura 3. Esquema de visualización de sólido con tres rotaciones.	67
Figura 4. Estrategia tradicional. Lámina modelo en escala 1/50 de desarrollo de escalera.	74
Figura 5. Estrategia innovadora. Los estudiantes recorren un modelo a escala real y lo representan.	75
Figura 6. Comparación entre las estrategias aplicadas al grupo control y el grupo experimental.	75
Figura 7. Presentación de trabajos por parte de los estudiantes del curso anterior.	96
Figura 8. Bitácora de apuntes donde los estudiantes dibujan el mundo que les rodea. ..	96
Figura 9. Bitácora de apuntes donde los estudiantes dibujan el mundo que les rodea. ..	97
Figura 10. Composición gráfica basada en la observación de elementos en tres dimensiones.	97
Figura 11. Trabajo de bitácora observando elementos reales.	98
Figura 12. Trabajo de bitácora observando y dibujando elementos en exteriores.	98
Figura 13. Lámina de dibujo de letras y números.	99
Figura 14. Explicación del trazado de líneas rectas, curvas y segmentadas.	99
7Figura 15. Lámina de trabajo rápido	100
Figura 16. Dibujo de elementos reales en tres dimensiones con rotación.	100
Figura 17. Dibujo de elementos reales en tres dimensiones con rotación.	101
Figura 18. Dibujo de geometrías curvas.	101
Figura 19. Dibujo de sólidos geométricos en exteriores.	102
Figura 20. Representación de modelos en escala real	102

Figura 21. Análisis de proyecciones axonométricas.	103
Figura 22. Trabajo en exteriores de representación de elementos arquitectónicos.	103
Figura 23. Dibujo de croquis de trabajo a mano alzada.	104
Figura 24. Apunte arquitectónico de elementos tridimensionales en escala real.	104
Figura 25. Proceso de medición de niveles con nivel de manguera.	105
Figura 26. Dibujo de planta arquitectónica de complejidad básica.	105
Figura 28. Elaboración de croquis de corte de un ambiente real.	106
Figura 27. Apunte en tres dimensiones de edificación real.	106
Figura 29. Elaboración de corte elevación a mano alzada.	107
Figura 30. Elaboración de planta arquitectónica.	107
Figura 31. Elaboración de cortes y elevaciones.	108
Figura 32. Aplicación del PSVT: R en posprueba.	108
Figura 33. Distribución de los estudiantes de Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV año 2019 según Nivel Habilidad espacial.	111
Figura 34. Valores promedio de la habilidad espacial en los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV año 2019.	112
Figura 35. Valores promedio del incremento de la habilidad espacial Post-Pre en los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV año 2019.	114

Resumen

La presente tesis se desarrolló en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV) en Lima, Perú y se enfocó en estudiar la relación entre la aplicación de estrategias de enseñanza y el desarrollo de la habilidad espacial en los estudiantes de dicha facultad. Se trata de un estudio cuasi experimental con grupo de control realizado durante el curso de Dibujo Técnico del ciclo académico 2019-1. En el grupo control se aplicaron estrategias de enseñanza tradicionales basadas en la visualización de objetos a escala reducida en láminas de dos dimensiones, mientras que en el grupo experimental se aplicaron estrategias innovadoras basadas en la visualización de objetos sólidos a escala real en tres dimensiones. La investigación determinó que existe una relación entre la aplicación de estrategias de enseñanza y el incremento de la habilidad espacial en los estudiantes de arquitectura, y que el mayor incremento se produjo con la aplicación de estrategias innovadoras basadas en la visualización de objetos a escala real en tres dimensiones.

Palabras clave: Arquitectura, estrategias de enseñanza, visualización, habilidad espacial.

Abstract

This thesis was developed at the Faculty of Architecture and Urbanism of the National University Federico Villarreal (UNFV) from Lima, Perú, and focused on studying the relationship between the application of teaching strategies and the development of spatial ability in students on the faculty. It is a quasi-experimental study with a control group carried out during the Technical Drawing course in 2019-1 academic year. In the control group, traditional teaching strategies based on the visualization of objects on a reduced scale in two-dimensional sheets were applied, while in the experimental group innovative strategies were applied based on the visualization of solid objects on a real scale in three dimensions. The research determined that there is a relationship between the application of teaching strategies and the increase of spatial ability in architecture students, and that the highest increase occurred with the application of innovative strategies based on the visualization of objects on a real scale in three dimensions.

Keywords: Architecture, teaching strategies, visualization, spatial ability.

I. Introducción

1.1 Planteamiento del Problema

Actualmente la educación universitaria viene atravesando un veloz y profundo proceso de transformación el cual, entre otras cosas, implica la sistematización de una serie de aspectos relacionados a la labor pedagógica del docente. Un ejemplo es la introducción del modelo por competencias, donde el docente debe establecer con precisión, cuáles son las competencias que pretende desarrollar en los estudiantes y cómo evaluarlas.

Una competencia es un conjunto de capacidades, conocimientos, habilidades y actitudes que el ser humano aplica para aprender, adaptarse y desempeñarse en el mundo (Camargo & Pardo, 2008) que se encuentran en relación con las necesidades e intereses de la persona, los requerimientos y problemas impuestos por el contexto, y la aparición de nuevos retos y emprendimientos. (Tobón, 2013, p.24)

En la carrera profesional de arquitectura, las competencias más importantes están ligadas a la comprensión y manipulación del espacio, ya que la finalidad de la arquitectura como disciplina es la creación de lugares habitables para el ser humano. Al ser el espacio el elemento principal con el que trabaja la arquitectura, para un arquitecto resulta imprescindible el desarrollo de la habilidad espacial como base para la construcción de la mayoría de sus competencias profesionales. Pese a la importancia que tiene la materia, existe poca investigación en el campo de la arquitectura sobre el desarrollo de la habilidad espacial de los estudiantes, y la manera en que puede ser implementada mediante el uso de adecuadas estrategias de enseñanza. Esta carencia se debe a su vez, a la poca investigación que existe sobre la pedagogía en arquitectura.

El presente trabajo recoge la experiencia del autor como docente en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal, y pretende analizar cómo es que el empleo de ciertas estrategias de enseñanza innovadoras puede mejorar la habilidad espacial de los estudiantes, frente al empleo de estrategias de enseñanza tradicionales. La medición de los progresos se llevó a cabo mediante la aplicación de una prueba psicométrica ampliamente utilizada en el mundo denominada Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT: R).

1.2 Descripción del Problema

Diagnóstico

La arquitectura es una de las más antiguas actividades desarrolladas por el ser humano y responde directamente a la satisfacción de una serie de necesidades físicas básicas, tales como la protección ante de los elementos de la naturaleza, pero también se relaciona con otras más complejas vinculadas a aspectos sociales, culturales y psicológicos.

Las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico son un conjunto de procedimientos y actividades de formación planificadas, cuyo objetivo es el desarrollo de una serie de destrezas que contribuyan al fortalecimiento académico y la adquisición de competencias por parte del estudiante de arquitectura, para sí asegurar su acertado desempeño como profesional.

El diseño arquitectónico es una actividad destinada a la producción de espacios habitables (el ser humano se desenvuelve en espacios, no en cuerpos sólidos) y está basada en procesos de representación, ya que no se concibe una edificación de cierta complejidad sin pasar por una representación previa de aquello que se está proyectando (Sainz, 1990, p.22). Al dedicarse a la producción de espacios, el diseño arquitectónico requiere del ejercicio de la habilidad espacial como aspecto fundamental para su

aprendizaje y práctica, ya que implica la capacidad para visualizar y manipular mentalmente los objetos en el espacio (Sorby, 1999, p.21). Para diseñar, es necesario representar ideas, y esto se realiza mediante el dibujo (Otxotorena,1996, p.55), por lo tanto, no es posible separar el diseño arquitectónico de la representación, constituyendo ambos un mismo proceso destinado a la creación de un objeto habitable. Del mismo modo, tampoco se pueden desligar sus procesos de aprendizaje, ni las estrategias de enseñanza involucradas en ellos. Es por este motivo que las estrategias de enseñanza del dibujo se aplican en la enseñanza del diseño y viceversa.

Haciendo un diagnóstico de la enseñanza del diseño arquitectónico en las facultades de arquitectura del Perú y el extranjero, podemos señalar que presentan algunas características comunes en cuanto al proceso enseñanza-aprendizaje. Para comenzar, dicho proceso se basa en la relación directa entre el maestro y el estudiante mediante un vínculo directo y personal. Tal como lo sustenta Guevara (2013), el maestro va transmitiendo conocimientos y guiando al estudiante en el aprendizaje de las técnicas del diseño arquitectónico de manera personal, a la usanza de la enseñanza clásica de las artes y oficios. El docente de arquitectura (arquitecto sin formación pedagógica), desarrolla esta actividad de una manera intuitiva que se sustenta en su experiencia, carácter, emociones, y en la propia forma en que a su vez aprendió el diseño de sus maestros. Aunque ha cambiado el contexto social y tecnológico, la manera de enseñar a diseñar no ha sufrido modificaciones esenciales, y se sigue transmitiendo de generación en generación de docentes, sin ajustarse a un modelo pedagógico o marco teórico determinado. A continuación, se describe la problemática de las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico en el Perú.

En 1963, se creó en Perú la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV) y la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, la misma que tuvo influencia de la escuela del

Bauhaus Alemán y una clara orientación hacia los principios del Movimiento Moderno, esencialmente racionalistas. El Primer Decano de esta facultad fue el arquitecto Henry Biber, quien propuso que la arquitectura debe basarse en la aplicación de un método de diseño racional sustentado en procedimientos analíticos (Biber, 2010).

Paz (2000), docente de la UNFV, planteó desde 1979 la necesidad de contar con un marco metodológico racional para la enseñanza de esta disciplina. Años después, esta idea se materializó en el libro “Habitando el Diseño”. La propuesta de emplear métodos sistematizados siempre ha despertado resquemores entre la comunidad de arquitectos docentes, quienes consideran que se eliminaría el carácter intuitivo y artístico del aprendizaje del diseño para encapsularlo en un esquema exageradamente racionalista y funcional. Esta perspectiva fue expresada en el prólogo de “Habitando el diseño”, escrito por el arquitecto Augusto Ortiz de Zevallos, quien reconoce el valor del trabajo de Paz, pero también considera que el proceso de creación arquitectónico está dirigido básicamente por aspectos intuitivos y subjetivos que no pueden ser sistematizados. Aquí nos encontramos entonces con dos tendencias antagónicas, una donde predomina la orientación racionalista y otra que otorga más valor a la subjetividad propia del arte.

Salvo las obras de Biber y Paz, la Facultad de Arquitectura de la UNFV no produjo publicaciones que ayudaran a plantear un marco metodológico para la enseñanza de la arquitectura. En consecuencia, la aplicación del enfoque racionalista quedó sujeto a la labor empírica de los docentes, y por lo tanto, aunque resulte contradictorio, a su propia experiencia y subjetividad. El mismo fenómeno se presentó con matices en todas las escuelas de arquitectura. Boullosa (2014) señala que la enseñanza del diseño arquitectónico en el Perú se ha guiado principalmente por la

experiencia e intuición del docente, no existiendo un marco teórico ni procedimientos pedagógicos claramente establecidos.

Los tiempos han cambiado para las universidades peruanas y la Universidad Nacional Federico Villarreal viene incorporando el diseño curricular por competencias. La elaboración de un silabus por competencias ha de tener muy en claro las capacidades y destrezas que deben alcanzar los estudiantes, y cómo lograrlo. Esto hace que dirijamos nuestra atención al análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje y, especialmente a las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico (eje central de la carrera), ya que como explicamos anteriormente, la docencia del diseño es un campo que se ha desarrollado de manera empírica y sin herramientas pedagógicas sistematizadas. El panorama no es ajeno a otras facultades de arquitectura del país, donde se está produciendo lo siguiente: Los sistemas de evaluación del desempeño docente son los mismos para todas las carreras e incluyen la revisión de las estrategias de enseñanza que son puestas en práctica. Sin embargo, en el caso de los cursos de diseño arquitectónico, esta evaluación resulta muchas veces inaplicable, pues no existen estrategias sistematizadas propias a la disciplina en cuestión.

Luego de haber descrito la situación general de las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico, debemos indicar que prácticamente no existe investigación científica respecto a la relación entre el aprendizaje del diseño arquitectónico y el desarrollo de la habilidad espacial de los estudiantes, lo cual es algo que se asume de manera intuitiva, pero que no ha sido medido. En cambio, en las carreras de ingeniería sí hallamos investigaciones de este tipo, que están especialmente orientadas a determinar la relación entre el desarrollo de la habilidad espacial y la introducción de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) a través de ordenadores.

Hay sin embargo una diferencia que es necesario tomar en cuenta, las ingenierías trabajan esencialmente con objetos sólidos, y en el caso de ramas como la ingeniería mecánica, con piezas. La arquitectura en cambio, debe manejar espacios a escala humana. Aquí entramos a la cuestión del manejo de la escala. Las estrategias de enseñanza de la arquitectura han trabajado principalmente sobre la visualización de modelos a escala reducida (1/50, 1:100, 1:200, etc.) en dos dimensiones. El manejo de las escalas reducidas se ha visto reforzado con la introducción de los ordenadores que, aunque permiten una mejor visualización en tres dimensiones, también limitan la percepción de los objetos al quedar estos reducidos al tamaño de la pantalla, lo cual hace que no sea posible percibir con precisión la escala de un diseño hasta que los gráficos son impresos. En tal sentido, dentro de la búsqueda de estrategias de enseñanza sistematizadas, debemos preguntarnos si es conveniente profundizar en el sistema de trabajo en escala reducida o se debe, especialmente en los niveles formativos, plantear estrategias innovadoras basadas en una visualización a escala real en tres dimensiones, que permitan a los estudiantes un mejor desarrollo de la habilidad espacial, orientado a las particularidades del diseño arquitectónico, una disciplina basada en las dimensiones humanas.

Pronóstico

Si no se analiza y sistematiza la enseñanza del diseño arquitectónico a través del empleo de estrategias de enseñanza en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal se presentarán las siguientes dificultades:

- No se logrará que el proceso enseñanza-aprendizaje del diseño arquitectónico se adecue a las exigencias de la educación moderna y sus sistemas de evaluación interna, con miras a lograr una mejora continua.

-Será muy complejo determinar cómo alcanzar las competencias que debe adquirir el estudiante.

-No se concretarán los fines institucionales y de profesionalización esperados.

Control del pronóstico.

Para mejorar las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal se debe tener en cuenta lo siguiente:

-Investigar de manera científica cuáles son las estrategias de enseñanza más adecuadas para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje de la carrera de arquitectura, con miras a la mejora continua de la actividad.

-Documentar y sistematizar el empleo de estrategias de enseñanza en la carrera de arquitectura.

-Relacionar las estrategias de enseñanza a las competencias que se busca desarrollar en el estudiante.

1.3 Formulación del Problema

Problema General

¿Cuál es la relación entre las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico y el desarrollo de la habilidad espacial en los en los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019?

Problemas Específicos

P1: ¿Cuál es el nivel de la habilidad espacial que presentan los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019 luego de haberse aplicado en ellos estrategias de enseñanza tradicionales de representación y diseño

arquitectónico basadas en la visualización de modelos a escala reducida en dos dimensiones durante un ciclo académico?

P2: ¿Cuál es el nivel de la habilidad espacial que presentan los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019 luego de haberse aplicado en ellos estrategias de enseñanza experimentales de representación y diseño arquitectónico basadas en la visualización de modelos a escala real en tres dimensiones durante un ciclo académico?

P3: ¿La habilidad espacial de los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal año, 2019 que recibieron estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico experimentales basadas en la visualización de modelos a escala real en tres dimensiones, es mayor a la habilidad de los estudiantes que recibieron estrategias tradicionales basadas en la visualización de modelos a escala reducida en dos dimensiones?

1.4 Antecedentes

Pese a ser un aspecto fundamental para la enseñanza de la arquitectura y la labor profesional de todo arquitecto, la mayor parte de la investigación que aborda de manera científica el estudio de la habilidad espacial en educación superior ha sido realizada por facultades de ingeniería, mas no de arquitectura.

Antecedentes Internacionales

Artículos científicos internacionales.

Sorby (1999), del Michigan Technological University (MTU), es uno de los investigadores que más ha tratado el tema de la habilidad espacial. Su más reciente trabajo buscó encontrar una relación entre la habilidad espacial y la habilidad matemática en estudiantes escolares, publicándose el artículo “Is the key to better PISA

math scores improving spatial skills?” (Sorby & Panther, 2020). [¿Es la clave para obtener mejores puntajes de matemáticas de PISA mejorar las habilidades espaciales?]. Las pruebas Program for International Student Assessment (PISA) son parte de un programa de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que se aplica cada tres años a estudiantes de 15 años de diferentes países, con el objetivo de medir la calidad educativa. El estudio encontró una correlación entre el éxito en las pruebas PISA, especialmente en el área de matemáticas, y puntuaciones altas en pruebas de habilidad espacial. Por lo tanto, consideró que la instrucción para el desarrollo de las habilidades espaciales, podría contribuir también a mejorar las habilidades de los estudiantes en matemáticas.

En su artículo “Developing 3-D Spatial Visualization Skills” [Desarrollando las habilidades de visualización 3-D], Sorby (1999), estableció un marco teórico sobre la evolución de los conceptos e investigaciones relacionados al desarrollo de la habilidad espacial a través de la educación superior. Luego comparó diferentes test para medir la habilidad espacial entre estudiantes de ingeniería. Uno de los test analizados fue el Purdue Visualization of Rotations Test (PSVT: R). El método empleado consistió en aplicar este test en pre y posprueba, correspondiendo al inicio y finalización de un curso semestral de ingeniería. Sorby (1999) señaló que la rotación mental es uno de los aspectos más relevantes para determinar el nivel de habilidad espacial, y por eso consideró que el Purdue Visualization of Rotations Test (PSVT: R) es una herramienta válida para su medición, debido a que este evalúa la capacidad de realizar rotaciones mentales. Gimmestad (citado por Sorby, 1999) indica al respecto lo siguiente:

In a previous research study at MTU, a student's score on the PSVT.R was determined to be the most significant predictor of success in an engineering graphics course of eleven variables tested (Gimmestad,1989). In this study, the

PSVT: R was the only spatial test given. [En un estudio de investigación previo en el MTU, se determinó que el puntaje de un estudiante en el PSVT: R era el predictor más significativo del éxito en un curso de ingeniería gráfica de entre once variables probadas. En este estudio, el PSVT: R fue la única prueba espacial dada]. (p.25)

Continuando con esta línea de investigación, Sorby et al. (2013) publicaron “The role of spatial training in improving spatial and calculus performance in engineering students”. [El rol del entrenamiento espacial en el mejoramiento la performance y el cálculo espacial estudiantes de ingeniería], donde se explica la aplicación de estrategias de enseñanza mixtas basadas en el uso de softwares y cuadernos de dibujo. Para la evaluación de los resultados se recurrió al PSVT: R, ya que, según los autores, conocer el nivel de capacidad de rotación mental permite determinar el nivel de habilidad espacial general.

Sorby et al. (2013) indicaron que existe evidencia sustancial de que las habilidades espaciales son un componente importante de las habilidades subyacentes que contribuyen al desempeño de los estudiantes en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Se concluyó, además, que la habilidad espacial es un factor crítico para el éxito de los estudiantes universitarios de estas carreras. También que la habilidad espacial puede mejorarse con el debido entrenamiento y la aplicación de estrategias de enseñanza adecuadas:

The present study shows that spatial skills among engineering students are malleable, and that spatial interventions for students majoring in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) fields can substantially improve the performance of students who initially showed poor spatial skills. Specifically, we found that spatial interventions are effective in raising spatial

skills for the engineering students who failed the spatial test at the outset of their freshman year. It also was shown that improvements in spatial skills resulted in improved grades in an introductory calculus course. [El presente estudio muestra que las habilidades espaciales entre los estudiantes de ingeniería son maleables, y que las intervenciones espaciales para estudiantes que se especializan en los campos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) pueden mejorar sustancialmente el rendimiento de los estudiantes que inicialmente mostraron habilidades espaciales deficientes. Específicamente, descubrimos que las intervenciones espaciales son efectivas para aumentar las habilidades espaciales en los estudiantes de ingeniería que reprobaron la prueba espacial al comienzo de su primer año. También se demostró que las mejoras en las habilidades espaciales dieron como resultado mejores calificaciones en un curso introductorio de cálculo]. (Sorby et al. ,2013, p.28)

Podemos concluir que, a lo largo de sus extensas investigaciones sobre la habilidad espacial, Sorby ha determinado que la mejor manera de medir la habilidad espacial es evaluar la capacidad del sujeto para hacer rotaciones mentales. Es por esto que empleó el PSVT: R, el cual se enfoca precisamente en las rotaciones de objetos en el espacio. Además, Sorby sustentó que, pese a que la capacidad espacial es innata en las personas, la habilidad se adquiere con la experiencia, y por lo tanto puede mejorarse a través del entrenamiento.

Sorby (1999) emplea el término “spatial skill” para referirse a la habilidad adquirida que puede desarrollarse y mejorarse con la práctica, y establece una distinción con la capacidad innata o “spatial ability”. Sin embargo, la frontera entre lo innato y lo adquirido es difusa, por lo que en la literatura actual los términos suelen usarse de modo indistinto.

Berkowitz et al. (2021) en el artículo “Spatial abilities for architecture: Cross sectional and longitudinal assessment with novel and existing spatial ability tests” [Habilidades espaciales para la arquitectura: Evaluación transversal y longitudinal con pruebas de capacidad espacial nuevas y existentes], confirmaron que la habilidad espacial de los estudiantes mejora mediante el aprendizaje de la arquitectura, apareciendo tal mejora al inicio de los estudios de carrera aunque no de manera uniforme.

Aunque los estudiantes ya desarrollan habilidades espaciales en tareas que son inherentes a sus cursos de carrera, una capacitación enfocada en habilidades específicas puede ayudar a un mejor desempeño de los estudiantes principiantes, particularmente aquellos con habilidades espaciales inicialmente deficientes (Berkowitz et al., 2021, p.13). Para este trabajo se emplearon distintas pruebas: el Urban Layout Test (ULT), que mide la capacidad de cambiar la perspectiva del observador con respecto a una variedad de objetos; el Indoor Perspective Test (IPT), que evalúa la capacidad de visualizar un objeto desde dentro, cambiando de perspectiva; el Mental Rotations Test de Vandenberg and Kuse, que al igual que el PSVT: R mide la capacidad de rotación de objetos en el espacio, y finalmente el Mental Cutting Test (MCT), el cual vincula objetos en tres dimensiones con secciones o cortes en dos dimensiones.

Siguiendo con el campo de la arquitectura, Türkmenoğlu et al. (2020) presentaron el artículo “The Role of Spatial Ability on Architecture Education” [El rol de la habilidad espacial en la educación de la arquitectura] donde señalan que la habilidad espacial es un factor clave para labores como la arquitectura, donde es necesario que el profesional visualice, transforme y cambie de escala el espacio. En este trabajo se investigó la contribución del curso “Técnicas de representación arquitectónica” sobre las habilidades espaciales de los estudiantes de arquitectura. Se

aplicaron test al inicio y el final del curso, observándose una progresión significativa entre las pruebas de visualización espacial-percepción espacial y de orientación espacial, mientras que no se observó una progresión significativa entre las pruebas de rotación mental y relación espacial-rotación mental. (Türkmenoğlu, et al., 2020, p.103). En este caso se considera que la “spatial ability” es innata, mientras que la “spatial skill” se van desarrollando con el entrenamiento. Como dijimos, el uso de estos términos no está uniformizado y por lo tanto, suelen emplearse de modo indistinto, ya que la diferencia entre lo innato y adquirido aún no ha sido plenamente determinada.

Akin & Erem (2011) publicaron el artículo titulado “Architecture students’ spatial reasoning with 3-D shapes” [El razonamiento espacial de los estudiantes de arquitectura con formas 3-D]. Aquí se resaltó la importancia de las habilidades espaciales, las cuales pueden ser implementadas con estímulos adecuados.

Los resultados no llegaron a ser concluyentes, pero apoyaron la idea de que la rotación mental es la mejor manera de medir la habilidad espacial.

Maeda & Yoon (2011) de la Universidad de Purdue y la Texas A&M University respectivamente, publicaron el artículo titulado “Scaling the revised PSVT: R characteristics of the first year engineering student’s spatial ability” [Escalando las características revisadas de PSVT: R para la capacidad espacial de los estudiantes de ingeniería del primer año]. En este trabajo, los autores revisaron el Purdue Visualization of Rotations Test (PSVT: R) con el objetivo de validarlo en un estudio realizado entre estudiantes del primer año de ingeniería. Maeda & Yoon (2011) concluyeron en la confiabilidad del instrumento:

The PSVT: R is one of the cognitive assessments used to measure examinees’ mental rotation ability and has been used to make inferences about examinees’ future academic success in STEM fields. The PSVT: R has been also used as a

placement test for graphics courses in engineering education. [El PSVT: R es una de las evaluaciones cognitivas utilizadas para medir la capacidad de rotación mental de los examinados y se ha utilizado para hacer inferencias sobre el futuro éxito académico de los examinados en los campos STEM. El PSVT: R también se ha utilizado como prueba de ingreso para cursos de gráficos en educación en ingeniería]. (p.17)

Yue (2007) del Essex County College Newark, New Jersey, publicó el artículo “Spatial Visualization by Isometric Drawing” [Visualización espacial por dibujo isométrico]. En esta investigación se resaltó la importancia de la visualización espacial para el diseño de arquitectura e ingeniería, poniendo énfasis en las rotaciones de objetos representados mediante gráficos isométricos. Este es precisamente el aspecto sobre el cual trabaja el Purdue Visualization of Rotations Test (PSVT: R). Luego se analizó el empleo de programas informáticos y su incidencia sobre la habilidad espacial en estudiantes universitarios. Sobre las vistas isométricas Yue (2007) concluyó que:

Isometric views have been widely used in spatial visualization tests, especially those tests designed for engineering and technology students. Isometric drawings may be the simplest of all graphic representations or realistic views of 3D objects. They are usually easy to draw and visualize [Las vistas isométricas se han utilizado ampliamente en las pruebas de visualización espacial, especialmente aquellas pruebas diseñadas para estudiantes de ingeniería y tecnología. Los dibujos isométricos pueden ser las representaciones gráficas más simples o las vistas realistas de objetos 3D. Por lo general, son fáciles de dibujar y visualizar]. (p.20)

Jovanovic & Jones (2014) en el artículo titulado “A Comparative Analysis of Spatial Visualization Ability and Drafting Models for Industrial and Technology

Education Students”. [Un análisis comparativo de la capacidad de visualización espacial y elaboración de modelos sólidos para estudiantes de educación industrial y tecnológica], propusieron una estrategia de enseñanza para mejorar la habilidad de visualización espacial de los estudiantes en base al uso de modelos sólidos reales en tres dimensiones (3D):

Using 3D solid models as visualizations aids for Industrial Technology and Technology Education courses has great potential to improve spatial visualization skills. While conducting the literature review to better focus this research, there appeared to be a lack of research related to drafting models and their ability to enhance spatial visualization ability. [El uso de modelos sólidos 3D como ayuda de visualización para los cursos de Tecnología industrial y Educación tecnológica tiene un gran potencial para mejorar las habilidades de visualización espacial. Mientras realizaba la revisión de la literatura para enfocar mejor esta investigación, parecía haber una falta de investigación relacionada con la elaboración de modelos sólidos y su capacidad para mejorar la capacidad de visualización espacial]. (Jovanovic & Jones, 2014, p.99)

Para medir el éxito de esta estrategia se emplearon test psicométricos, entre ellos el Purdue Visualization of Rotations Test (PSVT: R) durante un semestre académico. El estudio comparó el uso de diferentes tipos de modelos de dibujo (un objeto sólido impreso en tres dimensiones, un dibujo generado por computadora en tres dimensiones y un dibujo en dos dimensiones. Utilizando una actividad de dibujo técnico como la principal herramienta de evaluación, se descubrió que el modelo sólido impreso y la imagen generada por computadora en tres dimensiones, proporcionaron puntuaciones estadísticamente más altas que el dibujo en dos dimensiones. (Jovanovic & Jones, 2014, p.99)

Tesis internacionales.

Villa (2016) desarrolló la tesis de doctorado en ingeniería multimedia titulada “Desarrollo y evaluación de las habilidades espaciales de los estudiantes de ingeniería: actividades y estrategias de resolución de tareas espaciales” en la Universitat Politècnica de Catalunya. La autora concluyó que la habilidad espacial es fundamental para el buen desempeño de los estudiantes de ingeniería y que además, tal como también señalan Sorby & Panther (2020), esta puede mejorarse a través de la práctica y el entrenamiento.

Determinar que la habilidad espacial es una capacidad que puede ser potenciada mediante la educación, resulta uno de los puntos de partida para el presente trabajo de investigación.

Villa (2016) por su parte, cuestionó el uso de las estrategias de enseñanza tradicionales para el desarrollo de la habilidad espacial, y propuso investigar la incidencia de nuevas estrategias basadas en el empleo de ordenadores y nuevas tecnologías digitales:

En la docencia tradicional, la secuencia necesaria para dibujar en el papel los objetos tridimensionales, facilitaba el desarrollo de ciertos aspectos de la habilidad espacial. A raíz de la incorporación de la informática, han surgido numerosas investigaciones sobre cómo utilizar los nuevos recursos y metodologías en la docencia de la ingeniería. Se han desarrollado diferentes materiales, cursos o herramientas (específicos o incluidos en las asignaturas) para potenciar el desarrollo de las habilidades espaciales. Una dificultad en su implementación consiste en medir la validez y eficacia de dichas actuaciones. Continuando con esta línea de investigación, es importante saber qué pruebas pueden evaluar mejor las habilidades espaciales requeridas en los estudiantes de ingeniería, en concreto en el proceso gráfico y de diseño. Es importante también

averiguar qué estrategias se emplean en la resolución de tareas espaciales y cuáles son más óptimas. Puede deducirse que fomentar el uso de dichas estrategias conduce a desarrollar las habilidades espaciales necesarias. (Villa, 2016, p.6)

Para evaluar el empleo de estrategias, Villa aplicó el Purdue Visualization of Rotations Test (PSVT: R) antes y después del curso de Expresión gráfica, donde se pusieron en práctica estrategias experimentales. Sobre este test, Villa (2016) indicó que “La rotación mental es posiblemente, la que mejor permite una estrategia espacial holística en todo el proceso de resolución. En general, exige esfuerzo y concentración” (p.75), lo cual es coincidente con las investigaciones de Sorby (1999), quien concluyó que la mejor manera de medir la habilidad espacial es evaluar la capacidad de rotar objetos en el espacio.

Al finalizar el estudio, se midió un incremento en la habilidad espacial pero no se llegó a un resultado definitivo que demostrara que las estrategias de enseñanza basadas en el uso de modelos tridimensionales en ordenador, son superiores a las tradicionales.

También se analizó la tesis de Allam (2009) de la Universidad Estatal de Ohio para obtener el grado de Doctor en Filosofía titulada “Enhancing spatial visualization skills in first-year engineering students” [Mejorando las habilidades de visualización espacial de estudiantes de primer año de estudios de ingeniería]. Allam (2009) indicó que el uso de herramientas informáticas de animación actuales, como el diseño asistido por computadora, no elimina la necesidad de que un profesional posea habilidades espaciales.

La investigación desarrollada fue de tipo experimental con grupo de control. En este caso se deseaba descubrir si el libre acceso del grupo experimental a herramientas

informáticas mejoraba su habilidad espacial. Para realizar las mediciones se utilizó el PSVT: R en pre y posprueba. Sobre sus resultados, Allam (2009) señala:

The first hypothesis tested the effects on spatial visualization gains due to treatment, or free tool access. Participants in the treatment group, those who had free access to the spatial visualization instructional animations, scored higher on the PSVT—R post-test as a result of being in the treatment group versus the control group, with pre test scores considered. [La primera hipótesis probó los efectos sobre la ganancia de visualización espacial como consecuencia del tratamiento o acceso libre a herramientas. Los participantes en el grupo de tratamiento, aquellos que tenían libre acceso a las animaciones instruccionales de visualización espacial, obtuvieron puntajes más altos en el PSVT: R después de la prueba como resultado de estar en el grupo de tratamiento versus el grupo de control, considerando los puntajes obtenidos en el pre test]. (p.118)

Pese al resultado positivo obtenido tras el empleo de tecnologías digitales, se recomendó que las herramientas de informáticas de animación deben ser elementos aditivos, pero no sustitutos de estrategias tradicionales.

Guevara (2013) elaboró una tesis optar el grado de Doctor en Calidad y Procesos de Innovación Educativa titulada “Análisis del proceso de enseñanza aprendizaje de la disciplina Proyecto Arquitectónico en la carrera de arquitectura, en el contexto del aula”, la cual fue realizada en la Universidad Autónoma de Barcelona. Guevara hizo un análisis sobre los procesos de enseñanza del diseño arquitectónico tomando como eje la experiencia obtenida en el aula debido a que, como también señaló Boullosa (2014), el proceso de enseñanza-aprendizaje del diseño está todavía ligado a la relación maestro-estudiante.

Guevara explica que la práctica docente en arquitectura no está debidamente conceptualizada y carece de regularidades. Esto aleja la mencionada práctica docente del ámbito científico. A continuación, reproducimos el siguiente párrafo de la tesis de Guevara (2013):

Como resultado de este análisis, se puede concluir que no existe un enfoque didáctico científico aplicado al proceso de enseñanza aprendizaje del proyecto arquitectónico. No se conoce el sistema de categorías didácticas que constituyen la esencia de esta disciplina. La tendencia en la enseñanza de la arquitectura es tradicional, en el sentido de centrada en el profesor: no hace pensar proyectualmente, no desarrolla habilidades en los estudiantes, no los prepara para ser independientes profesionalmente, mientras pretendiendo ser liberadora y de vanguardia, es intuitiva y anárquica. (p.446)

Como podemos apreciar, Guevara (2013) señala también el carácter intuitivo del proceso de enseñanza-aprendizaje del diseño arquitectónico llegando incluso a calificarlo de anárquico.

Prosiguiendo con la investigación de este proceso de enseñanza-aprendizaje tan particular (debido a su carácter subjetivo y poco documentado), tomamos la tesis de Arentsen (2012) titulada “Aproximación a una didáctica integradora de los estilos de aprendizaje en el taller de arquitectura: diagnóstico y propuesta” desarrollada en la Universidad del Bio Bio – Chile para optar el grado de Magister en Didáctica Proyectual. Al igual que Luján (2012) en Perú, Arentsen estudió los estilos de aprendizaje, pero para relacionarlos con una propuesta de modelo didáctico individualizado que toma en cuenta estos estilos. La investigación mostró que al aplicar un modelo individualizado de enseñanza que toma en cuenta los estilos de aprendizaje particulares de cada estudiante, se redujo de modo significativo la cantidad de alumnos

desaprobados del curso de Taller de Arquitectura (Este es el curso donde se enseña el diseño arquitectónico).

Luego de analizar los estilos de aprendizaje, el autor no propuso actuar sobre estos (lo cual sería demasiado complicado), sino adaptar el modelo de enseñanza. Las conclusiones de Artensen (2012) nos llevan a reafirmarnos en la idea de que es necesario estudiar las estrategias de enseñanza del diseño arquitectónico que se aplican actualmente.

Se analizó luego la tesis de Vidigal (2010) para optar el grado de Doctor en Arquitectura y Urbanismo titulada “Ensino do projeto arquitetônico. Um estudo sobre as práticas diáticas no curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal do Paraná” [Enseñanza del proyecto arquitectónico. Un estudio sobre las prácticas didácticas en el curso de arquitectura y urbanismo de la Universidad Federal de Paraná].

Vidigal (2010) describió las principales estrategias didácticas empleadas en la enseñanza de la arquitectura la Universidad Federal de Paraná con sede en Curitiba. Posteriormente las analizó mediante un estudio cualitativo, determinando que las más importantes son las estrategias visuales, tales como la elaboración de maquetas y láminas. Esto se debe a que el diseño es una actividad eminentemente práctica y, aunque se sustenta sobre fundamentos teóricos, su aprendizaje no puede separarse del “hacer”.

Al dirigir la presente investigación hacia las estrategias para la enseñanza de la arquitectura, debemos citar la tesis de Arkwell (2013) para obtener el grado de Doctor en arquitectura titulada “Architecture as drawing: representational space architecturally transformed” [Arquitectura como dibujo. Espacio representacional arquitectónicamente transformado]. Este trabajo fue realizado en la Universidad de Arkansas, Estados Unidos de América y analizó la importancia del dibujo, no sólo como herramienta para

la representación arquitectónica, sino también como parte fundamental del proceso creativo de la arquitectura. Arkell (2013) no separa la gráfica de la arquitectura, integrándola en cambio dentro de un proceso creativo más amplio y complejo:

That is, a method was created through which drawing might be used as a tool of conception in the creation of space and architecture; the latter two ideas are not physically rendered, but the drawing process created around this thesis enables one to ask critical questions of each in regards to their relationship with each other and to their relationship with their means of creation. Specifically, “drawing as architecture” might be less valuable a phrase than “process as architecture”, where the former still retain its connection to product while the latter speaks to drawing and its true value to architectural creation. [Se creó un método a través del cual el dibujo podría usarse como una herramienta de concepción en la creación de espacio y arquitectura; las dos últimas ideas no se representan físicamente, pero el proceso de dibujo creado en torno a esta tesis permite formular preguntas críticas de cada uno sobre su relación con los demás y su relación con sus medios de creación. Específicamente, "dibujar como arquitectura" podría ser una frase menos valiosa que "proceso como arquitectura", donde el primero todavía conserva su conexión con el producto, mientras que el segundo habla del dibujo y su verdadero valor para la creación arquitectónica]. (p.39)

Explorando con mayor profundidad las estrategias de enseñanza de la arquitectura, debemos tomar como antecedente la tesis de Rodríguez (2011) titulada “El dibujo como dispositivo pedagógico”. para optar el grado de doctor en artes visuales e intermedia en la Universidad Politécnica de Valencia

Rodríguez (2011) señala que el dibujo es una disciplina apoyada por procedimientos empíricos, debido a que se trata de un aprendizaje basado en el aprender haciendo. Existen por lo tanto manuales que explican cómo desarrollar el proceso del dibujo, pero casi no existen procedimientos pedagógicos específicos y documentados al respecto. Al igual que el diseño arquitectónico, el arte del dibujo se ha transmitido mediante un proceso de enseñanza-aprendizaje sustentado en la relación maestro-estudiante.

Forrester (2000) en la tesis de maestría “Drawing an Education: Influence and evidence”. Del Virginia Polytechnic Institute and State University analizó la importancia del dibujo manual, señalando que, con el bosquejo, el sujeto representa un impulso derivado de la mente que va corriendo por el brazo hasta los dedos y el lápiz para plasmarse en el papel. De esta manera la arquitectura aparece como si el que dibuja fuera un filtro. El dibujo concretiza los recuerdos y las impresiones que son transformados y reinterpretados por el sujeto (Forrester, 2000, p.12).

Antecedentes Nacionales

Artículos Científicos nacionales.

Según Dreifuss (2015), en su artículo titulado “Enseñanza aprendizaje en el Taller de Diseño”, el cual fue publicado en la revista Limaq, de la Universidad de Lima; la mayoría de profesores de arquitectura no cuentan con una formación docente adecuada. La práctica de la docencia de la arquitectura es esencialmente empírica, basándose en la experiencia propia del docente, adquirida a su vez de sus maestros. Esta característica presenta como ventaja la capacidad de adaptación a las nuevas exigencias de cada época, pero, por otra parte, limita la elaboración de métodos y estrategias de enseñanza sistematizados que permitan alejar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las consideraciones subjetivas.

Gómez-Tone (2019) de la Universidad Católica San Pablo de Perú, publicó el artículo titulado “Impacto de la Enseñanza de la Geometría Descriptiva usando Archivos 3D-PDF como Entrenamiento de la Habilidad Espacial de Estudiantes de Ingeniería Civil en el Perú”. Esta investigación trató de determinar cómo mejoró la habilidad espacial de los estudiantes universitarios de ingeniería en el curso de geometría descriptiva mediante el empleo de estrategias de enseñanza basadas en el empleo de modelos informáticos en tres dimensiones (3D). Luego de utilizar estas estrategias, se procedió a analizar la habilidad espacial de los estudiantes mediante el Purdue Visualization of Rotations Test (PSVT: R). Gómez-Tone (2019) señala sobre las conclusiones:

Se usó el Test de Visualización Espacial Purdue: rotaciones, antes y después del curso y se aplicó las pruebas estadísticas t de Student y U de Mann-Whitney. Se encontró una mejora moderada del orden del 22%. Estos resultados sugieren que el entrenamiento indirecto de la capacidad espacial, a través de los cursos de graficación mejorados con tecnologías digitales, pueden convertirse en herramientas de enseñanza eficientes. (p.73)

Al margen de tratarse de un estudio dirigido a investigar el uso de herramientas digitales, coincide con las investigaciones anteriormente presentadas que muestran que es posible mejorar el nivel de habilidad espacial de los estudiantes mediante la aplicación de estrategias de enseñanza específicas.

Chiara (2016), quien ejerció el cargo de coordinador del Área de Expresión Gráfica de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Ricardo Palma, publicó el artículo titulado “Estrategias didácticas basadas en competencias. Características e implicancias”, donde señala que al elaborar estrategias de enseñanza con un enfoque de competencias:

El estudiante es el que asume el papel de protagonista en la construcción de sus propios conocimientos de manera activa, mientras que el docente juega un rol importante en el desarrollo de su aprendizaje, pues es el que emplea estrategias de enseñanza y genera motivación en los estudiantes. (p.20)

Pese a resaltar la importancia de la labor docente, coincide con Dreifuss (2015) al indicar que los docentes de arquitectura no cuentan con una formación pedagógica y establecen sus estrategias de enseñanza de una manera intuitiva, basándose en su propia experiencia y siendo por lo tanto necesario plantear estrategias de enseñanza innovadoras en base a una metodología activa, en concordancia con los avances de las ciencias pedagógicas en el mundo.

Castro-Revilla (2018) de la Universidad Nacional Federico Villarreal, publicó el artículo “El futuro de la enseñanza de las técnicas manuales de representación gráfica arquitectónica”. Allí señaló la necesidad de mantener la enseñanza de las técnicas manuales de representación arquitectónica, pese al avance de las técnicas digitales. Esto se debe a la importancia que tiene el trabajo manual en el desarrollo y la expresión del pensamiento y la creatividad, elementos indispensables en el aprendizaje del diseño. Desde este punto de vista, el dibujo no es sólo una herramienta de expresión, sino parte del proceso creativo de la arquitectura.

Tesis Nacionales.

Son escasos los trabajos de investigación realizados en el Perú en relación a la enseñanza del diseño arquitectónico, disciplina que como se indicó antes, tradicionalmente se ha realizado manteniendo un esquema sustentado en la relación maestro-estudiante.

Según la tesis de Boullosa (2014) para optar el grado de Magister en Educación titulada “Teorías implícitas sobre la evaluación de los aprendizajes que poseen los

docentes de arquitectura de una universidad privada de Lima”, los docentes de arquitectura evalúan los aprendizajes de sus estudiantes en base a teorías implícitas o intuitivas. Las teorías implícitas son conocimientos que se establecen de manera tácita e involuntaria a través de la práctica y están en relación directa con el sistema de conocimientos, las emociones y los valores propios de cada docente. Al ser implícitas, no se sustentan en una construcción intelectual previa y, en realidad, al aplicarlas ni siquiera se llega a tomar conciencia de ellas.

Boullosa analizó con bastante detalle las características de las teorías implícitas en educación, observando que su naturaleza es esencialmente pragmática. Luego estableció sus distintas tipologías, concluyendo en que, de manera empírica e intuitiva, los docentes de arquitectura utilizan la teoría constructivista. Esto significa que se el estudiante construye su propio aprendizaje a través de la interacción con el docente.

Un antecedente importante ha sido la tesis de Luján (2012) de la Universidad Nacional Federico Villarreal, presentada para optar el grado de Doctor en Educación titulada “Las estrategias de aprendizaje en relación al rendimiento académico en estudiantes del primer año – 2010, Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal”. En esta investigación, Luján estudió los estilos de aprendizaje que poseen los estudiantes de arquitectura de primer año de carrera en la Facultad de Arquitectura, buscando establecer cuál es la relación entre estos estilos de aprendizaje y el rendimiento académico en base a las calificaciones obtenidas por los estudiantes al final de año. Las conclusiones revelaron que no existen correlaciones significativas y positivas entre las variables seleccionadas, recomendando desarrollar investigaciones para descubrir qué variables afectan el rendimiento de los estudiantes.

Las conclusiones de la tesis de Luján (2012) nos conducen a proponer que, al no existir una correlación entre los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico, se debería investigar el extremo opuesto del proceso, es decir las estrategias de enseñanza utilizadas por los docentes.

1.5 Justificación de la investigación

Justificación Teórica

Mediante la investigación se pretende ampliar la base teórica con respecto a las estrategias de enseñanza para el aprendizaje del diseño arquitectónico. Como se ha señalado anteriormente, en la actualidad esta práctica se basa en modelos empíricos y existe poca investigación destinada a relacionarla con teorías pedagógicas científicas y esquemas metodológicos estructurados. En tal sentido, la investigación tendrá relevancia y utilidad en el medio universitario al aportar al conocimiento teórico del tema.

Justificación Práctica

La investigación realizada en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal, permitió conocer mejor el comportamiento de las variables estudiadas en su ambiente real, y puede servir como insumo para otras facultades de arquitectura de Lima y el Perú, ya que el medio en el cual se desenvuelven es el mismo.

El trabajo fue factible de llevar a cabo mediante la aplicación de una prueba psicométrica a estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV. La prueba empleada, el Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT: R), es un instrumento validado y ampliamente usado por diversos investigadores en el mundo para medir la habilidad espacial.

Justificación Metodológica

Se espera que la presente investigación pueda ser un complemento teórico de investigaciones previas, llenando un vacío del conocimiento, no sólo en el aspecto teórico sino también metodológico de la enseñanza del diseño.

Por lo tanto, la presente investigación brinda lineamientos metodológicos para mejorar, a través del empleo de diversas estrategias, el proceso de enseñanza aprendizaje en la Facultad de Arquitectura de la UNFV.

1.6 Limitaciones de la investigación

A lo largo del proceso del desarrollo de la presente investigación, se presentaron las siguientes limitaciones:

Limitaciones bibliográficas, debido a la poca investigación realizada respecto al tema especialmente en el Perú. Una limitación importante además, fue la falta de especialistas en el medio local sobre metodología orientada a la enseñanza del diseño, dado que la enseñanza del diseño arquitectónico no se basa en teorías pedagógicas sino en la experiencia empírica.

Finalmente, se contaron con limitaciones económicas debido a que la investigación debió ser auto financiada por el autor de la tesis.

1.7 Objetivos

Objetivo General

Determinar la relación entre el empleo de estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico y el desarrollo de la habilidad espacial en los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019.

Objetivos Específicos

O1: Determinar el nivel de la habilidad espacial que presentan los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019 luego de haberse

aplicado en ellos estrategias de enseñanza tradicionales de representación y diseño arquitectónico basadas en la visualización de modelos a escala reducida en dos dimensiones durante un ciclo académico.

O2: Determinar el nivel de la habilidad espacial que presentan los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019 luego de haberse aplicado en ellos estrategias de enseñanza experimentales de representación y diseño arquitectónico basadas en la visualización de modelos a escala real en tres dimensiones durante un ciclo académico.

O3: Determinar si la habilidad espacial de los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019 que recibieron estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico experimentales basadas en la visualización de modelos a escala real en tres dimensiones, es mayor a la habilidad de los estudiantes que recibieron estrategias tradicionales basadas en la visualización de modelos a escala reducida en dos dimensiones.

1.8 Hipótesis

Hipótesis General

Las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico se relacionan significativamente con el desarrollo de la habilidad espacial en los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal año 2019.

Hipótesis Específicas

H1: El nivel de la habilidad espacial que presentan los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal año 2019, luego de haberse aplicado en ellos estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico tradicionales basadas en la visualización de modelos a escala reducida en dos

dimensiones sufre una variación significativa con respecto a la preprueba luego de un ciclo académico.

H2: El nivel de la habilidad espacial que presentan los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, sufre una variación luego de haberse aplicado las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico experimentales basadas en la visualización de modelos a escala real.

H3: La habilidad espacial de los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019 que recibieron estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico experimentales basadas en la visualización de modelos a escala real en tres dimensiones, es mayor a la habilidad de los estudiantes que recibieron estrategias tradicionales basadas en la visualización de modelos a escala reducida en dos dimensiones.

II. Marco Teórico

2.1 Marco conceptual

Estrategias de Enseñanza

Para abordar el estudio de las estrategias de enseñanza, primero debemos explicar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es importante comprender que la enseñanza y el aprendizaje son actividades diferentes que interactúan entre sí para llegar a un mismo objetivo final.

Zarzar (como se citó en Gonzales, 2001) indica que “El aprendizaje y la enseñanza son dos procesos distintos que los profesores tratan de integrar en uno solo: el proceso enseñanza/aprendizaje. Por tanto, su función principal no es sólo enseñar, sino propiciar que sus alumnos aprendan” (p.1).

La enseñanza, como primer paso del proceso enseñanza-aprendizaje, significa el establecimiento de un vínculo de comunicación entre los estudiantes y el profesor, quien debe facilitar la transmisión de información de una manera fluida. En efecto, Gispert (2016) analiza la enseñanza como un acto comunicativo:

Enseñar etimológicamente procede del latín *in-signare*, que significa poner el signo, señalar, mostrar. Sus connotaciones van mucho más allá del entorno educativo. En sentido coloquial, equivale a transmitir conocimientos o a instruir, acciones que requieren intencionalidad y relación de comunicación. Enseñar, por tanto, es un acto comunicativo, un acto por el cual el docente pone de manifiesto los objetos de conocimiento a través de la aportación de nuevas significaciones. (p.62)

Es importante resaltar que este proceso de comunicación es intencional y dirigido por el profesor, quien busca que pueda producirse el aprendizaje en los alumnos. Este es un punto importante ya que la intencionalidad de la enseñanza implica

que debe existir una estrategia determinada, entendiéndose como estrategia al conjunto de procedimientos destinados a llegar a un fin determinado. Castro-Kikuchi (2005) también pone énfasis en resaltar el carácter intencional de la enseñanza al definirla de la siguiente manera:

Es proceso en el que, de modo intencional, sistemático y metódico, el educador apela a un conjunto de actividades y procedimientos específicos para promover, orientar, impulsar, conducir, efectivizar y favorecer la configuración y el desarrollo de las cualidades físicas, psíquicas y morales del educando en un contexto sociocultural e histórico determinado. En el sentido estricto, proceso en cuyo curso el maestro ejerce una acción intencional y coordinada sobre el alumno con la finalidad de lograr que adquiera nuevos conocimientos, capacidades, habilidades, técnicas y procedimientos, actitudes, formas diversas de sensibilidad, hábitos etc. En función de su propia actividad. (p.265)

Reforzando esta idea, tenemos lo expresado por Coll & Bolea (como se citó en Díaz & Hernández, 1999), que explican lo siguiente:

Cualquier situación educativa se caracteriza por tener una cierta intencionalidad. Esto quiere decir que, en cualquier situación didáctica, uno o varios agentes educativos (profesores, textos, etcétera) desarrollan una serie de acciones o prácticas encaminadas a influir o provocar un conjunto de aprendizajes en los alumnos, con una cierta dirección y con uno o más propósitos determinados. (p.82)

Podemos decir que, para llevar a cabo el proceso de enseñanza como un acto comunicativo e intencional, es necesario contar con estrategias sistematizadas que permitan realizar aquello que se pretende lograr con los estudiantes. En tal sentido, las estrategias de enseñanza son los procedimientos o medios a través de los cuales, los

profesores buscan llevar a cabo el proceso de enseñanza. Considerando esto, Nolasco (2014) define las estrategias de enseñanza como:

Los procedimientos o recursos utilizados por los docentes para lograr aprendizajes significativos en los alumnos. Cabe hacer mención que el empleo de diversas estrategias de enseñanza permite a los docentes lograr un proceso de aprendizaje activo, participativo, de cooperación y vivencial. Las vivencias reiteradas de trabajo en equipo cooperativo hacen posible el aprendizaje de valores y afectos que de otro modo es imposible de lograr. (p.1)

Estas estrategias deben ser adecuadas y cuidadosamente seleccionadas para para cada tipo de clase y especialidad, tomando en cuenta el nivel y las condiciones particulares de los estudiantes.

Por su parte, Anijovich & Mora (2009) definen las estrategias de enseñanza de la siguiente manera:

El conjunto de decisiones que toma el docente para orientar la enseñanza con el fin de promover el aprendizaje de sus alumnos. Se trata de orientaciones generales acerca de cómo enseñar un contenido disciplinar considerando qué queremos que nuestros alumnos comprendan, por qué y para qué. (p.4)

La definición resulta bastante precisa y útil al señalar el hecho de que no solo basta establecer un contenido, sino que es fundamental determinar cómo enseñarlo; inquietud que ha hecho que en la actualidad haya crecido el interés por estudiar las estrategias de enseñanza y aprendizaje en la educación superior. Este hecho se ve reforzado con la introducción del modelo de enseñanza por competencias, ya que no es posible plantear el alcanzar de una competencia sin antes haber determinado cómo es que se pretende llegar a ella. Por ejemplo, Pimienta (2012) propone que “El enfoque por competencias exige a los docentes ser competentes en el diseño y operacionalización de

situaciones didácticas. Para ello es necesario contar con un amplio bagaje de metodologías y estrategias de enseñanza-aprendizaje” (p.1).

Pimienta (2012) agrega que las estrategias de enseñanza “son instrumentos de los que se vale el docente para contribuir a la implementación y desarrollo de las competencias de los estudiantes” (p.3).

Cada competencia debe estar acompañada de estrategias específicas, pero a al mismo tiempo flexibles, que permitan adaptar la enseñanza a las condiciones particulares de cada entorno. Así como no podemos desligar a la competencia de las estrategias de enseñanza, tampoco es posible establecer un esquema rígido que limite la creatividad del profesor y su capacidad de comunicarse con los estudiantes de manera variada, en base a la observación de sus características propias. Díaz & Hernández (1999) exponen precisamente que las estrategias deben ser empleadas “como procedimientos flexibles y adaptativos (nunca como algoritmos rígidos) a distintas circunstancias de enseñanza” (p.80).

Enseñanza del Diseño Arquitectónico

El diseño arquitectónico es una actividad donde se proyectan edificaciones y espacios para el hábitat del ser humano. El diseño es un proceso dinámico donde intervienen de manera determinante la creatividad y la imaginación. Noriega et al. (2011) señalan al respecto que:

Los estudios de estas carreras requieren una gama de habilidades y conocimientos específicos, que abarcan las ciencias sociales y naturales, las matemáticas, humanidades y arte, cuyo foco central se halla en la práctica creativa del diseño, por lo que la formación requerida implica un enfoque interdisciplinario y holístico. Por otra parte, la formación que se recibe en la escuela de nivel medio y el tipo de evaluación con la que se califica y promueve

a los alumnos, están centrados en el desarrollo de habilidades prevalentemente lógico-discursivas. (p.97)

La enseñanza del diseño arquitectónico utiliza diferentes estrategias, pero siempre relacionadas a la elaboración de un proyecto, ya que el objetivo de la carrera es lograr que el estudiante sea competente como profesional en la elaboración de proyectos de arquitectura; el conocimiento siempre es aplicado. Sin embargo, el diseño arquitectónico es una actividad interdisciplinaria que implica más que sólo concebir edificaciones, y abarca distintas áreas de conocimiento, tales como las matemáticas, el arte y las ciencias sociales.

Montes de Oca & Machado (2011) indican lo siguiente sobre el aprendizaje basado en la elaboración de proyectos.

El aprendizaje basado en proyectos es un método que permite un proceso permanente de reflexión, parte de enfrentar a los alumnos a situaciones reales que los llevan a comprender y aplicar aquello que aprenden como una herramienta para resolver problemas o proponer mejoras en las comunidades en donde se desenvuelven. Con la realización del proyecto, el alumno debe discutir ideas, tomar decisiones, evaluar la puesta en práctica de la idea del proyecto, siempre sobre la base de una planificación de los pasos a seguir. Además, involucra a los estudiantes en la solución de problemas y otras tareas significativas, les permite trabajar de manera autónoma y favorece un aprendizaje contextualizado y vivencial. (p.8)

Representación Arquitectónica

Los modelos arquitectónicos son representaciones ideales de la realidad. Estos pueden ser gráficos bidimensionales (láminas), físicos tridimensionales (maquetas) o imágenes dinámicas (gráficos generados por ordenador), y constituyen un vehículo de

comunicación mediante el cual el profesional transmite sus ideas a diferentes destinatarios, ya sean los clientes o los encargados de la construcción de una edificación. Pero durante el aprendizaje de la disciplina, estos modelos son el medio que emplea el estudiante para expresar lo que va aprendiendo de modo práctico. El proceso resultaría imposible al ser realizado de un modo exclusivamente verbal o escrito. Al respecto Paz (2000) explica:

Toda expresión o manifestación, sea gestual, formal o de otra índole son actos de comunicación, incluso aun no estemos conscientes de ello. El proceso de diseñar y en particular los resultados al interior de una colectividad humana, son hechos y/o cosas que comunican y, como tales, pueden constituirse en un medio de expresión de la idiosincrasia de su comunidad, dentro de su presente y también hacia su futuro. Es evidente a cualquier mente reflexiva que los resultados morfológicos del diseñar están sometidos a los procesos de comunicación. En consecuencia, el diseñador debe conocer la estructura de un sistema de comunicación y del contenido. (p.31)

El dibujo es el lenguaje del arquitecto. El arquitecto piensa, reflexiona, se expresa y comunica (a sí mismo y hacia otros) a través del dibujo. (Colistra, 2012, p.8)

Al ser un medio de expresión, la gráfica arquitectónica constituye en un medio de comunicación. Luego de haberse elaborado una idea, normalmente esta es transmitida mediante el lenguaje verbal, pero en el caso del diseño la síntesis del proceso creativo viaja del receptor al emisor esencialmente mediante el lenguaje visual.

En el Taller de diseño arquitectónico, la comunicación es además bidireccional, ya que el docente debe retroalimentar constantemente el proceso de diseño. Dicha comunicación tampoco se puede producir sólo a nivel verbal, y por eso es necesaria la elaboración de modelos visuales en dos o tres dimensiones.

Paz (2000) indica lo siguiente respecto a los canales mediante los cuales se desarrolla esta comunicación:

El medio, como seguramente sospechamos, en el caso que nos ocupa aquí, son los cuerpos bidimensionales y tridimensionales como respuesta de diseño.

Cuando construimos un objeto, cosa u organismo, contiene y lleva en su contorno, incluso en su interior, quiérase o no, un mensaje que transmite tanto al hacedor como al usuario. Por lo tanto, ya que se va a dar necesariamente, es propio considerarlo y manejarlo intencionalmente.

Toda transmisión de un mensaje es un hecho de comunicación, pero para que sea una comunicación efectiva debe haber una respuesta. En este caso el receptor se convierte en emisor y este en receptor; el medio será siempre el que lleve el mensaje. (p.32)

La gráfica y la modelación tridimensional arquitectónica empleadas en el Taller de diseño arquitectónico, poseen un componente objetivo que se halla determinado en función a la transmisión de información específica, pero también posee un aspecto subjetivo relacionado a la percepción del receptor del mensaje. Y es que la imagen, más allá del sentido práctico dentro del ejercicio del diseño arquitectónico, no puede desligarse de la dimensión artística. En este sentido Edwards (1984) dice:

Las ligeras diferencias individuales en el modo en que cada uno percibe y representa sus percepciones en una obra de arte. Estas diferencias expresan una reacción interior individual ante el estímulo percibido, así como el «toque» único que surge de las peculiaridades psicológicas de cada individuo. (p.201)

Anteriormente se explicó que el proceso creativo del diseño arquitectónico es esencialmente visual. En este contexto, la gráfica sirve para alimentar el proceso

creativo y para transmitir sus resultados de un emisor a uno o varios receptores. Sobre el punto mencionado Masdéu (2016) expone lo siguiente:

Tradicionalmente el Taller de Arquitectura se ha concebido como un modelo de la realidad donde se simula el ejercicio de la profesión mediante la reproducción de algunos roles —arquitecto, cliente, ingeniero— y situaciones reales — programa, normativas, presupuesto—. Sin embargo, actualmente la formación que reciben los estudiantes en este tipo de talleres es insuficiente porque se omiten muchas variables contextuales —gestión económica de un proyecto, desarrollo de estrategias de marketing, comunicación con el cliente— que solo se pueden aprender cuando los estudiantes entran en contacto con la realidad profesional. Para solucionarlo en algunas escuelas de arquitectura se están organizando talleres donde los estudiantes tienen que desarrollar un proyecto con un cliente real y un presupuesto fijo. (p.77)

Pero la gráfica en arquitectura no tiene sólo la función de transmitir información, es también una herramienta básica en el proceso de diseño, ya que, durante este, las ideas se van representando visualmente y retroalimentándolo mediante la imaginación. Al respecto Vygotsky (2008) explica que: “la imaginación es el fundamento del proceso creativo mediante el cual se estructuran y concretan nuevas ideas” (p.11).

Dados los avances de la tecnología, la gráfica ha tendido a digitalizarse, sin embargo, no se ha determinado aún cómo es que esto ha influido en el proceso de diseño y su aprendizaje. Pallasmaa (2012) sostiene que la gráfica manual está ligada a la elaboración del pensamiento y la comprensión del espacio tridimensional, debido a que la mano funciona como una extensión del cerebro humano. Por lo tanto, pese al avance de la digitalización, es necesario mantener en la etapa formativa el dibujo manual y la manipulación de objetos reales.

Estrategias de Enseñanza de Representación y Diseño Arquitectónico.

Tal como se indicó en los antecedentes de la presente investigación, existen pocas referencias respecto a las estrategias empleadas para la enseñanza del diseño arquitectónico. Esto no quiere decir que dichas estrategias se encuentren ausentes, sin embargo, no se hallan sistematizadas. Los profesores de arquitectura no suelen tener formación pedagógica tal como puntualiza Dreiffus (2015) y emplean estrategias que se han ido transmitiendo de profesor a alumno a lo largo de los años. Sobre ellas, cada nuevo profesor incorpora características propias en base a su personalidad, experiencia y subjetividad.

Este sistema ha funcionado desde que se inició la enseñanza académica de la arquitectura en el Perú durante la primera mitad del siglo XX, enfrentándose en la actualidad a nuevos desafíos, tales como la incorporación del modelo por competencias y los procesos de evaluación de calidad docente, que promueven el uso de diversas estrategias de enseñanza que no siempre corresponden a la carrera de arquitectura.

No es posible, por lo tanto, examinar el desempeño de un profesor de diseño arquitectónico según un esquema de estrategias que no se ajustan a las particularidades de esta disciplina que conjuga por igual elementos técnicos, prácticos, teóricos y artísticos.

A nivel mundial, la enseñanza del diseño arquitectónico se ha llevado a cabo a través del trabajo práctico desarrollado en el curso denominado “taller de diseño”. Esta es una clara herencia del sistema de transmisión de conocimientos tradicional de la arquitectura y el arte, basado en la relación maestro-alumno donde el aprendizaje se realizaba mediante la práctica del oficio.

Cuando se construyeron las catedrales góticas en Europa durante la edad media, los conocimientos de diseño y construcción eran privilegio de cofradías de artesanos

que, durante el desempeño de su actividad, instruían a sus discípulos para que estos continuaran con la profesión y a su vez formasen en algún momento a sus propios aprendices. En la pintura y las artes en general, se repitió este esquema: Leonardo da Vinci fue discípulo de Verrocchio en Florencia y Rafael de Sanzio de Pietro Perugino. Es recién durante el siglo XIX que se consolida la enseñanza académica de la arquitectura teniendo como máximo exponente a la escuela de Bellas Artes de París. Sin embargo, no desapareció la esencia del vínculo maestro-estudiante que se ha transmitido hasta nuestros días, incluso a pesar de la estandarización impuesta por la civilización industrial. Aunque la enseñanza de la arquitectura pasó de los talleres particulares a las instituciones académicas, ha perdurado el nombre de “taller de diseño” así como el tipo de vínculo entre el maestro y el estudiante.

Probablemente la escuela de diseño más famosa del mundo haya sido la Bauhaus. Fundada en Alemania en 1919 por el arquitecto Walter Gropius, buscaba llevar el diseño a la era industrial, poniendo énfasis en que los arquitectos y diseñadores conocieran en profundidad los materiales y los procesos relativos a su uso. Debido a esta orientación, se crearon talleres donde la enseñanza teórica iba en paralelo con la práctica. La experiencia de la Bauhaus, aunque breve (Fue clausurada por el régimen Nazi), tuvo una influencia determinante en el modo de enseñar arquitectura en todo el mundo, debido en parte, a que muchos de sus miembros emigraron hacia diferentes países, donde posteriormente ejercieron la docencia.

El diseño arquitectónico es una actividad que tiene como objetivo obtener un resultado material y, en consecuencia, la enseñanza del curso de taller de diseño es esencialmente práctica. Aquí llegamos a un punto importante del marco teórico, al definir la naturaleza didáctica del diseño arquitectónico.

Con respecto a la enseñanza práctica Nolasco (2014) explica que:

Las clases prácticas desarrollan actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Esta denominación engloba a diversos tipos de organización, como pueden ser las prácticas de laboratorio, prácticas de campo, clases de problemas, prácticas de informática, etc., puesto que, aunque presentan en algunos casos matices importantes, todas ellas tienen como característica común que su finalidad es mostrar a los estudiantes cómo deben actuar. (p.1)

La enseñanza práctica, además, vincula desde un inicio casi toda la actividad académica al desarrollo específico de la profesión. Por ejemplo, Hernández & Infantes (2017) afirman que:

La forma de docencia denominada clase práctica es un tipo de clase que se dirige fundamentalmente al desarrollo de habilidades en los estudiantes. Mediante tareas docentes que elabora el profesor en relación a los objetivos, se propicia la aplicación, de manera independiente, de los conocimientos adquiridos. En la clase práctica los alumnos emplean métodos de trabajo específicos de la asignatura de la futura profesión. (p.36)

Una clase de arquitectura se ajusta a esta perspectiva ya que su objetivo final es la elaboración de un producto de diseño conceptual o real.

Guevara (2013) analiza cómo se constituye el puente entre lo abstracto y lo concreto a través de modelos, que permiten pre visualizar y manipular las características de lo que se está proyectando:

La teoría de la arquitectura entiende la formalización como una fase en la se transforma el concepto rector en el resultado final, el edificio en cuestión. Desde el punto de vista que defendemos en este trabajo, debe explicarse que los croquis

iniciales que representan el concepto rector, o en rigor la intención, contienen el germen formal de las ideas del proyecto, pero no son lo mismo. Los diagramas, los modelos abstractos, las maquetas de estudio o los croquis, captan y retienen mediante características formales los atributos intencionales que permiten la formalización posterior de nuevas ideas y su desarrollo. (p. 61)

Aunque la enseñanza sea práctica, siempre requiere de estrategias, aun cuando estas sean implícitas. Anijovich & Mora (2009) señalan que:

Las estrategias tienen dos dimensiones: La dimensión reflexiva en la que el docente diseña su planificación. Esta dimensión involucra desde el proceso de pensamiento del docente, el análisis que hace del contenido disciplinar, la consideración de las variables situacionales en las que tiene que enseñarlo y el diseño de alternativas de acción, hasta la toma de decisiones acerca de la propuesta de actividades que considera mejor en cada caso. La dimensión de la acción involucra la puesta en marcha de las decisiones tomadas. (p.5)

Inteligencias múltiples

Para hablar de la habilidad espacial como una capacidad, debemos analizar la teoría de las inteligencias múltiples.

Castro-Kikuchi (2005) indica lo siguiente sobre el concepto general de inteligencia:

En sentido humano, nivel específico de inserción adecuada en el hábitat socrionatural que (gracias a la vida actividades sociales, la comunicación, el trabajo colectivo consciente y orientado por fines, y la fundamental participación del lenguaje y el pensamiento) adquiere características y propiedades cualitativamente nuevas y superiores que permiten la dinámica apertura hacia la realidad objetiva, el conocimiento sensorial-racional como adquisición exclusiva

del hombre y la activa transformación del mundo, la intervención de la cultura y personalización del psiquismo y la conducta mediante la apropiación de los logros de aquella con la correspondiente formación de las capacidades humanas. (p.394)

Sternberg (como se citó en Bootzin et al,1991) indica que la inteligencia tiene que ver con la capacidad de aprovechar la experiencia y adaptarse a nuevas situaciones. Mientras que Gardner (2001) propone que la inteligencia es la capacidad para resolver problemas o crear productos en

un determinado ambiente sociocultural “la existencia de muchas y distintas facultades intelectuales, o competencias, cada una de las cuales puede tener su propia historia de desarrollo”. (Gardner, 2001, p.60)

Gardner creó la Teoría de las inteligencias múltiples, la cual propone que no existe un solo núcleo de inteligencia sino siete tipos diferentes. Cada uno de estos tipos es independiente, pero interactúa con los otros para generar las capacidades intelectuales de las personas. En ningún caso una inteligencia depende del todo de un solo sistema sensorial, ni tampoco ningún sistema sensorial ha sido inmortalizado como una inteligencia. Por su misma naturaleza, las inteligencias son capaces de realización (al menos en parte) por medio de más de un sistema sensorial. (Gardner, 2001, p.65)

Gardner (2001) también indica lo siguiente:

Me parece que una competencia intelectual humana debe dominar un conjunto de habilidades para la solución de problemas —permitiendo al individuo resolver los problemas genuinos o las dificultades que encuentre y, cuando sea apropiado, crear un producto efectivo— y también debe dominar la potencia para encontrar o crear problemas —estableciendo con ello las bases para la adquisición de nuevo conocimiento. (p.60)

Los siete tipos de inteligencia son la lingüística, musical, lógico-matemática, espacial, cinestésicocorporal, intrapersonal e interpersonal. Gardner determina además que cada una de estas inteligencias se encuentra localizada en una determinada área del cerebro.

Inteligencia espacial

Según la teoría de las inteligencias múltiples, la inteligencia espacial es uno de los siete tipos de inteligencia con las que cuenta el ser humano y tiene que ver con la manera en que nos relacionamos con el espacio que nos rodea y los transformamos.

Se trata del conjunto de habilidades mentales relacionadas con la navegación y la rotación de objetos en la mente a través de su visualización imaginaria desde diferentes puntos y ángulos. Según Gardner la inteligencia espacial se basa en la capacidad de transformar percepciones, organizar información en mapas cognitivos y proponer reproducciones claras y apropiadas de la realidad. Gardner (2001) indica lo siguiente respecto a la inteligencia espacial:

Las capacidades para percibir con exactitud el mundo visual, para realizar transformaciones y modificaciones a las percepciones iniciales propias, y para recrear aspectos de la experiencia visual propia, incluso en ausencia de estímulos físicos apropiados son centrales para la inteligencia espacial. Se puede pedir a uno que produzca formas o que tan sólo manipule las que se han proporcionado. Es claro que estas habilidades no son idénticas: un individuo puede ser agudo, por ejemplo, en la percepción visual, al tiempo que tiene poca habilidad para dibujar, imaginar o transformar un mundo ausente. (p.140)

Por otra parte, Campbell et al. (como se citó en Lizano & Umaña, 2008) manifiesta que la inteligencia espacial “proporciona la capacidad de pensar en tres dimensiones. Permite al individuo percibir imágenes externas e internas, recrearlas,

transformarlas y modificarlas, recorrer el espacio o hacer que los objetos lo recorran y producir o decodificar información gráfica” (p. 138).

En la literatura actual, encontraremos diferentes aproximaciones conceptuales sobre el tema. Tenemos términos como inteligencia espacial, capacidad espacial y habilidad espacial, no existiendo consenso respecto a su delimitación y alcance. Sin embargo, como explicaremos más adelante, se puede decir que la inteligencia y la capacidad espacial se refieren a cualidades innatas, mientras que la habilidad espacial puede implementarse mediante el aprendizaje.

Habilidad espacial

Según Sorby (1999), en psicología educativa existe una capacidad espacial innata que denomina “spatial ability”, gracias a la que una persona puede visualizar y manipular mentalmente los objetos en el espacio, mientras que la habilidad espacial, llamada “spatial skill”, es adquirida mediante la experiencia y el entrenamiento. Señalar este punto es fundamental, pues sabemos que la habilidad espacial puede ser desarrollada mediante la práctica, es decir, está sujeta a un proceso de aprendizaje.

(p.21)

Al respecto puede generarse cierta confusión al traducir la literatura especializada del inglés al castellano, ya que la capacidad espacial innata es conocida como “spatial ability”, mientras que la habilidad adquirida y desarrollada con el tiempo, materia de nuestro trabajo, se denomina “spatial skill”. La sutil diferencia entre los términos “ability” y “skill”, puede llevarnos a unas interpretaciones erradas. Es necesario por lo tanto establecer una distinción entre la capacidad innata y la habilidad adquirida, aunque actualmente no es posible determinar con precisión cuáles son los límites entre ellas.

Sorby también hace notar que, en los estudiantes universitarios, es prácticamente imposible establecer una diferencia entre las capacidades innatas y las habilidades espaciales adquiridas, debido a que es muy complejo indagar sobre el tipo de aprendizaje que un estudiante tuvo en su educación escolar y cómo este fue asimilado.

Allam (2009) exploró este campo, ya que, luego de aplicar un test psicométrico a un grupo de estudiantes para medir sus capacidades espaciales; indagó mediante una encuesta sobre aspectos cualitativos relacionados a sus experiencias previas, gustos e incluso inclinaciones artísticas. Tomando en cuenta que la inteligencia espacial implica la interacción de diferentes procesos a nivel físico y mental, la investigación de Allam adquiere un gran sentido, aunque no llega a resultados concluyentes. Por ejemplo, conviene preguntarnos, hasta qué punto el desarrollo capacidades musicales (tocar instrumentos o danzar) pueden influir sobre la capacidad espacial de un estudiante.

Al parecer, hay más elementos implicados en el desarrollo de la habilidad espacial, y es que de acuerdo con Linn & Petersen (como se citó en Yilmaz, 2009), esta se refiere también a la habilidad para representar, transformar, generar y recordar información simbólica de carácter no lingüística (p.83).

Visualización espacial

La habilidad espacial está directamente relacionada a los aspectos visuales del desarrollo del psiquismo humano. Allam (2009) indica que la capacidad de crear estáticamente y proyectar dinámicamente representaciones mentales de objetos tridimensionales en diferentes configuraciones de espacio y tiempo, a menudo se denomina visualización espacial. Las habilidades de visualización espacial son el resultado de la genética (potencial) y al igual que Sorby, concluye en que no es posible determinar plenamente hasta qué punto la capacidad de representar y transformar el espacio es innata o adquirida con la práctica,

McGee (1979) propuso que la habilidad espacial posee dos factores principales: La visualización espacial y la Orientación espacial. Al respecto Villa (2016) indica que la visualización viene a ser capacidad de imaginar y transformar la información espacial, mientras que la orientación es la capacidad de imaginarse a uno mismo o una configuración desde diferentes perspectivas. La habilidad visual es la habilidad para generar, retener, recuperar y transformar imágenes visuales bien estructuradas. La visualización entonces se puede definir como la capacidad de tomar una idea de la mente y modelarla.

Miller & Bertoline (Citados por Jovanovic & Jones, 2014) definen que “La visualización espacial es la capacidad de imaginar la rotación de un objeto representado, el plegado y el despliegue de patrones planos y los cambios relativos de las posiciones de los objetos en el espacio” (p.88).

Como hemos expuesto, la mayoría de autores coincide en señalar que la visualización es un componente de la habilidad espacial. Es por esto que, como se explicó en el capítulo de antecedentes, diversas investigaciones han determinado que la mejor manera de evaluar la habilidad espacial es a través de la medición de la capacidad de visualización.

Teoría de Piaget sobre el conocimiento espacial

Piaget es uno de los autores que más se interesó por el desarrollo de la habilidad espacial, la cual se va construyendo y configurando de manera progresiva a través de la actividad y la relación del niño y el adolescente con su entorno.

Para Piaget (1981) la construcción del espacio ocurre desde el nacimiento del individuo y se desarrolla de manera paralela a las demás construcciones mentales, constituyéndose con la propia inteligencia.

Analizando la obra de Piaget, Ochaíta (1983) señala:

En el marco teórico piagetiano, el espacio no viene dado a priori surgiendo de la mera percepción, sino que ha de irse elaborando poco a poco, jugando un papel decisivo la actividad del sujeto. El conocimiento del espacio proviene al principio de la actividad sensoriomotriz y, posteriormente, a un nivel representativo, la actividad –real o imaginada- irá flexibilizando, coordinando y haciendo reversibles las imágenes espaciales para convertirlas en operaciones. Por lo tanto, para Piaget, tal conocimiento no deriva sin más, de la percepción visual, sino que constituye el producto final de una larga y ardua construcción evolutiva que comienza con el nacimiento y no termina hasta la adolescencia, y en la que la actividad perceptiva juega un papel absolutamente imprescindible. (p.93)

Piaget establece tres tipos de relaciones espaciales según la etapa de desarrollo: topológicas, proyectivas y euclidianas. El espacio euclidiano se basa esencialmente sobre la noción de distancia, y la equivalencia de las figuras. Permite al niño situar los objetos uno en relación de otro y colocar y descolocar los objetos en una misma estructura; es a través de este sistema que el niño engloba los objetos y los lugares por ellos ocupados. El espacio proyectivo, al contrario, está basado en la noción de recta y perspectiva o la posibilidad de transformación proyectiva que permite la equivalencia de figuras. En cuanto al espacio topológico, este se fundamenta sobre relaciones puramente cualitativas tales como cercanía, separación, envolvente, etc. (De Oliveira, 2005, p.116)

La visualización espacial estaría relacionada a la segunda y tercera etapa de desarrollo, es decir, la construcción del espacio proyectivo y euclidiano. Piaget (1981) señala que el desarrollo espacial euclidiano permite la medición, combinando matemáticas entendimientos como conservación, similitudes, proporciones, matemática

generalizaciones aplicadas al espacio y objetos en el espacio, sistemas y marcos de referencia y sistemas de coordenadas, y una comprensión completa de la precisión, escala, visual, modelos proporcionales o representaciones esquemáticas. Debe destacarse que muchas de estas habilidades espaciales euclidianas deben desarrollarse simultáneamente con habilidades espaciales proyectivas. Ambos provienen de la capacidad espacial topológica, pero de diferentes maneras.

Teoría de Van Heil

Para abordar este tema, nos apoyaremos en la teoría de Van Heil sobre los niveles de pensamiento geométrico por dos razones: la primera es que el pensamiento geométrico y su aprendizaje está en relación directa al desarrollo de las destrezas espaciales, y la segunda, que el diseño arquitectónico es una actividad que implica necesariamente a la geometría y el pensamiento no verbal. Van Heil (1999) indica que todo pensamiento racional tuvo sus raíces en un pensamiento no verbal (p.311). Al respecto Vargas & Gamboa (2013) señalan:

Parte de la importancia de la geometría es que ayuda al individuo a desarrollar destrezas mentales de diversos tipos, como la intuición espacial, la integración de la visualización con la conceptualización, y la manipulación y experimentación con la deducción, pues por más sencilla que sea la situación geométrica enfrentada, esta le provee de grandes posibilidades de exploración, análisis y de formulación de conjeturas, independientemente del nivel en el que se encuentra. (p.78)

La teoría de Van Heil reconoce cinco niveles en el desarrollo del pensamiento geométrico, el cual está en relación directa con el pensamiento espacial, la visualización o reconocimiento, el análisis, la ordenación, la clasificación o abstracción, la deducción formal y el rigor. El primer nivel que debe ser tratado es el de la visualización, como

base para el desarrollo de los otros niveles. Es por este motivo que se considera a la visualización como un aspecto que debe implementarse entre los estudiantes. Barrera & Reyes (2015) explican al respecto: “Esta teoría constituye una herramienta útil para analizar el proceso de aprendizaje de la geometría; particularmente permite explicar por qué los estudiantes tienen dificultades para desarrollar procesos cognitivos de alto nivel” (p.3).

2.2 Marco filosófico

El humanismo

El Humanismo, más que una corriente de pensamiento, es una nueva manera de entender el mundo que se desarrolla durante el Renacimiento Italiano y, que, en buena medida, configuró el pensamiento moderno de occidente en los siglos venideros.

Si bien es cierto, el Renacimiento no significa una ruptura con el pensamiento esencialmente religioso que dominó el medioevo europeo, sí trae de vuelta el interés por los aspectos humanos y terrenales, lo cual se encuentra en relación directa al redescubrimiento de la cultura greco-romana. Es por este motivo, que se identifica al Humanismo con el estudio de la cultura llamada “clásica”.

El Humanismo propició la efervescencia cultural acontecida durante el Renacimiento y se extendió por Europa durante el siglo XV. Su impronta se ve reflejada en la obra de una serie de escritores fuera de Italia como Budé, Moro y Erasmo de Rotterdam quien fuera uno de sus más importantes exponentes. El humanismo influyó notablemente además sobre la educación pues propició la observación de la naturaleza, el análisis y la crítica. Castro-Kikuchi (2005) define el Humanismo como:

Conjunto de criterios, conformantes de una visión determinada de la sociedad, que expresan el respeto a la dignidad, los derechos del hombre y su valor como

personalidad, así como el interés activo por la libertad, el bienestar y el desarrollo integral de las gentes y la creación de condiciones sociales favorables al despliegue sin trabas de las capacidades humanas. Los humanistas más destacados fundamentaron principios de igualdad jurídica de las personas y la libertad individual, considerándolos como principios de una “igualdad natural”. El derecho a la libertad, al goce y a la satisfacción de las necesidades terrenales fueron proclamados derechos “naturales” e inalienables del hombre. Además, el reconocimiento de la dignidad personal, independientemente del origen y la posición social de los individuos, apuntaba contra la desigualdad social establecida por la existencia de los estamentos feudales. (p.355)

El Constructivismo

El constructivismo es un sistema teórico relacionado a la psicología y la pedagogía que nace gracias a la confluencia de diferentes vertientes, básicamente desarrolladas en Europa durante el siglo XX. Entre los principales exponentes están Wallon, Vigotski, Luria, Leontiév, etc. quienes adhieren una perspectiva dialéctico-materialista. Por otro lado, tenemos a Piaget, Ausbel Novak, Bruner, etc.

El constructivismo considera el aprendizaje como parte de un proceso social. Vigotski (1987) lo señala claramente:

El resultado fundamental de la historia de desarrollo cultural del niño podría denominarse como la sociogénesis de las formas superiores del comportamiento. La palabra “social” aplicada a nuestra disciplina tiene gran importancia. Primero, en el sentido más amplio significa que todo lo cultural es social. Justamente la cultura es un producto de la vida social y de la actividad social del ser humano. (p.103)

Desde un enfoque constructivista, el aprendizaje es una actividad donde el estudiante elabora nuevos conocimientos partiendo de la transformación de los antiguos, al relacionarse con otros estudiantes y maestros. El conocimiento no surge de la nada, sino que se apoya en referencias existentes, conocimientos y experiencias previos.

Castro-Kikuchi (2005) define el constructivismo de la siguiente manera: “En sentido amplio, movimiento en el que confluyen diversas corrientes y tendencias aportando cada cual su particular concepción acerca del conocimiento, su carácter y contenido, el proceso de elaboración (construcción) y desarrollo de las distintas modalidades de su expresión” (p.166).

El constructivismo propone a grandes rasgos que la enseñanza debe dirigirse de tal manera de que el estudiante sea protagonista de su propio aprendizaje, el cual se va “construyendo” gradualmente, sin que esto signifique la desaparición del papel del maestro, quien adquiere el papel de facilitador y orientador. La enseñanza debe buscar la elaboración de aprendizajes significativos. El estudiante por lo tanto tiene un papel activo que actúa dentro de un entorno social.

III. Método

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, es tipo cuasi experimental y nivel correlacional, en la medida en que busca determinar una asociación entre las dos variables estudiadas.

Se considera cuasi experimental debido a que se manipula la variable independiente X: estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico, pero los sujetos de los grupos de experimentación y control no han sido seleccionados de una manera completamente aleatoria. Amiel (2014) señala sobre la investigación cuasi experimental: “Se recurre a diseños con grupo testigo no equivalente, método de apareamiento que consiste en hacer pares en los dos grupos, el de control (grupo blanco o testigo) y el grupo experimental”. (p.241)

3.2 Población y muestra

Población

La población es el conjunto de elementos que tienen una o más propiedades en común y se hallan en un mismo espacio durante un período de tiempo determinado. Según Hernández et al. (2014), “La población es la totalidad del fenómeno a estudiar de características en común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” (p.425). En esta investigación, la población estuvo constituida por los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional 2019 Federico Villarreal, la cual es de 704 personas.

Muestra

Para el desarrollo de la investigación, la muestra fue tomada entre los alumnos de la Facultad de arquitectura y Urbanismo de la UNFV. Se consideró trabajar con dos

grupos, uno experimental y otro de control. Para esto se tomaron a dos secciones de ingresantes año 2019. La distribución de los alumnos en los grupos fue aleatoria, ya que los ingresantes no pudieron realizar elecciones durante su matrícula. Los cursos, secciones y horarios fueron asignados de manera aleatoria por la UNFV.

El tamaño de la muestra fue establecido en 30 alumnos para cada grupo, pues según la literatura estadística, por el teorema central del límite, cuando el tamaño es 30 o más, la distribución del promedio se acerca a una distribución normal y se pueden realizar las pruebas T de Student.

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable independiente			
Estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico			
Definición conceptual: conjunto de procedimientos y actividades de formación, planificadas y centradas en el estudiante de la carrera de arquitectura, que tienen como objetivo el desarrollo de una serie de destrezas que contribuyan a su fortalecimiento académico y la adquisición de competencias para el diseño arquitectónico que aseguren su acertado desempeño profesional futuro.			
Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico.	Estrategias de enseñanza basadas en el trabajo con modelos en escala reducida en dos dimensiones.	Aplicación de estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico tradicionales basadas en la visualización	Aplica No aplica

		de modelos a escala reducida en dos dimensiones.	
	Estrategias de enseñanza basadas en el trabajo con modelos en escala real en tres dimensiones.	Aplicación de estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico basadas en la visualización de modelos a escala real en tres dimensiones.	Aplica No aplica
Variable independiente			
Habilidad espacial			
Definición conceptual: Capacidad para percibir con exactitud el mundo visual, para realizar transformaciones y modificaciones a las percepciones iniciales propias			
Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Habilidad de visualización – rotación de los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV	Capacidad de tomar una idea de la mente y modelarla	Aplicación del Purdue Spatial Visualization Test: Rotations PSVT: R Nivel de visualización-rotación para objetos con 1 rotación (6 ejercicios). Nivel de visualización-rotación para objetos	Escala del 1 al 30 Purdue Spatial Visualization Test: Rotations PSVT: R

con 2 rotaciones (16 ejercicios).
Nivel de visualización-rotación para objetos con 3 rotaciones (8 ejercicios).

3.4 Instrumentos

El Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT: R) es un test psicométrico ampliamente utilizado para medir la habilidad espacial. Fue desarrollado en 1976 por Roland Guay en la Universidad de Purdue, Indiana. Este test ha sido probado por investigadores alrededor del mundo en el ambiente educativo para explorar los niveles de habilidad espacial en estudiantes universitarios de diferentes carreras, tales como ingeniería, arquitectura, matemáticas y química. El test es de libre disponibilidad tal como lo señala su creador (Bodner & Guay, 1997).

El test en su versión completa consta de 30 ejercicios que deben ser desarrollados en 20 minutos. También existe una versión corta de 20 ejercicios que elimina las preguntas 6, 8, 11, 14, 20, 21, 22, 24, 26 y 30.

Maeda et al. (2013) indican respecto al a la aplicación del test, que el PSVT: R tiene 30 elementos que consisten en 13 objetos tridimensionales simétricos y 17 no simétricos que se dibujan en un formato isométrico bidimensional. En cada ítem, la tarea de los encuestados es rotar mentalmente un objeto en la misma dirección que se indica visualmente en las instrucciones, y luego seleccionar una respuesta entre cinco opciones posibles. El PSVT: R muestra al estudiante un dibujo de un sólido tridimensional y otra imagen con su apariencia luego de haber sido girado. El estudiante

debe interpretar cómo es que se ha realizado el giro para luego aplicarlo sobre otro sólido distinto y escoger la alternativa correcta entre 5 opciones. Los estudios de rotación mental implican comparaciones de figuras rotadas. A los sujetos se les pide comparar diferentes bloques tridimensionales (Akim & Erem, 2011, p.342).

Bodner & Guay (1997) señalan que, para restringir el procesamiento analítico, es necesario establecer un límite de tiempo de 20 minutos en la prueba de 30 ejercicios y 10 minutos en la de 20. Además, se incluyen preguntas donde se ocultan a la vista algunos aspectos del sólido y donde el objeto gira alrededor de más de un eje.

A continuación, se mostrará el esquema de rotación de sólidos en el eje empleado por el Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT: R). Los gráficos fueron elaborados por el autor mediante el software Sketch up en base al PSVT: R

Figura 1

Esquema de visualización de sólidos con una rotación.

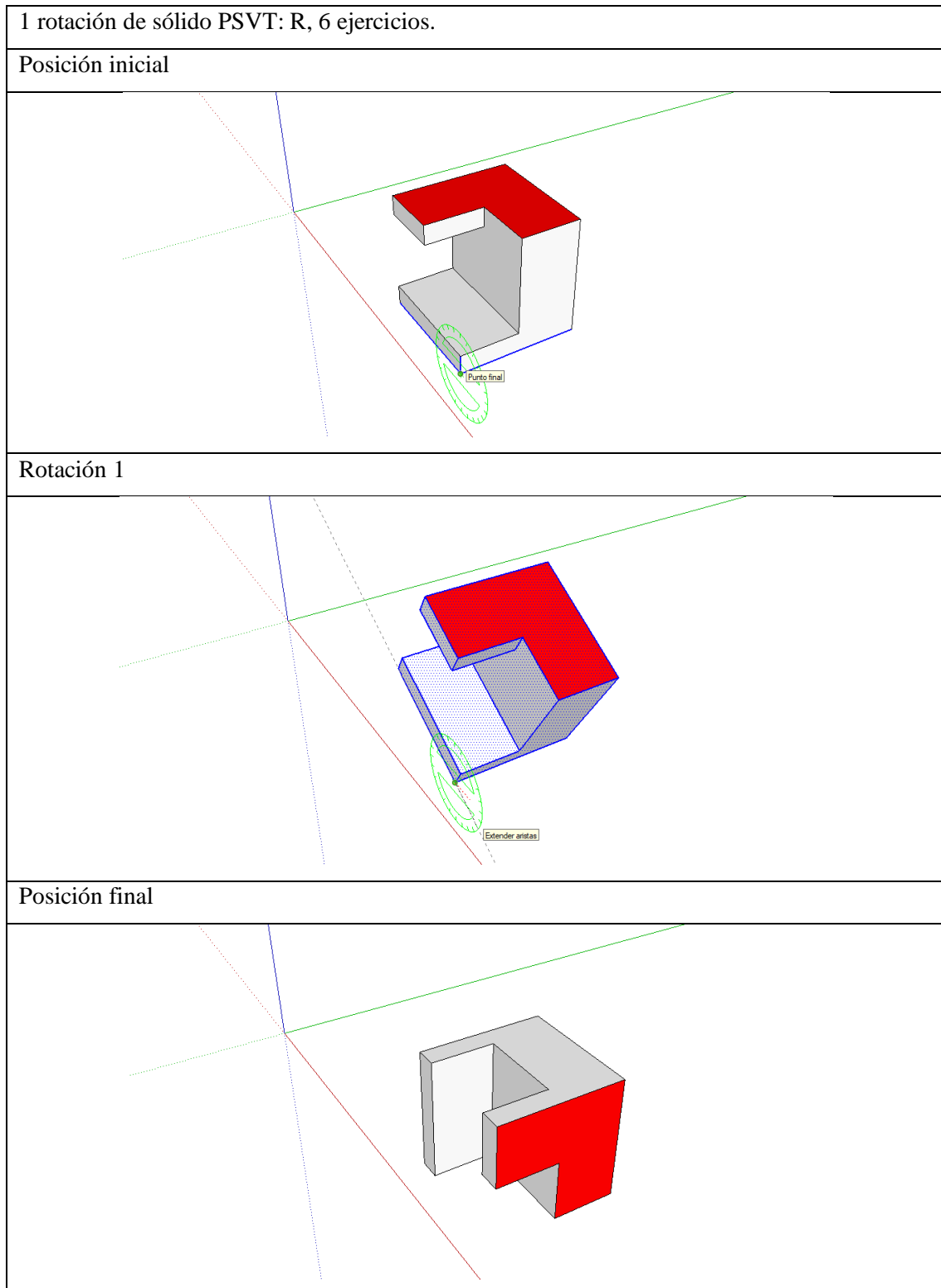


Figura 2

Esquema de visualización de sólido con dos rotaciones.

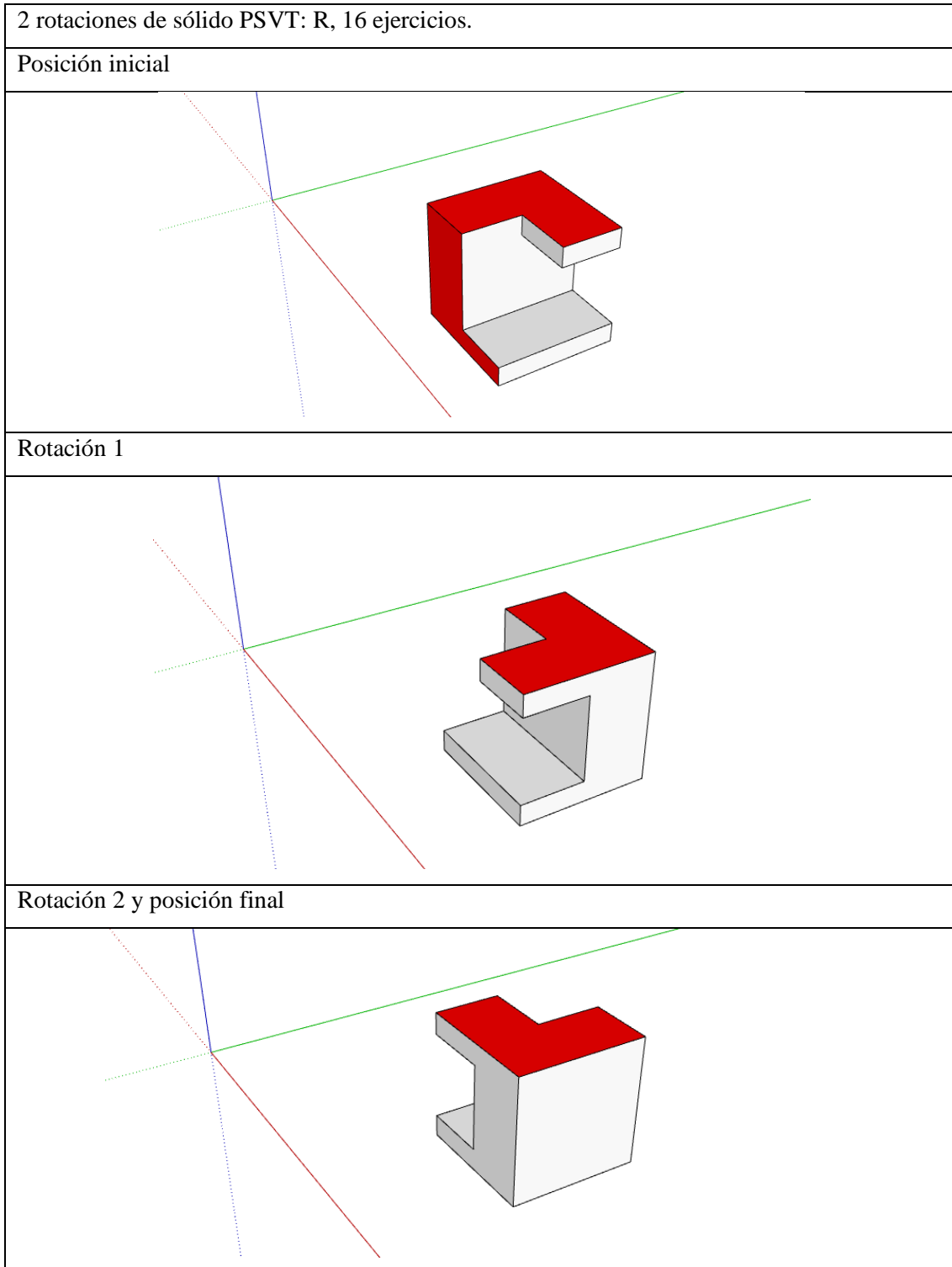
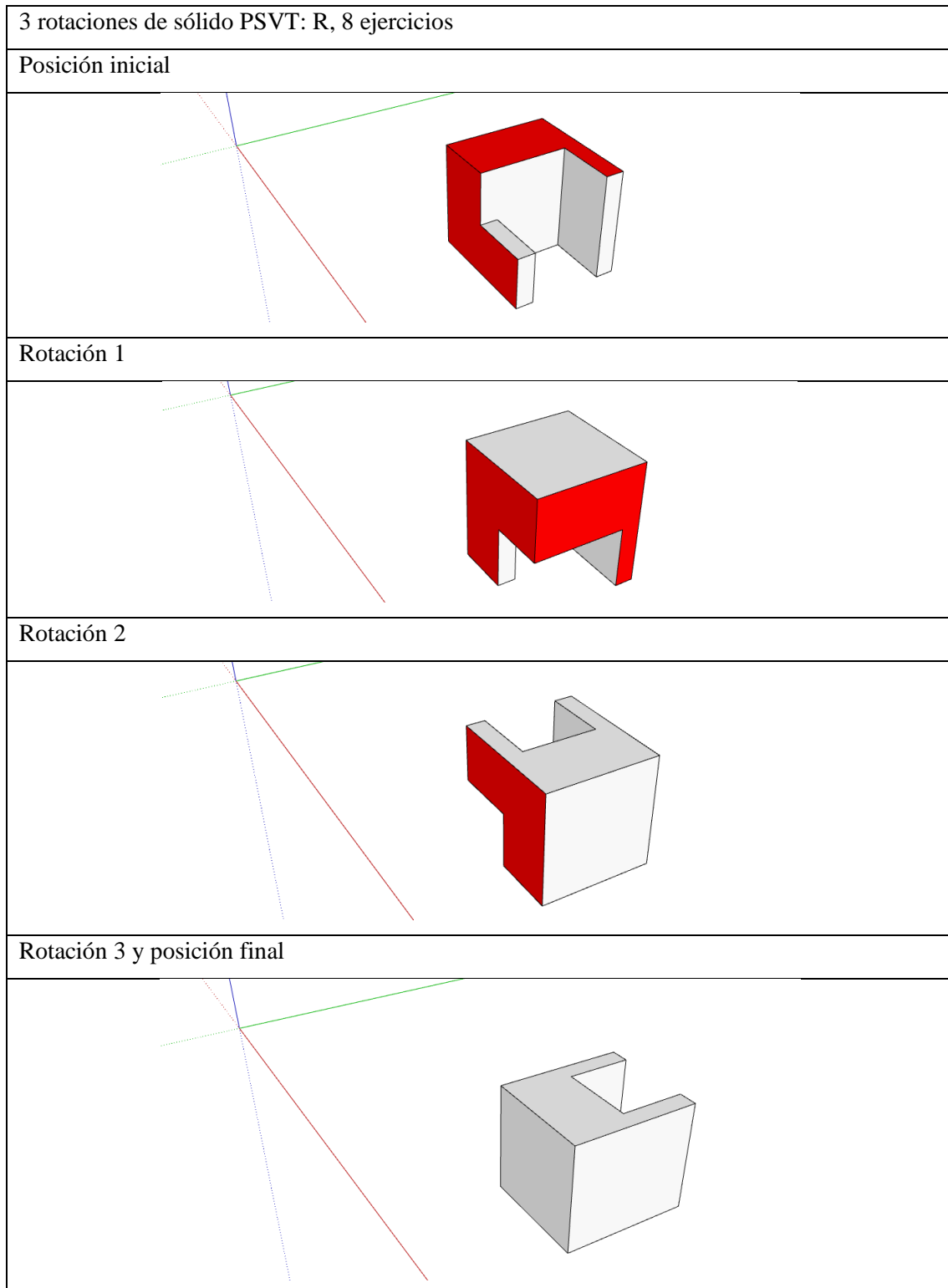


Figura 3

Esquema de visualización de sólido con tres rotaciones.



Validación de instrumentos

Maeda et al. (2013) indican que el Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT: R) ha sido reconocido como una de las pruebas más populares para medir la capacidad de los estudiantes de ingeniería para visualizar espacialmente la rotación mental. Esto se debe en parte a que, en comparación con otras pruebas, el PSVT: R es único porque incluye una variedad de objetos tridimensionales (incluidos objetos con superficies inclinadas, oblicuas y curvas), y requiere un mayor nivel de capacidad de visualización espacial

La versión más empleada de este test es la de 30 ejercicios. Bodner & Guay (1997) en sus trabajos utilizan la abreviatura ROT (Proveniente de la palabra “rotation”) para referirse al PSVT: R. Respecto a su validación, señalan lo siguiente:

To probe the construct validity of the ROT test, the 30-item version was used as one of five measures of spatial ability in a study of the relative importance of cultural and neurophysiological factors in spatial test performance. The two most highly correlated spatial ability scores were on the ROT and Shepard–Metzler tests ($r = 0.61$, $p < 0.001$). The two least correlated scores were on the ROT and the Revised Minnesota Paper Form Board (MPFB) tests ($r = 0.25$, $p < 0.01$). In a separate study, Guay, McDaniel, and Angelo found that ROT and S–M were the spatial ability tests least likely to be confounded by analytical processing, whereas MPFB was the most likely to be confounded. Taped interviews suggested that MPFB is often answered by an analytical process characterized by an explicit trial-and-error checking of relationships between different parts of a figure. [Para probar la validez de constructo de la prueba ROT, la versión de 30 ítems se utilizó como una de las cinco medidas de capacidad espacial en un estudio sobre la importancia relativa de los factores

culturales y neurofisiológicos en el rendimiento de la prueba espacial. Los dos puntajes de habilidad espacial más altamente correlacionados fueron en las pruebas ROT y Shepard-Metzler ($r = 0.61$, $p < 0.001$). Los dos puntajes menos correlacionados estaban en las pruebas ROT y Revised Minnesota Paper Form Board (MPFB) ($r = 0.25$, $p < 0.01$). En un estudio separado, Guay, McDaniel y Angelo descubrieron que ROT y S – M eran las pruebas de capacidad espacial con menos probabilidades de ser confundidas por el procesamiento analítico, mientras que MPFB era más probable que se confundieran. Las entrevistas grabadas sugirieron que el MPFB a menudo se responde mediante un proceso analítico caracterizado por una comprobación explícita de prueba y error de las relaciones entre las diferentes partes de una figura]. (Maeda et al., 2013, p.9)

Bodner & Guay (1997) también avalan la confiabilidad del instrumento y su validación:

Evidence for the reliability of the ROT test can also be obtained from the mean and standard deviation data for different populations (...), which reflect the precision of the ROT test. McMillen and Carter obtained virtually identical means and standard deviations when testing different groups of engineering and science majors enrolled in CHM 115 at Purdue, and Pribyl obtained similar data in a sophomore organic chemistry course taken by biology or pre-med majors who had completed CHM 115. There was also reasonable agreement between the data obtained by McMillen and LaRussa for students enrolled in the CHM 111 course taken by agriculture and health science majors at Purdue and the data obtained by Pribyl in the organic chemistry course taken by students who have completed CHM 111. [La evidencia de la confiabilidad de la prueba ROT también puede obtenerse a partir de los datos de desviación estándar y media

para diferentes poblaciones (...), que reflejan la precisión de la prueba ROT. McMillen y Carter obtuvieron medias virtualmente idénticas y desviaciones estándar al evaluar diferentes grupos de estudiantes de ingeniería y ciencias inscritos en CHM 115 en Purdue, y Pribyl obtuvo datos similares en un curso de química orgánica de segundo año tomado por biología o estudiantes de pre-medicina que completaron CHM 115. También hubo un acuerdo razonable entre los datos obtenidos por McMillen y LaRussa para los estudiantes inscritos en el curso CHM 111 tomado por estudiantes de agricultura y ciencias de la salud en Purdue y los datos obtenidos por Pribyl en el curso de química orgánica tomado por estudiantes que han completado CHM 111]. (p.10)

Maeda et al. (2013) realizaron una revisión del PSVT: R actualizando la presentación de las figuras. Se realizó un análisis factorial para probar el ajuste de los datos obtenidos del PSVT: R revisado. Las cargas factoriales fueron razonablemente altas, variando de 0.377 a 0.663 en ítems con $M = 0,528$ y $SD = 0,081$.

El resultado de la prueba de Chi-cuadrado fue significativo ($X^2 = 1623.06$, $df = 405$, $p < 0.001$). El coeficiente alfa de Cronbach de consistencia interna para el PSVT revisado: R fue 0.839, que se considera razonablemente alto, lo que significa que al menos el 83.9% de la varianza de puntaje total se debe a la varianza de puntaje verdadero.

3.5 Procedimientos

La investigación planteada es cuasi experimental con grupo de control. Ñaupás et al. (2013) indican que en investigación educacional se puede utilizar la experimentación con ciertas limitaciones:

Es una técnica de verificación de hipótesis que consiste, en lo fundamental, en la implementación de una situación artificial, ex profesamente preparada, para la manipulación de una o más variables independientes, el control de variables extrañas, la observación, medición, análisis e interpretación de los resultados. (p.354)

Al iniciar los estudios de la carrera profesional de arquitectura en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV, los estudiantes son divididos en secciones de manera aleatoria. Estas secciones desarrollan sus actividades de manera paralela, cursando las mismas asignaturas y con los mismos sílabos. Los estudiantes no escogen la sección ni los cursos.

La investigación tomó de manera aleatoria una sección como grupo de control y otra como grupo experimental. Al iniciar el semestre académico, a ambos grupos de estudiantes de la Facultad de Arquitectura se les aplicó el PSVT: R en preprueba para medir su nivel de habilidad espacial inicial previo. Tomando en cuenta el mismo sílabo de estudio para el curso de Dibujo Técnico, el mismo calendario, capacidades a lograr y la misma estructura de sesiones de clase, se procedió al diseño de aplicación de las estrategias de enseñanza a utilizar por sesión.

Al grupo de control se le aplicaron las estrategias de enseñanza tradicionales, las cuales están basadas en la visualización de elementos a escala reducida en dos dimensiones. Al grupo de experimental se le aplicaron estrategias de enseñanza experimentales basadas en la visualización de modelos a escala real en tres dimensiones.

En la actualidad el silabo de estudio indica los temas a desarrollar por el profesor, pero no establece estrategias específicas, las cuales quedan a criterio del

docente dada su libertad de cátedra. Las estrategias tradicionales empleadas no están sistematizadas, pero son conocidas por los docentes y transmitidas a lo largo del tiempo mediante el proceso que Boullosa (2014) denomina “Teorías implícitas” en la educación superior.

Finalmente se utilizó el PSVT: R en posprueba al término del curso para medir el nivel de habilidad espacial luego de la aplicación de las estrategias de enseñanza.

Tabla 2

Diseño

Grupos	Preprueba PSVT: R	Variable independiente (Experimental)	Posprueba PSVT: R
(R) GE	O1	X	O2
(R) GC	O1		O2

Nota:

GE= Grupo experimental

GC=Grupo de control

X = Variable experimental

O1= Observaciones-mediciones de pre prueba

O2=Observaciones mediciones de pos prueba

R= Asignación aleatoria

PSVT: R: Purdue Spatial Visualization Test: Rotations

3.6 Análisis de datos.

En la presente investigación, toda la información registrada en los instrumentos de medición fue trasladada a una hoja de datos de Excel de Office versión 2016, luego

de verificar su consistencia fue llevada a un fichero de datos de SPSS Versión 25.0 para el respectivo análisis estadístico. Para probar las hipótesis de investigación, la variable de interés “habilidad espacial” fue analizada en dos escalas: categórica y cuantitativa discreta de razón.

Las puntuaciones de la “habilidad espacial” fueron categorizadas en tres niveles: Bajo, medio y alto (Insuficiente, aceptable, deseable) y representadas mediante tablas de contingencia, ilustrándose con diagramas de barras simples y barras comparativas, en esta escala se utilizó la prueba de independencia no paramétrica chi cuadrado.

Tabla 3

Escala de puntuación.

Nivel	Puntuación de 0 a 30
Bajo	0-15 puntos
Medio	16-23 puntos
Alto	24-30 puntos

Paralelamente se calcularon las diferencias entre las puntuaciones de pre y postprueba para ambos grupos y se compararon las distribuciones de dichas diferencias. Luego de justificar normalidad de los resultados se realizó una comparación mediante una prueba T de Student para medias independientes.

IV. Resultados

Según lo planificado, luego de la aplicación del PSVT: R en pre prueba a ambos grupos (control y experimental), se procedió al desarrollo de las clases durante el ciclo académico. Cada sección realizó sus actividades por separado, manteniendo el mismo silabo y calendario. La diferencia radicó en la aplicación de diferentes estrategias de enseñanza. Las estrategias experimentales aplicadas consistieron en no basar el aprendizaje del dibujo y diseño en la observación de modelos a escala reducida en láminas, sino el análisis de elementos a escala real en tres dimensiones que puedan ser incluso recorridos por los estudiantes. Si se dibuja una escalera según la estrategia tradicional, se le entrega una lámina modelo a escala al estudiante. Con la estrategia experimental se busca que el estudiante recorra una escalera real, la comprenda y represente gráficamente.

Figura 4

Estrategia tradicional. Lámina modelo en escala 1/50 de desarrollo de escalera.

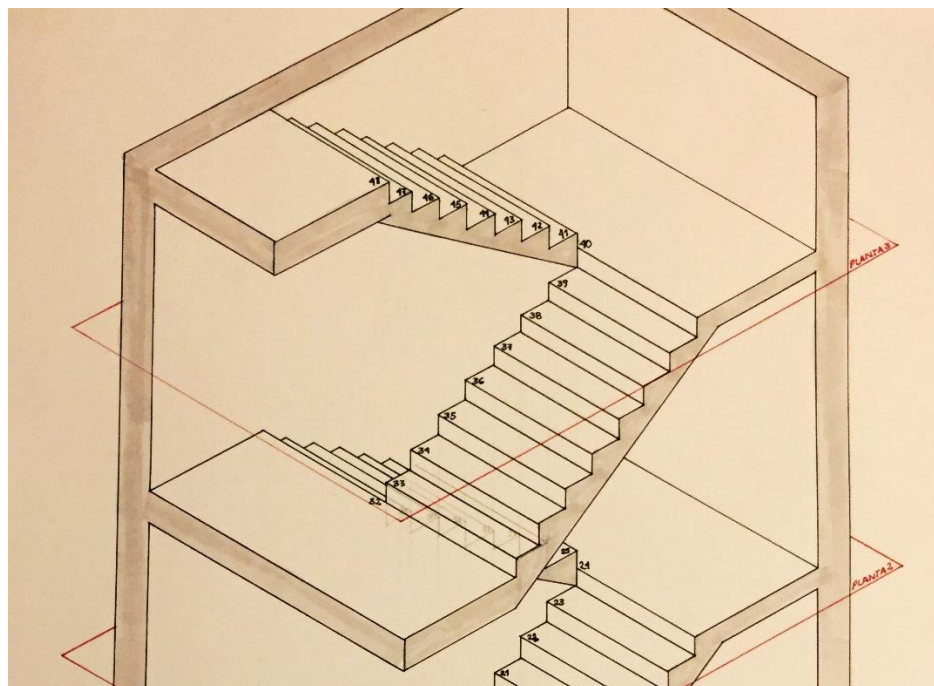


Figura 5

Aplicación de estrategia experimental.

**Figura 6**

Comparación entre las estrategias aplicadas al grupo control y el grupo experimental.



Capacidades y Contenidos del Curso de Dibujo Técnico

Las capacidades y contenidos a desarrollar según el sílabo del curso de Dibujo Técnico son los siguientes:

Unidad 1

Capacidad 1: Identifica y utiliza correctamente los instrumentos de precisión para el trazado de diferentes dibujos por medio del entrenamiento de la muñeca y correcta posición del cuerpo en el tablero de dibujo para el trazo con lápiz y tinta en la elaboración de una lámina con creatividad y eficiencia.

Semana 1.

Contenidos conceptuales: Conoce la definición y la finalidad del curso con respecto a la carrera profesional, los tipos de trabajos prácticos a elaborarse durante el curso, la lista de materiales que se usarán, los horarios, el tipo de evaluación y la metodología. Utilidad de los instrumentos y útiles del dibujo técnico.

Contenidos procedimentales: Utiliza instrumentos y materiales para desarrollar el curso. Identifica correctamente los útiles e instrumentos básicos para dibujar.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así mismo, responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas. Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 2.

Contenidos conceptuales: Conoce la técnica de trazado a mano alzada con diversos tipos de trazos y tonos, de modo unidireccional, multidireccional, discrecional y punteado.

Contenidos procedimentales: Aplica la técnica de trazo a mano alzada, dibujando líneas auxiliares a lápiz. Conoce el formato y lo aplica en su lámina.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así mismo, responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas.

Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 3.

Contenidos conceptuales: Conoce la técnica de dibujo de letras y números y el trazado de líneas rectas y curvas con instrumentos

Contenidos procedimentales: Traza letras y números a lápiz (Todo el alfabeto y números del 0 a 10) a mano alzada con lápiz. Traza líneas rectas y curvas con instrumentos.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así mismo, responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas. Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 4.

Contenidos conceptuales: Conoce el trazado de líneas a mano alzada y con instrumentos.

Contenidos procedimentales: Traza diversas líneas (rectas, curvas y segmentadas) con lápiz a mano alzada e instrumentos.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así mismo, responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas. Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 5.

Evaluación de la unidad 1.

Unidad 2

Capacidad 2: Identifica y grafica con el uso de instrumentos de precisión enlaces y construcciones geométricas mediante la elaboración de diferentes dibujos con el uso correcto de instrumentos, empleando la técnica de lápiz y tinta.

Semana 6.

Contenidos conceptuales: Conoce el trazado de figuras geométricas ortogonales con instrumentos de precisión.

Contenidos procedimentales: Traza diferentes figuras geométricas ortogonales con lápiz y tinta empleando instrumentos de precisión.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así mismo, responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas. Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 7.

Contenidos conceptuales: Conoce el trazado de figuras geométricas curvas con instrumentos de precisión.

Contenidos procedimentales: Traza diferentes figuras geométricas curvas con lápiz y tinta empleando instrumentos de precisión.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así mismo, responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas. Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 8.

Contenidos conceptuales: Conoce la representación de sólidos geométricos.

Contenidos procedimentales: Dibuja sólidos geométricos en tres dimensiones a mano alzada y con instrumentos.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así mismo, responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas. Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 9.

Examen parcial

Unidad 3

Capacidad 3: Grafica ejercicios demostrando el dominio de posición tridimensional del objeto para su adecuada y correcta representación bidimensional, usando criterios de valoración lineal, exactitud en los trazos y desarrollo geométrico adecuado.

Semana 10.

Contenidos conceptuales: Conoce el sistema de proyección axonométrica de un sólido.

Contenidos procedimentales: Dibuja proyecciones axonométricas de un sólido.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así mismo, responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas. Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 11.

Contenidos conceptuales: Conoce el concepto de escala y la representación de elementos arquitectónicos

Contenidos procedimentales: Representa elementos arquitectónicos a escala.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así mismo, responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas. Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 12.

Contenidos conceptuales: Conoce la técnica de levantamiento arquitectónico.

Contenidos procedimentales: Aplica de manera grupal la técnica de levantamiento arquitectónico y realiza un croquis de distribución.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así mismo, responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas. Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 13.

Evaluación de la unidad 3

Unidad 4

Capacidad 4: Grafica ejercicios demostrando el dominio de la representación bidimensional de planos arquitectónicos con el adecuado uso de la simbología gráfica y normatividad nacional e internacional correspondiente para plantas, cortes y elevaciones, utilizando herramientas de ambientación, mobiliario y color.

Semana 14.

Contenidos conceptuales: Conoce la representación de una planta de distribución arquitectónica amoblada y el empleo del color.

Contenidos procedimentales: Dibuja una planta arquitectónica amoblada y aplica color.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así mismo, responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas. Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 15

Contenidos conceptuales: Conoce la representación de un corte arquitectónico y el empleo del color.

Contenidos procedimentales: Dibuja un corte arquitectónico y aplica color.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así mismo, responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas. Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 16.

Contenidos conceptuales: Conoce la representación completa de un objeto arquitectónico en planta y corte.

Contenidos procedimentales: Dibuja un objeto arquitectónico completo en planta y corte.

Contenidos actitudinales: Demuestra creatividad en la realización de los trabajos asignados, así misma responsabilidad en el cumplimiento de las prácticas asignadas. Valora la limpieza y pulcritud en el correcto acabado del dibujo.

Semana 17.

Evaluación final

Estrategias de Enseñanza Aplicadas al Grupo Control

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 1

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se realiza un ejercicio exploratorio de dibujo libre.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 2

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se elaboran tres láminas con trazos a mano alzada tomando como modelo una lámina a escala reducida. En esta lámina se muestran campos bidimensionales que el estudiante debe llenar con diversos tipos de trazos a lápiz. El estudiante debe explorar el empleo de grafito 2H, H, HB, 2B, 4B y 6B. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 3

Se dan a conocer los aspectos teóricos sobre el empleo de instrumentos de dibujo mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital

Se elaboran dos láminas a lápiz tomando como guía una lámina modelo en dos dimensiones. Las láminas a desarrollar por los estudiantes comprenden el trazado con

instrumentos de una cuadrícula y luego el dibujo de letras y números a mano alzada. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 4

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital

Se elaboran dos láminas a lápiz con líneas rectas, curvas y segmentadas que forman una composición gráfica. Se toma como guía una lámina modelo a escala reducida en dos dimensiones. Una lámina se dibuja a mano alzada y la otra a instrumentos. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 5

Evaluación

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 6

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se elaboran dos láminas con figuras geométricas ortogonales, una con lápiz y otra con tinta, tomando como guía una lámina modelo a escala reducida en dos dimensiones. En la lámina se aprecian figuras geométricas ortogonales que deben ser representadas por los estudiantes. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 7

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital

Se elaboran dos láminas con figuras geométricas curvas, una con lápiz y otra con tinta. tomando como guía una lámina modelo a escala reducida en dos dimensiones. En la lámina se aprecian figuras geométricas curvas que deben ser representadas por los estudiantes. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 8

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital

Se elaboran dos láminas de sólidos geométricos, una a mano alzada con lápiz y otra a instrumentos con tinta, tomando como guía una lámina modelo en la cual se aprecian sólidos geométricos a escala reducida en dos dimensiones que deben ser representadas por los estudiantes. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 9

Examen parcial.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 10

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital

Se elaboran dos láminas de proyecciones axonométricas. Una a mano alzada con lápiz y otra a instrumentos con tinta, tomando como guía una lámina modelo de sólidos geométricos para luego desarrollar sus proyecciones axonométricas. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 11

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se elaboran dos láminas, de elementos arquitectónicos cambiando de escala, una a mano alzada con lápiz y otra a instrumentos con tinta, tomando como guía una lámina modelo con elementos arquitectónicos. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 12

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se realiza un levantamiento arquitectónico grupal dentro del aula empleando cinta métrica y se dibuja un croquis a mano alzada con lápiz de manera individual. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga como trabajo para la semana convertir el croquis en una lámina con medidas exactas trazada a instrumentos con tinta.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 13

Evaluación de la Unidad 3.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 14

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se elabora una lámina a instrumentos con tinta, tomando como guía una lámina modelo de planta arquitectónica de dos dimensiones de complejidad básica. La planta se completa con mobiliario y aplicación de color. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente aplicando color. La lámina comprende una planta arquitectónica.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 15

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se elabora una lámina a instrumentos con tinta, tomando como guía una lámina modelo en dos dimensiones de corte arquitectónico de complejidad básica. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente aplicando color. La lámina comprende tres cortes y un corte elevación.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 16

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se elabora una lámina a instrumentos con tinta, tomando como guía una lámina modelo de planta arquitectónica en dos dimensiones de complejidad básica escala 1/50. En base a esta planta el estudiante debe elaborar dos cortes y un corte elevación. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente como trabajo final del curso. Este incluye una planta arquitectónica, tres cortes y un corte elevación.

Estrategias de Enseñanza Grupo Control Semana 17

Evaluación final.

Estrategias de Enseñanza Aplicadas al Grupo Experimental

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 1

En la semana se realiza la presentación del curso, se muestran láminas del ciclo anterior y se explica el trabajo a desarrollar en la bitácora de apuntes, donde los estudiantes todas las semanas deben dibujar elementos del mundo que los rodea. Hacer que los estudiantes dibujen de modo constante espacios y objetos que pueden observar, será a lo largo del curso una de las estrategias de enseñanza fundamentales.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 2

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se elaboran seis láminas a lápiz con trazos a mano alzada tomando como modelo elementos a escala real en tres dimensiones para componer campos bidimensionales que el estudiante debe llenar con diversos tipos de trazos a lápiz. En la lámina tres y cuatro los modelos cambian de posición. En las láminas cinco y seis los estudiantes cambian de posición. El estudiante debe explorar el empleo de los diferentes tipos de dureza de grafito: 2H, H, HB, 2B, 4B y 6B. El trabajo se realiza sobre tablero portátil y fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Se encarga el desarrollo de bitácora de apuntes en exteriores para la siguiente sesión. El estudiante debe observar elementos que le rodean y representarlos gráficamente en la bitácora con lápices de diferente dureza.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 3

Se dan a conocer los aspectos teóricos sobre el empleo de los instrumentos de dibujo técnico, mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Como preparación se realiza un ejercicio inicial, dibujando tres láminas de trabajo rápido a lápiz a mano alzada en base a la observación de objetos reales en tres dimensiones. En estas láminas se deben trazar una combinación de líneas rectas y curvas tal como sucede en las letras y números. El trabajo se realiza sobre tablero portátil y fijo.

Luego se dibujan dos láminas a lápiz de letras y números a mano alzada, pero sin usar una lámina guía. El modelo se dibuja en el pizarrón en la escala más grande

posible. Para el trazado de las letras y números el estudiante dibuja una cuadrícula a lápiz empleando instrumentos. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Se encarga dibujar en la bitácora una serie de apuntes rápidos de elementos en tres dimensiones que el estudiante puede visualizar en exteriores.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 4

Se dan a conocer los aspectos teóricos de la sesión mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital

Como preparación se realiza un ejercicio que comprende el dibujo de tres láminas rápidas a mano alzada realizadas con lápiz en base a la observación de objetos reales en tres dimensiones ubicados en exteriores. En estas láminas se deben trazar una combinación de líneas rectas y curvas.

Se elaboran dos láminas a lápiz con líneas rectas, curvas y segmentadas que conformen una composición gráfica. Se toma como modelo un conjunto de objetos reales de tres dimensiones posicionados por el docente sobre una mesa. Para cada lámina estos volúmenes deben cambiar de posición. Una lámina se dibuja a mano alzada y la otra a instrumentos. El trabajo se realiza sobre tablero portátil y fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Se encarga el desarrollo de bitácora de apuntes dibujando elementos reales en tres dimensiones ubicados en interiores y exteriores.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 5

Evaluación.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 6

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se elaboran cuatro láminas de trabajo rápido a mano alzada con lápiz, tomando como modelos sólidos geométricos ortogonales reales posicionados en el aula por el docente. Cada figura es realizada desde una posición diferente, debiendo rotar los estudiantes alrededor del modelo. El trabajo se realiza sobre tablero portátil.

Se elaboran dos láminas con instrumentos de precisión, una con lápiz y otra con tinta, tomando como modelos dos de las láminas de trabajo rápido elaboradas previamente en base a la observación de objetos a escala real en tres dimensiones. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar para la siguiente clase, pero tomando como modelo dos fotografías.

Se encarga el desarrollo de bitácora de apuntes, dibujando elementos reales en tres dimensiones ubicados en exteriores.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 7

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se elaboran cuatro láminas de trabajo rápido a mano alzada con lápiz tomando como modelos sólidos geométricos cilíndricos reales. Cada figura es realizada desde una posición diferente, debiendo rotar los estudiantes alrededor del modelo. El trabajo se realiza sobre tablero portátil.

Se realizan dos láminas, con instrumentos de precisión, una con lápiz y otra con tinta, tomando como modelos dos de las láminas de trabajo rápido elaboradas previamente en base a la observación de sólidos geométricos reales. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encargan para la siguiente clase dos láminas, una a lápiz y otra a tinta, donde los elementos en tres dimensiones sirvan como inspiración para realizar una composición geométrica en dos dimensiones.

Se encarga el desarrollo de bitácora de apuntes, dibujando elementos reales en tres dimensiones que contengan curvas ubicados en interiores y exteriores.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 8

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se lleva a los estudiantes a espacio abierto fuera del aula y se dibujan cuatro láminas de trabajo rápido a mano alzada con lápiz, representando elementos reales a nivel de sólidos geométricos. El trabajo se realiza sobre tablero portátil.

En el aula se elaboran dos láminas de sólidos geométricos, una a mano alzada con lápiz y otra a instrumentos con tinta, tomando como modelos las láminas de trabajo rápido desarrolladas fuera del aula. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar la siguiente clase tomando como modelo una maqueta elaborada por los estudiantes.

Se encarga el desarrollo de bitácora de apuntes, dibujando elementos reales en tres dimensiones ubicados en interiores.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 9

Evaluación

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 10

Se dan a conocer los aspectos teóricos de la sesión mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Se lleva a los estudiantes a espacio abierto fuera del aula y se dibujan cuatro láminas de trabajo rápido a mano alzada con lápiz, representando elementos reales a nivel de sólidos geométricos. El trabajo se realiza sobre tablero portátil

En el aula se elaboran dos láminas de proyecciones axonométricas, una a mano alzada con lápiz y otra a instrumentos con tinta, tomando como guías las láminas de trabajo rápido desarrolladas. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Se encarga el desarrollo de bitácora de apuntes, dibujando elementos reales en tres dimensiones ubicados en exteriores y un esquema de proyección.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 11

Se dan a conocer los aspectos teóricos de la sesión mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital y maquetas de trabajo en tres dimensiones.

Se lleva a los estudiantes a espacio abierto fuera del aula y se dibujan cuatro láminas de trabajo rápido a mano alzada con lápiz, representando elementos arquitectónicos reales a nivel de croquis. El trabajo se realiza sobre tablero portátil.

Tomando como guías las láminas de trabajo rápido, en el aula se elaboran dos láminas, con instrumentos de precisión y tinta, representando elementos arquitectónicos. En cada lámina se representarán los mismos elementos, pero cambiando de escala.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente.

Se encarga el desarrollo de bitácora de apuntes, dibujando elementos arquitectónicos reales en croquis de tres dimensiones.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 12

Se dan a conocer los aspectos teóricos de la sesión mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital y maquetas de trabajo en tres dimensiones.

Se realiza un levantamiento arquitectónico grupal dentro del aula sin emplear cinta métrica. Los estudiantes deben hallar medios para determinar las medidas, incluyendo el empleo de las partes del cuerpo.

Se dibuja un croquis a mano alzada con lápiz de manera individual y vistas tridimensionales. El trabajo se realiza sobre tablero portátil y fijo.

Se encarga como trabajo para la semana la realización del croquis de un espacio de la Facultad de Arquitectura empleando cinta métrica y nivel de manguera. Se presenta un croquis individual a mano alzada con lápiz y una lámina con medidas exactas trazada a instrumentos y tinta. El levantamiento debe indicar niveles de piso de forma básica.

Se encarga el desarrollo de bitácora de apuntes donde se documente el proceso de toma de medidas en la Facultad de Arquitectura.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 13

Evaluación unidad 3.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 14

Se dan a conocer los aspectos teóricos de la sesión mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital y maquetas de trabajo en tres dimensiones.

Como preparación se realiza un ejercicio inicial dibujando tres láminas de trabajo rápido a mano alzada con lápiz en base a la observación de muebles reales.

En cada lámina los estudiantes deben dibujar el mismo elemento en una planta de dos dimensiones y un esquema volumétrico de tres dimensiones.

Como requisito los estudiantes deben dibujar cada lámina desde una posición diferente. Sobre una de las láminas se ensaya el empleo de color. El trabajo se realiza sobre tablero portátil.

Se elabora una lámina a instrumentos con tinta, tomando como guía una lámina modelo de planta arquitectónica de vivienda de complejidad básica. La planta se completa con mobiliario y aplicación de color. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente aplicando color.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 15

Se dan a conocer los aspectos teóricos de la sesión mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Como preparación se realiza un ejercicio inicial dibujando tres láminas de trabajo rápido a mano alzada con lápiz, en base a la observación de ambientes reales de la Facultad de Arquitectura. En cada lámina el estudiante debe dibujar el mismo elemento en corte y esquema volumétrico de tres dimensiones. Como requisito los estudiantes deben dibujar cada lámina desde una posición diferente. En una de las láminas se ensaya el empleo de color. El trabajo se realiza sobre tablero portátil.

Se elabora una lámina con tres cortes y una elevación a instrumentos y tinta, tomando como guía una lámina modelo de planta arquitectónica de dos dimensiones de complejidad básica. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente aplicando color.

Se encarga el desarrollo de bitácora de apuntes donde se dibujen objetos domésticos simples en vista de corte y el apunte de una edificación real que puedan observar directamente.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 16

Se dan a conocer los aspectos teóricos mediante el empleo de pizarra o proyección de presentación digital.

Como preparación se realiza un ejercicio inicial, dibujando dos láminas de trabajo rápido a mano alzada con lápiz en base a la observación de espacios arquitectónicos reales. El estudiante debe representar una planta arquitectónica y dos cortes esquemáticos. El trabajo se realiza sobre tablero portátil.

Se elabora una lámina a instrumentos con tinta, tomando como guía una lámina modelo de planta arquitectónica de dos dimensiones de complejidad básica escala 1/50. En base a esta planta el estudiante debe elaborar dos cortes y dos elevaciones. El trabajo se realiza sobre tablero fijo.

Se encarga un trabajo similar para desarrollar durante la semana y entregar en la clase siguiente como trabajo final del curso.

Este incluye una planta arquitectónica, tres cortes y dos elevaciones.

Estrategias de Enseñanza Grupo Experimental Semana 17

Evaluación final.

Figura 7

Presentación de trabajos por parte de los estudiantes del curso anterior.

**Figura 8**

Bitácora de apuntes donde los estudiantes dibujan el mundo que les rodea.



Figura 9

Bitácora de apuntes donde los estudiantes dibujan el mundo que les rodea.

**Figura 10**

Composición gráfica basada en la observación de elementos en tres dimensiones.

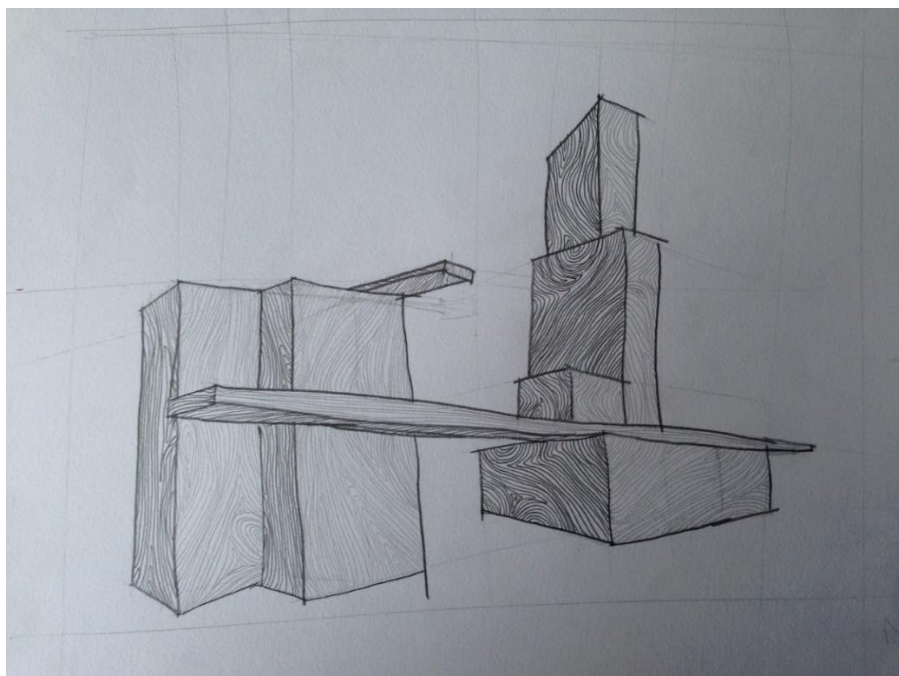


Figura 11

Trabajo de bitácora observando elementos reales

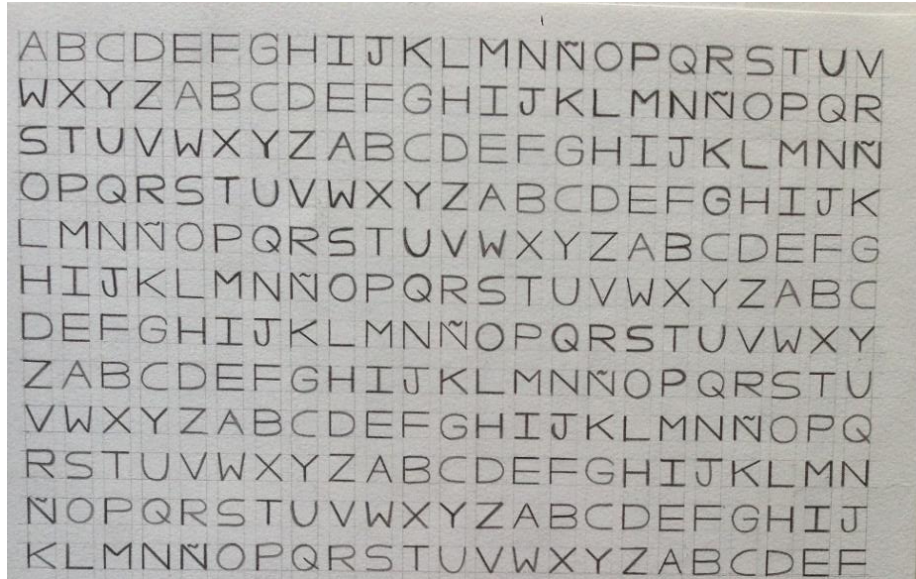
**Figura 12**

Trabajo de bitácora observando y dibujando elementos reales en exteriores.



Figura 13

Lámina de dibujo de letras y números.

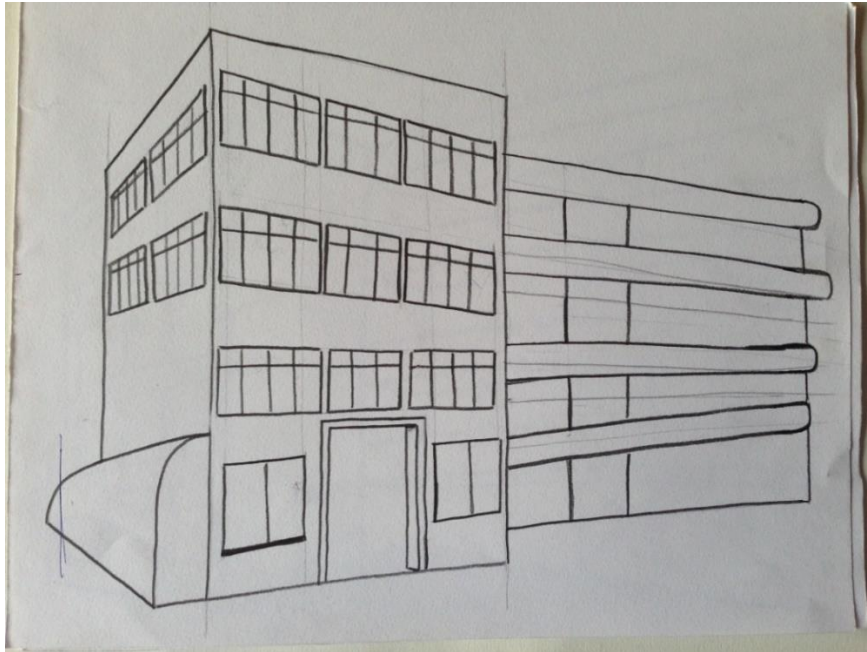
**Figura 14**

Explicación del trazado de líneas rectas, curvas y segmentadas.



Figura 15

Lámina de trabajo rápido

**Figura 16**

Dibujo de elementos reales en tres dimensiones con rotación.

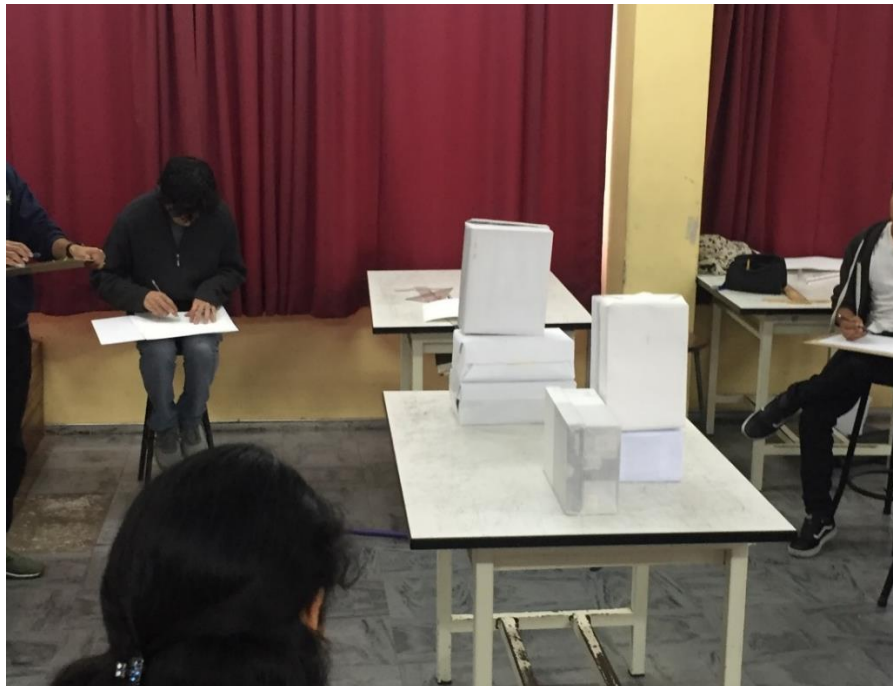


Figura 17

Dibujo de elementos reales en tres dimensiones con rotación.

**Figura 18.**

Dibujo de geometrías curvas

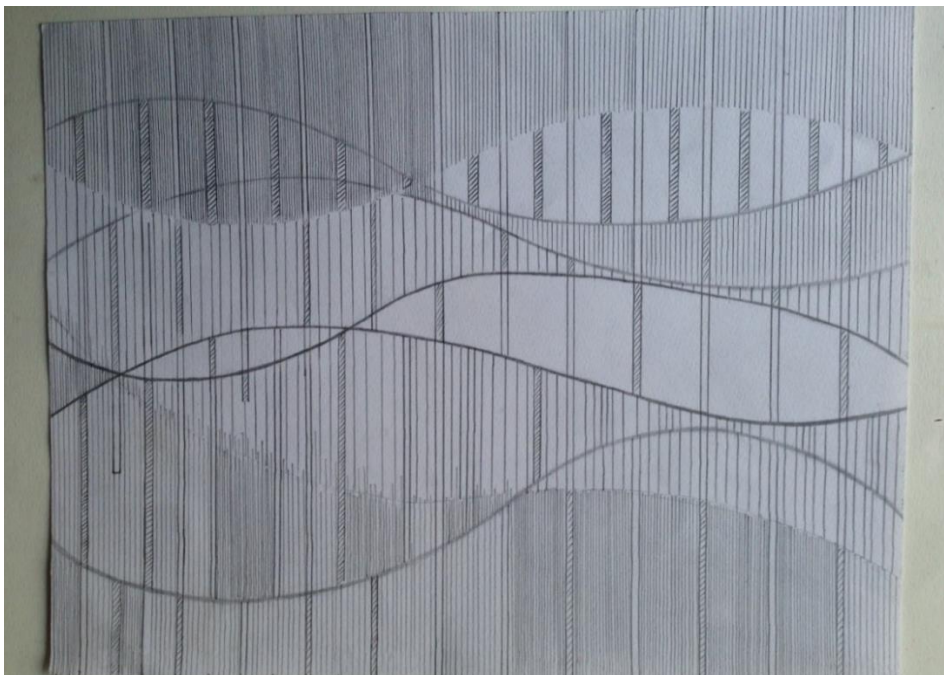


Figura 19

Dibujo de sólidos geométricos en exteriores.

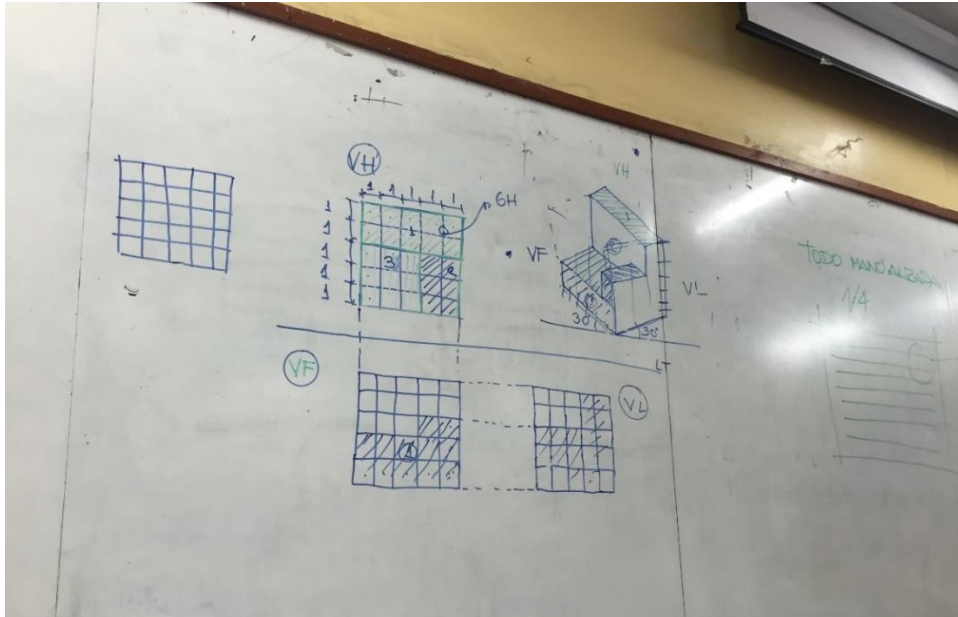
**Figura 20**

Representación de modelos en escala real



Figura 21

Análisis de proyecciones axonométricas.

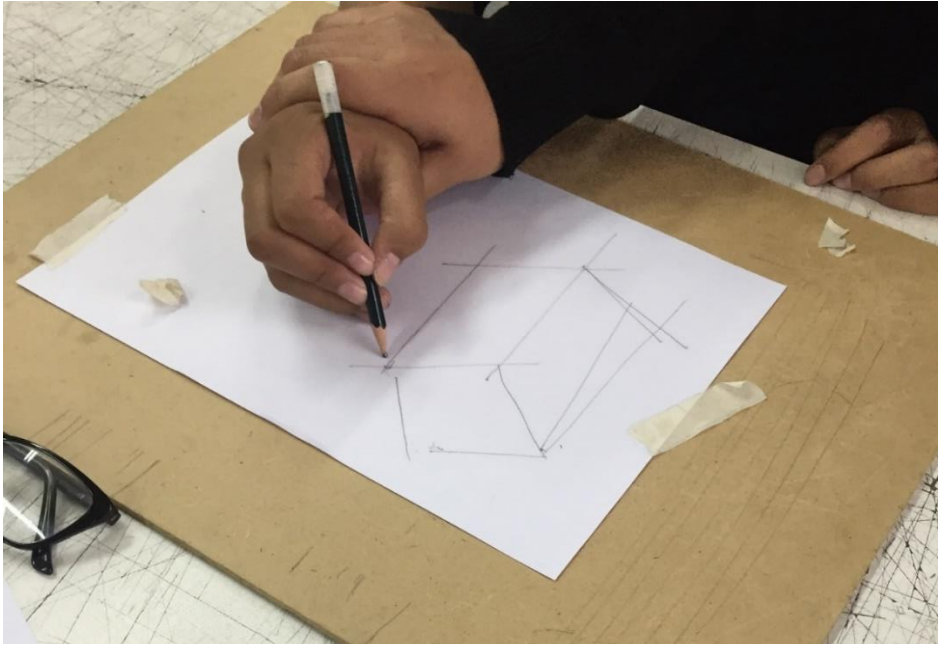
**Figura 22**

Trabajo en exteriores de representación de elementos arquitectónicos.



Figura 23

Dibujo de croquis de trabajo a mano alzada.

**Figura 24**

Apunte arquitectónico de elementos tridimensionales en escala real.



Figura 25

Proceso de medición de niveles con nivel de manguera.

**Figura 26**

Dibujo de planta arquitectónica de complejidad básica.

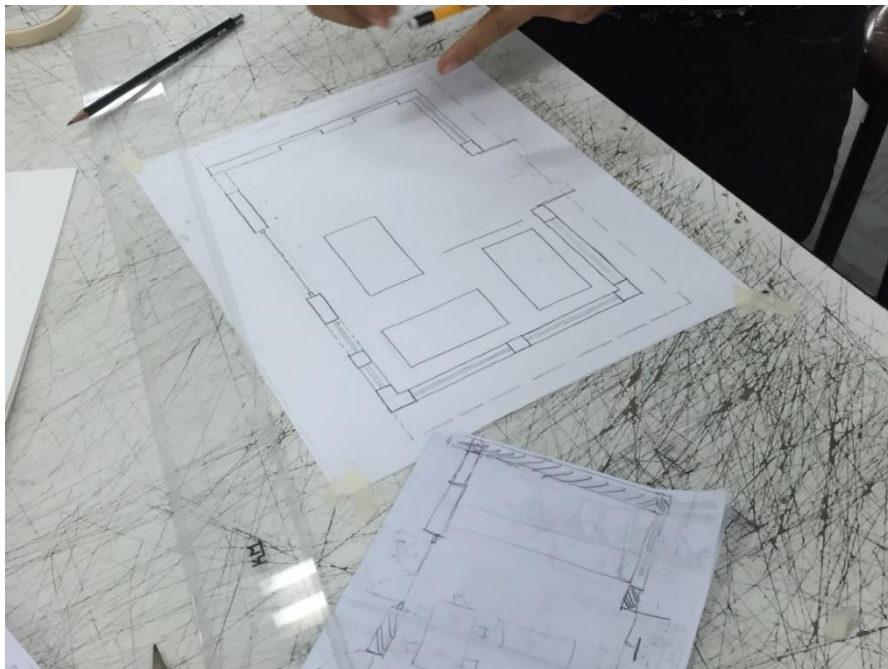
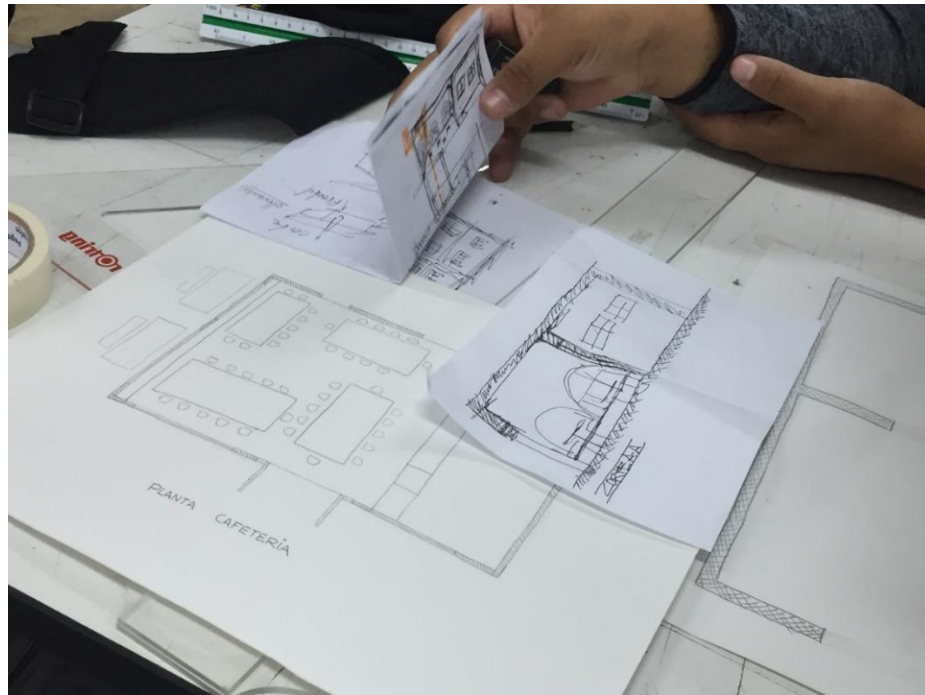


Figura 27

Elaboración de croquis de corte de un ambiente real.

**Figura 28**

Apunte en tres dimensiones de edificación real.



Figura 27

Elaboración de corte elevación a mano alzada.

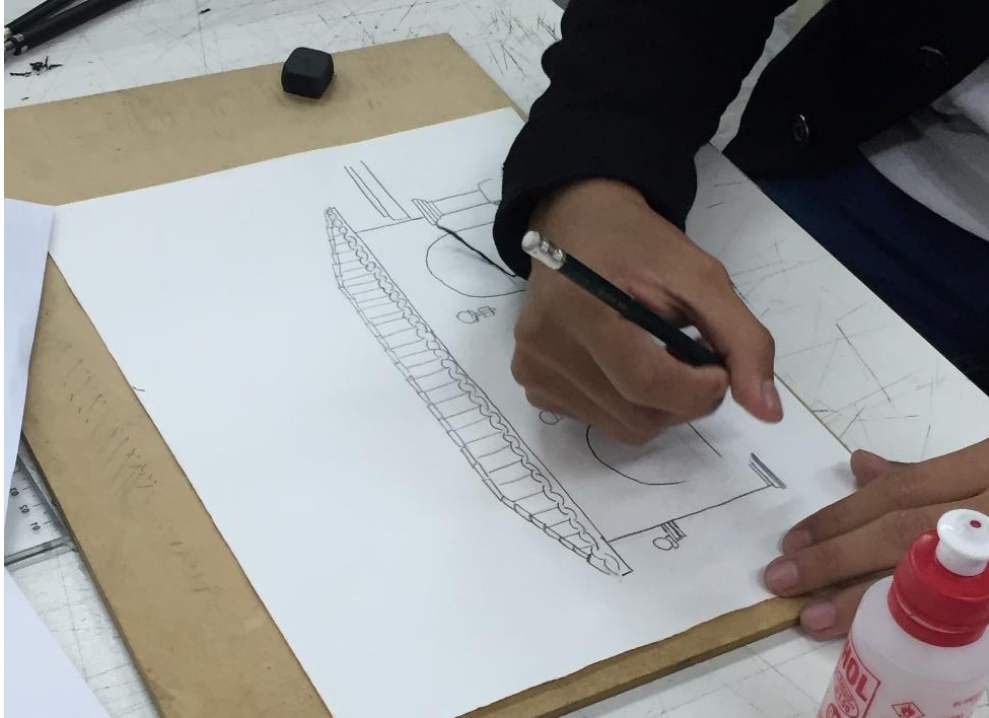


Figura 28

Elaboración de planta arquitectónica.

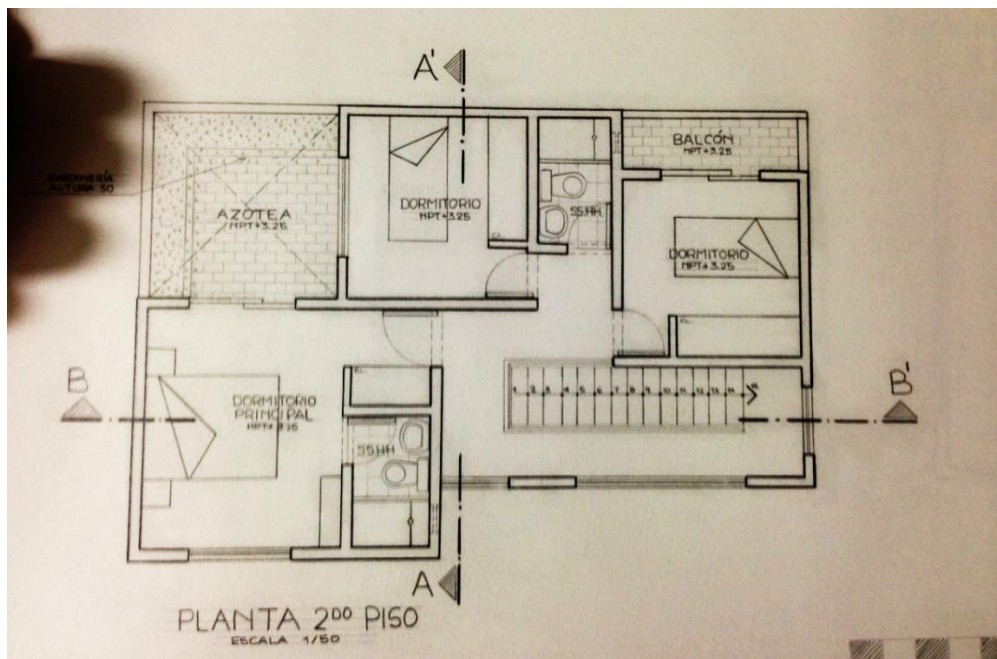
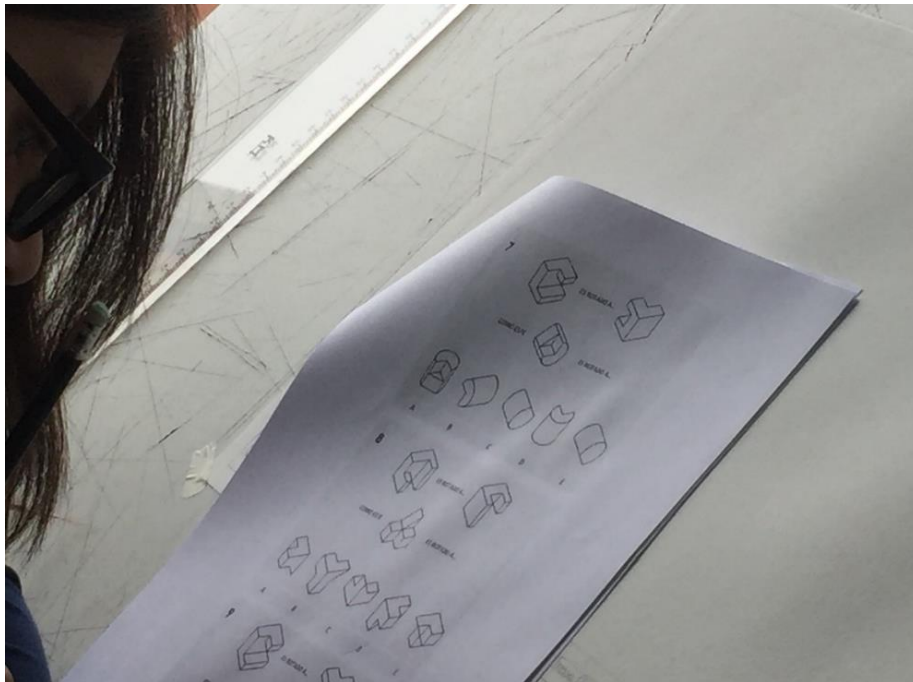


Figura 29

Elaboración de cortes y elevaciones.

**Figura 30**

Aplicación del PSVT: R en posprueba.



Resultados de la aplicación del Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT: R)

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 4

Distribución de los estudiantes de Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV año 2019 según sexo.

		Control		Experimental		Total	
		n	%	n	%	n	%
Sexo	Masculino	11	36,7	15	50,0	26	86,7
	Femenino	19	63,3	15	50,0	34	113,3
Total		30	100,0	30	100,0	60	200,0

La tabla 4 muestra que en el grupo control el 63,3% estuvo conformado por estudiantes del género femenino y el restante por estudiantes del género masculino, mientras que en el grupo experimental la composición por géneros fue del 50%.

Tras la aplicación del (PSVT: R), se categorizaron las puntuaciones obtenidas en tres niveles mutuamente excluyentes del siguiente modo: Si el estudiante no completaba correctamente más de la mitad de la totalidad de los 30 ítem se consideraba nivel bajo (0-15 puntos), en caso de haber completado 24 o más ítem de manera correcta se consideraba alto (24-30) y en el resto de los casos fue considerado nivel medio (16-23 puntos).

Tabla 5

Distribución de los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV, año 2019 según Nivel Habilidad espacial.

		Control pre		Experimental pre		Control post		Experimental post	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Nivel Habilidad espacial	Bajo	9	30,0	12	40,0	6	20,0	1	3,3
	Medio	17	56,7	12	40,0	12	40,0	15	50,0
	Alto	4	13,3	6	20,0	12	40,0	14	46,7
Total		30	100,0	30	100,0	30	100,0	30	100,0

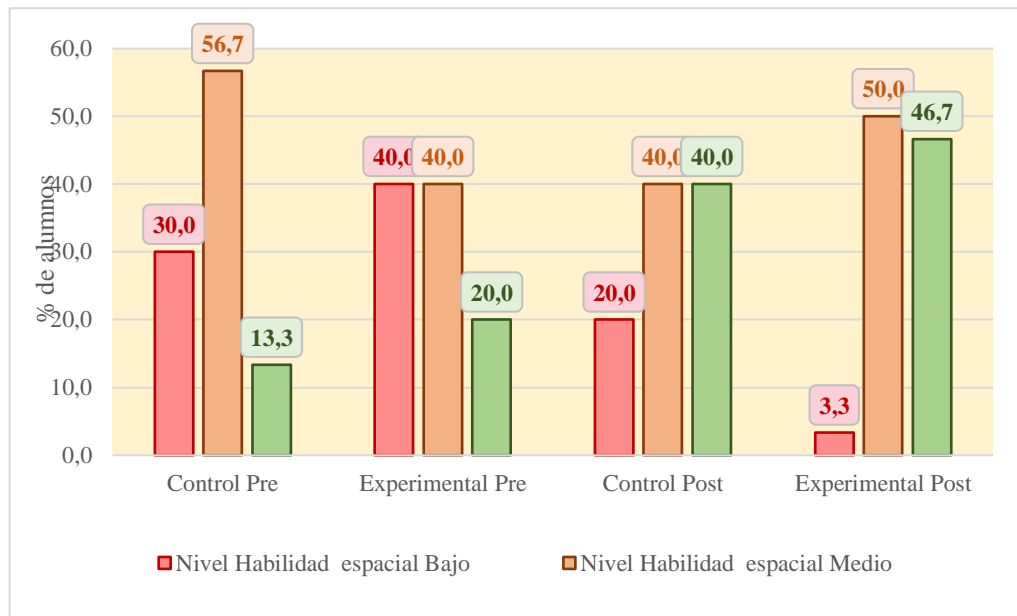
La tabla 5 muestra los niveles de habilidad espacial previo (pre) y posterior (post) a la aplicación de las estrategias de enseñanza respectivas a los grupos control (Estrategias tradicionales) y experimental (Estrategias experimentales).

La tabla muestra que en el grupo control con la estrategia de enseñanza tradicional, se pasó de un 13,3% de estudiantes con nivel alto a un 40,0% mientras que en el grupo experimental el cambio en este nivel reportó un aumento de 20,0% hasta un 46,7%. Con respecto al nivel bajo ambas estrategias de enseñanza reportaron una disminución importante.

En grupo control con la estrategia de enseñanza tradicional, se pasó de un 13,3% de estudiantes con nivel alto de habilidad espacial a un 40,0% , mientras que en el grupo experimental el cambio en este nivel pasó de 20,0% hasta un 46,7%.

Figura 31

Distribución de los estudiantes de Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV año 2019 según Nivel Habilidad espacial.

**Tabla 6**

Puntuación de la habilidad espacial en los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV, año 2019.

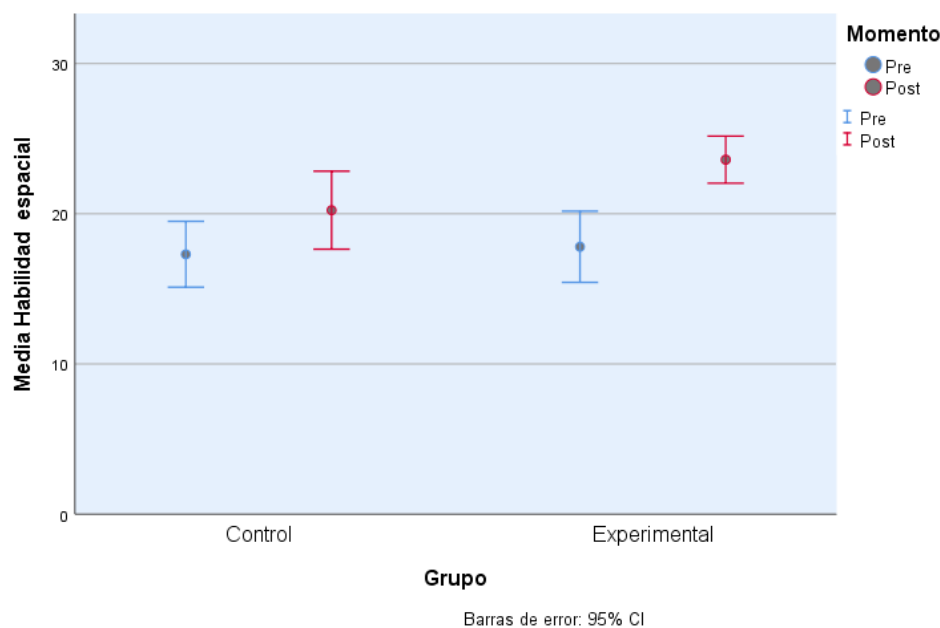
	Control		Experimental	
	Habilidad espacial pre	Habilidad espacial post	Habilidad espacial pre	Habilidad espacial post
N	30	30	30	30
Media	17,30	20,23	17,80	23,60
Desviación estándar	5,87	6,95	6,35	4,20
Mínimo	2	4	3	12
Máximo	28	30	28	30
Mediana	18	22	19	23

La tabla 6 indica que, en el caso del grupo experimental, la puntuación promedio luego de la aplicación de estrategias de enseñanza alcanzo un valor de $23,60 \pm 4,20$ mientras que en el grupo control el promedio post fue de $20,23 \pm 6,95$. Se observaron también los casos extremos, de este modo en ambos grupos se alcanzó la puntuación máxima de 30 puntos, pero también valores muy pequeños de 2 y 3 puntos principalmente antes de la aplicación de las respectivas estrategias.

Por su parte el valor mediano indica que el 50% de los estudiantes que recibieron estrategias experimentales alcanzaron puntajes mayores o iguales a 23 mientras que en el grupo control este valor fue de un punto menos (22 puntos).

Figura 32

Valores promedio de la habilidad espacial en los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV año 2019.



El gráfico de errores de la figura 34 presenta la estimación de las puntuaciones promedio mediante intervalos al 95% de confianza, se puede observar que las amplitudes

(variabilidad) son muy similares y que el aumento luego de la aplicación de la estrategia de enseñanza es ligeramente superior en el grupo experimental respecto al grupo control.

Tabla 7

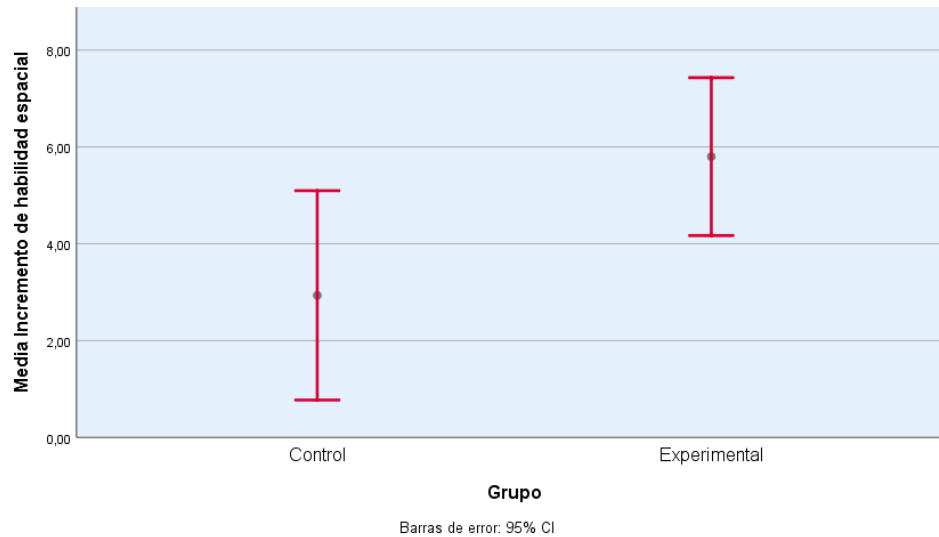
Incremento de la habilidad espacial Post-Pre en los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV año 2019.

	Grupo	Incremento de habilidad espacial			
		1 giro	2 giro	3 giro	Global
Control (n=30)	Media	-0,10	1,00	2,03	2,93
	Desviación estándar	1,42	3,32	3,24	5,79
	Mínimo	-3	-7	-6	-11
	Máximo	5	8	7	15
	Mediana	0,00	1,00	2,00	3,00
Experimental (n=30)	Media	0,60	2,87	2,33	5,80
	Desviación estándar	1,10	3,58	2,92	4,37
	Mínimo	-2	-5	-5	0
	Máximo	4	11	8	17
	Mediana	0,00	3,00	1,50	5,00

En la tabla 7 se presenta en la última columna el incremento en la puntuación post – pre de la habilidad espacial de los estudiantes. En el grupo control, el incremento de 2,93 se debió principalmente en el incremento de la habilidad espacial de 3 giros (2,03 puntos) mientras que en el grupo experimental si bien el incremento de la habilidad espacial de 3 giros fue ligeramente superior (2,33), la diferencia se dio principalmente en la habilidad espacial de 2 giros con un incremento de 2,87. Se presentaron también los valores extremos, donde valores menores a cero indican que hubo algunos alumnos que presentaron una evolución negativa mientras que otros aumentaron hasta 17 puntos en el grupo experimental. La figura 4 ilustra estos incrementos promedio mediante intervalos al 95% de confianza.

Figura 33

Valores promedio del incremento de la habilidad espacial Post-Pre en los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV año 2019.



Prueba de hipótesis

Hipótesis general

H0: Las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico no se relacionan significativamente con el desarrollo de la habilidad espacial en los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019.

H1: Las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico se relacionan significativamente con el desarrollo de la habilidad espacial en los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarrea, año 2019.

Criterios:

-Si el p valor es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula H0 y se acepta la hipótesis alterna H1.

-Si el p valor es mayor igual a 0,05 no se rechaza la hipótesis nula H0.

Tabla 8

Prueba de independencia Chi cuadrado de Pearson.

Estrategia	Incremento (Pos > pre)				Total		Chi-cuadrado de Pearson p valor
	No		Si		n	%	
	n	%	n	%	n	%	
Tradicional	9	30,0	21	70,0	30	100,0	0,006
Experimental	1	3,3	29	96,7	30	100,0	
Total	10	33,3	50	166,7	60	200,0	

La tabla 8 indica que el 70% de los estudiantes que recibieron la estrategia de enseñanza tradicional desarrollaron su habilidad espacial mientras que en el grupo con estrategias experimentales, este porcentaje fue diferente y superior alcanzando un 96,7%, es decir el desarrollo está asociado a la estrategia de enseñanza. Como el p valor es menor a 0,05 se rechaza la H0 y se concluye, a un nivel de significancia del 5%, que las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico se relacionan significativamente con el desarrollo de la habilidad espacial en los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019.

Hipótesis específica 01

H0: El nivel de la habilidad espacial que presentan los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, no sufre una variación luego de haberse aplicado las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico tradicionales basadas en la visualización de modelos a escala reducida.

H1: La habilidad espacial que presentan los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, sufre una variación luego de haberse

aplicado las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico tradicionales basadas en la visualización de modelos a escala reducida.

Tabla 9

Prueba T de Student de dos muestras relacionadas grupo control.

Grupo		Media	n	Desviación estándar	Diferencia de Medias	t	gl	p valor
Control	Habilidad espacial pre	17,30	30	5,87				
	Habilidad espacial post	20,23	30	6,95	2,93	2,78	29	0,010

La tabla 9 muestra que luego que se aplicaron estrategias de enseñanza tradicionales, en promedio la habilidad espacial de los estudiantes aumento de 17,30 hasta 20,23, la prueba T de Student indica que la diferencia observada: $\text{post} - \text{pre} = 2,93$ fue significativa ($p \text{ valor} = 0,010$); por tanto se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 , es decir se concluye con un nivel de significancia del 5% que la habilidad espacial que presentan los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, sufre una variación significativa luego de haberse aplicado las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico tradicionales basadas en la visualización de modelos a escala reducida.

Hipótesis específica 02

H_0 : El nivel de la habilidad espacial que presentan los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, no sufre una variación luego de haberse aplicado las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico experimentales basadas en la visualización de modelos a escala real.

H1: El nivel de la habilidad espacial que presentan los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, sufre una variación luego de haberse aplicado las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico experimentales basadas en la visualización de modelos a escala real.

Tabla 10

Prueba T de Student de dos muestras relacionadas grupo experimental.

Grupo		Media	n	Desviación estándar	Diferencia de Medias	t	gl	p valor
Experimental	Habilidad espacial pre	17,80	30	6,35				
	Habilidad espacial post	23,60	30	4,20	5,80	7,28	29	0,000

La tabla 10 muestra que luego que se aplicaron estrategias de enseñanza experimentales, en promedio la habilidad espacial de los estudiantes aumento de 17,80 hasta 23,60. La prueba T de Student indica que la diferencia observada $\text{post} - \text{pre} = 5.80$ fue significativa ($p \text{ valor} = 0,000$); por tanto se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 , es decir se concluye con un nivel de significancia del 5% que la habilidad espacial que presentan los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, sufre una variación significativa luego de haberse aplicado las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico basadas en la visualización de modelos a escala real en tres dimensiones.

Hipótesis específica 03

H_0 : La habilidad espacial de los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, que recibieron estrategias de enseñanza de

representación y diseño arquitectónico experimentales basadas en la visualización de modelos a escala real, no es mayor a la habilidad de los estudiantes que solo recibieron estrategias tradicionales basadas en la visualización de modelos a escala reducida.

H1: La habilidad espacial de los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, que recibieron estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico experimentales basadas en la visualización de modelos a escala real, es mayor a la habilidad de los estudiantes que solo recibieron estrategias tradicionales basadas en la visualización de modelos a escala reducida.

Tabla 11

Prueba T de Student de dos muestras independientes grupo experimental-control.

Grupo		Media	Desviación estándar	t	gl	p valor	Diferencia de medias
Habilidad espacial post	Control	20,23	6,95	2,27	48	0,028	3,37
	Experimental	23,60	4,20				
Incremento habilidad espacial	Control	2,93	5,79	2,17	58	0,034	2,87
	Experimental	5,80	4,37				

La prueba T de Student para las dos muestras independientes control y experimental, indica que la diferencia observada (+3,37) entre la habilidad espacial de los estudiantes luego de la aplicación de las estrategias de enseñanza respectivas, resultado significativa (p valor = 0,028). Además de esto, si se comparan sus respectivos incrementos (pos-pre) la diferencia +2,87 es también significativa (p valor = 0,034), por tanto se rechaza la hipótesis nula H0 y se acepta la alterna, es decir, la habilidad espacial de los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, que recibieron estrategias de enseñanza

de representación y diseño arquitectónico basadas en la visualización de modelos a escala real es mayor a la habilidad de los estudiantes que solo recibieron estrategias tradicionales basadas en la visualización de modelos a escala reducida.

V. Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos presentan un nivel de confiabilidad del 95%, pero se ven limitados por el hecho de que la investigación no se prolongará en el corto plazo en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV, por lo que no se podrá realizar un estudio longitudinal que haga seguimiento y nos muestre el desempeño de los estudiantes evaluados a lo largo de la carrera profesional, ni comparar el desarrollo de su habilidad espacial con el de los nuevos estudiantes ingresantes a la Facultad.

Los resultados obtenidos concuerdan con los presentados por Sorby (1999), Villa (2016), Gómez-Tone (2019), Türkmenoğlu et al. (2020) y Berkowitz et al. (2021), al confirmar que la habilidad espacial puede mejorarse a través de la práctica y el entrenamiento.

En la presente investigación se concluyó que la aplicación de modelos en escala real en tres dimensiones favorece el desarrollo de la habilidad espacial de los estudiantes en mayor medida que el empleo de modelos en escala reducida en dos dimensiones. Este resultado concuerda con el presentado por Jovanovic & Jones (2014); quienes, también empleando el Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT: R), determinaron que el uso de modelos sólidos impresos y dibujos por computadora en tres dimensiones, proporcionan puntuaciones más altas en el test posprueba que el uso de modelos en dos dimensiones.

Hay que indicar que los modelos impresos en tres dimensiones empleados por Jovanovic y Jones, fueron de escala reducida, por lo que no podemos comparar este punto con los resultados del presente trabajo, donde se emplearon objetos en escala real.

Por otra parte, Gómez-Tone (2019) empleó modelos en tres dimensiones, pero exclusivamente generados por computadora. No ha sido objetivo de esta tesis comparar las estrategias basadas en objetos reales con aquellos generados por computadora, lo que abre campo para futuras investigaciones que se centren en este punto.

Se genera un aporte teórico al concluir que las estrategias de enseñanza que emplean modelos en tres dimensiones son más efectivas que las que usan modelos de dos dimensiones, sin embargo, se tendría que profundizar la investigación para determinar la influencia de las escalas en el desarrollo de la habilidad espacial de los estudiantes y comparar el uso de elementos de tres dimensiones reales con aquellos visualizados en ordenador.

Este aporte teórico puede influir positivamente en la práctica de la enseñanza de la representación y el diseño arquitectónico al proponer el uso de estrategias de enseñanza innovadoras que contribuyan a mejorar el desarrollo de la habilidad espacial entre los estudiantes. Además, los resultados obtenidos pueden ser aplicados en otras facultades de arquitectura en el Perú ya que presentan contextos similares a la de la UNFV.

VI. Conclusiones

Se determinó estadísticamente que el empleo de estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico se relacionan significativamente con el desarrollo de la habilidad espacial en los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019.

Tanto la aplicación de estrategias tradicionales, como de estrategias experimentales, significaron un aumento del nivel de habilidad espacial de los estudiantes en ambos grupos de estudio (control y experimental). Esto se verificó con la aplicación del Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT: R) en pre y posprueba.

Se determinó que se produjo un incremento del nivel de la habilidad espacial en los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, luego de haberse aplicado en ellos estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico tradicionales basadas en la visualización de modelos a escala reducida en dos dimensiones durante un ciclo académico.

La diferencia de medias entre la puntuación del pre y posprueba fue de 2,93 comprobándose dicho incremento, el cual es significativo.

Se determinó que se produjo un incremento del nivel de la habilidad espacial en los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, luego de haberse aplicado en ellos estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico experimentales basadas en la visualización de modelos a escala real en tres dimensiones durante un ciclo académico.

La diferencia de medias entre la puntuación del pre y posttest fue de 5.80 comprobándose dicho incremento, el cual es significativo,

Se determinó que la habilidad espacial de los estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional Federico Villarreal, año 2019, que recibieron estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico experimentales basadas en la visualización de modelos a escala real en tres dimensiones, tuvo un incremento mayor a la habilidad de los estudiantes que recibieron estrategias tradicionales basadas en la visualización de modelos a escala reducida en dos dimensiones.

La diferencia entre las medias entre la puntuación del pre y posprueba en los grupos control y experimental fue de +2.87, comprobándose un valor significativo luego de aplicar la prueba de T de Student (p valor =0,034).

VII. Recomendaciones

Realizar estudios para determinar si existe diferencia entre el desarrollo de la habilidad espacial alcanzado al emplear estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico con modelos reales en tres dimensiones o gráficos creados por ordenador.

Realizar estudios que profundicen la evaluación de la diferencia entre el desarrollo de la habilidad espacial alcanzado al emplear estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico basadas en modelos a escala real o escala reducida.

Efectuar un seguimiento de las estrategias de enseñanza de representación y diseño arquitectónico empleadas en los cursos de dibujo y diseño de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV en todos los niveles, y observar el desempeño obtenido por los estudiantes de los grupos control y experimental a lo largo de la carrera.

Proponer un estudio de carácter longitudinal sobre desarrollo de la habilidad espacial, que implique a los cursos de dibujo y diseño de los siguientes ciclos académicos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNFV.

VIII. Referencias

- Akim, Ö. & Erem, Ö. (2011). Architecture students' spatial reasoning with 3-D shapes. J. *Design Research*, 9(4), 339-359.
https://www.researchgate.net/publication/264814126_Architecture_students'_spatial_reasoning_with_3-D_shapes
- Allam, Y. S. (2009). *Enhancing spatial visualization skills in first-year engineering students*. (Dissertation, Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University).
<https://www.semanticscholar.org/paper/Enhancing-spatial-visualization-skills-in-studentAllam/b3e753d153f3ac946dc40302ea6cc802f630e49c>
- Amiel, J. (2014). *Metodología y diseño de la investigación científica*. Universidad Científica del Sur.
- Anijovich, R & Mora, S. (2009). *Las estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula*. Aique Grupo Editor.
- Arkell, Andrew J. (2013) Drawing as Architecture: Representational Space Architecturally Transformed. *The University of Arkansas Undergraduate Research Journal*, 14 (4), 4-15. <http://scholarworks.uark.edu/inquiry/vol14/iss1/4>
- Arentsen, E. (2012). *Aproximación a una didáctica integradora de los estilos de aprendizaje en el taller de arquitectura: diagnóstico y propuesta*. (Tesis de Maestría en didáctica proyectual). Universidad del Bio Bio – Chile.
<http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/1472>
- Barrera, F. & Reyes, A. (2015). La teoría de Van Hiele: Niveles de pensamiento geométrico. *PÄDI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*.
<https://doi.org/10.29057/icbi.v3i5.554>

- Berkowitz, M.; Gerber, A.; Thurn, C.; & Emo, B. (2021). Spatial abilities for architecture: Cross sectional and longitudinal assessment with novel and existing spatial ability tests. *Frontiers in psychology, 11*, 1-16.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.609363/full>
- Boullosa, G. (2014). *Teorías implícitas sobre evaluación de los aprendizajes que poseen los docentes de arquitectura de una universidad privada de Lima*. (Tesis de maestría) Pontificia Universidad católica del Perú, Lima-Perú.
- Biber, H. (2010). *Análisis arquitectónico*. Editorial Universitaria Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Bodner, G. & Guay, R. (1997). The Purdue Visualization of Rotations Test. *The chemical educator, 2* (4), 1-17.
- Bootzin, R.; Bower, G.; Crocker, J. & Hall, E. (1991) *Psychology today*. McGraw-Hill, Inc.
- Camargo, I. & Pardo, C. (2008). Competencias docentes de profesores de pregrado: Diseño y validación de un instrumento de evaluación. *Universitas Psychologica, 7*(2), 401-455. <http://www.scielo.org.co/pdf/rups/v7n2/v7n2a11.pdf>
- Castro-Revilla, H. (2018). El futuro de la enseñanza de las técnicas manuales de representación gráfica arquitectónica. *Cátedra Villarreal, 6*(1), 61-66.
<https://doi.org/10.24039/cv201861254>
- Castro-Kikuchi, L. (2005). *Diccionario de las ciencias de la educación*. Educap.
- Chiara, M. (2016). Estrategias didácticas basadas en competencias. Características e implicancias. *Revista P&A, 1* (1), 19-24.
<https://doi.org/10.31381/pedagogiaarquitectura.v0i1.766>
- Colistra, D. (2012). *Il disegno a mano libera per la conoscenza e per il progetto*. Aracne.
- Díaz, F. y Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. McGraw Hill.

Dreifuss, C. (2015). Enseñanza aprendizaje en el Taller de Diseño. *Revista Limaq*, 1, 67-92.

<https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Limaq/article/viewFile/354/337>

Edwards, B. (1984). *Aprende a dibujar*. Hermann Blume.

Forrester, B. (2000). *Drawing an Education: Influence and evidence*. (Tesis) Virginia Polytechnic Institute and State University.

<https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/35486>

Gardner, H. (2001). *Las estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples*. Fondo de Cultura Económica.

Gómez-Tone, H. (2019) Impacto de la Enseñanza de la Geometría Descriptiva usando Archivos 3D-PDF como Entrenamiento de la Habilidad Espacial de Estudiantes de Ingeniería Civil en el Perú *Formación Universitaria*, 12(1).

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062019000100073

Gonzales, V. (2001). *Las estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Editorial Pax.

Gispert, C. (Dir) (2016). *Manual de la educación*. Editorial Océano.

Guevara, O. (2013). *Análisis del proceso de enseñanza aprendizaje de la disciplina del proyecto arquitectónico, en la carrera de arquitectura, en el contexto del aula*. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona.

<http://hdl.handle.net/10803/116191>

Hernandez, R.; Fernandez, C ; Baptista M. del P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

Hernandez, R. & Infantes, M. (2017) La clase en la educación superior, forma organizativa esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Educación y Educadores*, 20(1), 27-40. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83449754002>

- Jovanovic, V. & Jones, M. (2014). A Comparative Analysis of Spatial Visualization Ability and Drafting Models for Industrial and Technology Education Students. *Journal of Technology Education*, 26(1), 88-101. https://digitalcommons.odu.edu/engtech_fac_pubs/8/
- Lizano, K. & Umaña, M. (2008). La teoría de las inteligencias múltiples en la práctica de la docente en educación preescolar. *Revista Educar*, 12(1), 135-149.
- Luján, Y. (2012). *Las estrategias de aprendizaje en relación al rendimiento académico en estudiantes del primer año-2010 Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal*. (Tesis de doctorado) Universidad Nacional Federico Villarreal.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918.
- Maeda, Y & Yoon, S. (2011). *Scaling the Revised PSVT-R: Characteristics of the first year engineering students' spatial ability*. [Conference] American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference and Exposition At: Vancouver, BC, Canada. <https://doi.org/10.13140/2.1.2600.2881>
- Maeda, Y; Yoon, S.; Kim-Kang, G. y Imbrie, P.K. (2013) Psychometric Properties of the Revised PSVT: R for Measuring First Year Engineering Students' Spatial Ability. *International Journal of Engineering Education*, 29(3),763–776. https://www.researchgate.net/publication/261760571_Psychometric_Properties_of_the_Revised_PSVT_R_for_Measuring_First_Year_Engineering_Students'_Spatial_Abilit
- y
- Masdéu, M. (2016). La enseñanza de la arquitectura en la sociedad actual. La integración de las nuevas formas de práctica profesional en el Taller de Arquitectura. *Revista Rita* 05,72-79.

https://www.researchgate.net/publication/315175658_La_ensenanza_de_la_arquitectura_en_la_sociedad_actual_La_integracion_de_las_nuevas_formas_de_practica_profesional_en_el_Taller_de_Arquitectura

Montes de Oca, N. & Machado, E. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Revista Humanidades Medicas*, 11(3).

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S172781202011000300005&script=sci_arttext&tln_g=pt

Nolasco, M. (2014). Estrategias de enseñanza y educación. *Boletín de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo*.

<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n4/e8.html>

Noriega, M.; Vásquez, S. & García, S. (2011). Componentes de la competencia espacial.

Exploración en ingresantes a la Facultad de arquitectura, diseño y urbanismo. *Revista de Orientación Educativa* 25(47), 95-112

Ñaupas, H.; Valdivia, M.; Palacios, J. & Romero, H. (2013). *Metodología de la investigación. Cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*. Ediciones de la U.

Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence*, 4, 181–248.

<https://psycnet.apa.org/record/1987-98828-006>

Ochaíta, E. (1983). La teoría de Piaget sobre el desarrollo del conocimiento espacial. *Revista Estudios de Psicología Universidad Autónoma de Madrid*, 14(15), 93-108.

Otxotorena, J. (1996). *Sobre dibujo y diseño. A propósito de la proyectividad de la representación de la arquitectura*. Te ediciones.

Oliveira de, L. (2005). A construção do espaço, segundo Jean Piaget. *Sociedade & Natureza, Uberlandia, Brasil*, 17 (33), 105-117

Pallasmaa, J. (2012). *La mano que piensa*. Barcelona. Gustavo Gili.

Paz, C. (2000). *Habitando el diseño*. Perú Impreso.

Piaget, J. (1981). *Epistemología y Psicología*. Ariel

Pimienta, J. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje*. Editorial Pearson.

Rodríguez, P. (2011). *El dibujo como dispositivo pedagógico*. (Tesis doctoral).

<https://riunet.upv.es/handle/10251/15176?show=full>

Sainz, J. (1990). *El dibujo de arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico*. Editorial

Nerea

Sorby, S. (1999). Developing 3-D Spatial Visualization Skills. *Engineering Design Graphics Journal. Michigan Technological University*, 63(2), 21-32.

<http://diggingdeeper.pbworks.com/f/Developing+Spatial+Skills.pdf>

Sorby, S.; Casey, B.; Veurink, N. & Dulaney, A. (2013). The role of spatial training in improving spatial and calculus performance in engineering students. *Learning and Individual Differences* 26, 20–29.

https://www.colorado.edu/eplus/sites/default/files/attached-files/sorby_et_al._-_2013_-_the_role_of_spatial_training_in_improving_spatial_.pdf

Sorby, S. & Panther, G. (2020). Is the key to better PISA math scores improving spatial skills? *Mathematics Education Research Journal* 32,213–233

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13394-020-00328-9.pdf>

Tobón, S. (2013). Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación. ECOE.

Türkmenoğlu, S.; Karaman, S.; İlknur, F. & Engin, A. (2020). The Role of Spatial Ability on Architecture Education. *Design and Technology Education: An international Journal*, 25(3), 103-126.

https://www.researchgate.net/publication/345106418_The_Role_of_Spatial_Ability_on_Architecture_Education

- Yilmaz, H. (2009). On the development and measurement of spatial ability. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(2).
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1052049.pdf>
- Vargas, G. & Gamboa, R. (2013). El modelo de Van Hiele y la enseñanza de la geometría. *Revista Uniciencia*, 27(1), 74-94.
- Vidigal, E. (2010). *Ensino do projeto arquitetônico. Um estudo sobre as práticas didáticas no curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal do Paraná*. (Tesis de doctorado) Universidad Federal do Parana, Brasil.
http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP_1c358299a729a98a8905db147cc84452
- Vigotsky, L. (1987). *Historia del Desarrollo de las Funciones Psíquicas Superiores*. La Editorial Científico Técnica.
- Vigotski, L. (2008). Imaginación y creación en la edad infantil. Educap.
- Yue, J (2007). Spatial Visualization by Isometric Drawing. *Engineering Design Graphics Journal*, 71(2),19-25.
- Van Hiele, P. M. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching Children Mathematics*, 6, 310-316.
- Villa, A. (2016) Desarrollo y evaluación de las habilidades espaciales de los estudiantes de ingeniería: Actividades y estrategias de resolución de tareas espaciales. (Tesis doctoral) Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/96294>