

Estrategia didáctica de diseño artístico para el desarrollo del pensamiento geométrico espacial

Didactic strategy of artistic design for the development
of spatial geometric thinking



Estrategia didáctica de diseño artístico para el desarrollo del pensamiento geométrico espacial¹

Didactic strategy of artistic design for the development of spatial geometric thinking

**Ana María Rodríguez-López², Albert Eduardo Hernández-Molina³,
Martha Andrea Merchán-Merchán⁴**

Artículo recibido el 6 de julio del 2022; artículo aceptado el 17 de septiembre del 2022

Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional y se referencia usando el siguiente formato: Rodríguez-López, A. M., Hernández-Molina, A. E., y Merchán-Merchán, M. A. (2023). Estrategia didáctica de diseño artístico para el desarrollo del pensamiento geométrico espacial. *I+D Revista de Investigaciones*, 18(1), 55-70. <http://dx.doi.org/10.33304/revinv.v18n1-2023004>

Resumen

La presente investigación está enmarcada en el proceso de enseñanza del diseño a partir de una estrategia didáctica basada en la resolución de problemas, lo cual conduce al desarrollo del pensamiento geométrico espacial. La pesquisa es de enfoque cualitativo y alcance aplicativo con una población de 16 estudiantes. Las pruebas de entrada y de salida fueron diseñadas siguiendo las habilidades de comprensión de la geometría de Hoffer y los niveles de enseñanza de la geometría de Van Hiele con el fin de identificar conceptos geométricos. Una vez obtenidos los resultados, se pudo concluir que el desarrollo del pensamiento geométrico espacial se puede generar por la interacción entre el entorno, el individuo y las geometrías en actividades diarias para permitir así que el estudiante pueda estar inmerso en situaciones de aprendizaje en el cual resuelva problemas creativos de diseño artístico.

Palabras clave: habilidad, geométrico, estrategias educativas, diseño, artes gráficas.

Abstract

This research is framed in the design teaching process from a didactic strategy based on problem solving, which leads to the development of spatial geometric thinking. The research has a qualitative approach and an application scope with a population of 16 students. The entrance and exit tests were designed following Hoffer's geometry comprehension skills and Van Hiele's geometry teaching levels in order to identify geometric concepts. Once the results were obtained, it was possible to conclude that the development of spatial geometric thinking can be generated by the interaction between the environment, the individual and the geometries in daily activities to allow the student to be immersed in learning situations where they solve problems. artistic design creatives.

Keywords: ability, geometric, educational strategies, design, graphic arts.

1 Artículo de investigación, de enfoque cualitativo, con diseño cuasiexperimental, resultado de un proyecto de investigación "Estrategia didáctica de diseño artístico para el desarrollo del pensamiento geométrico espacial", financiado por la Universidad Antonio Nariño (Bogotá, Colombia). Dirección: Calle 22 n.º 12d-81. Investigación finalizada, perteneciente al área de las ciencias sociales, subárea educación, desarrollado en la maestría de educación. Dirección: Calle 22 n.º 12D-81 PBX: 3152980. Fecha de inicio: 12 de agosto de 2021. Fecha de finalización: 24 de mayo de 2022

2 Magíster en Educación, Universidad Antonio Nariño (Bogotá, Colombia). Dirección: Calle 22 N.º 12D-81, PBX: 3152980. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5744-1841>. Correo: anrodriguez54@uan.edu.co. Rol Credit de la autora: investigación, metodología, análisis formal, visualización.

3 Magíster en Educación, Universidad Antonio Nariño (Bogotá, Colombia). Dirección: Calle 22 N.º 12D-81, PBX: 3152980. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6571-638X>. Correo: alhernandez49@uan.edu.co. Rol Credit del autor: investigación, metodología, análisis formal, visualización.

4 Ph. D. en Química, Universidad Antonio Nariño, Grupo de investigación Conciencia de la Universidad Antonio Nariño (Bogotá, Colombia), Dirección: Calle 22 N.º 12D-81, PBX: 3152980. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4351-5058>. Correo institucional: mmerchan30@uan.edu.co. Rol Credit de la autora: conceptualización, administración del proyecto, supervisión.

Introducción

En la pedagogía del diseño, el análisis producido a partir del mundo de las formas permite el desarrollo de competencias y habilidades que generen procesos de comunicación entre creador y observador. En el proceso de enseñanza-aprendizaje del diseño, es esencial que los estudiantes reflexionen a partir de aplicaciones creativas como el dibujo, lo cual se encamina al fortalecimiento del pensamiento geométrico espacial, que está enfocado a la apropiación de conceptos geométricos. En palabras de Le Corbusier, “prefiero dibujar antes que hablar. Dibujar es más rápido y deja menos espacio a las mentiras”. El dibujo es una habilidad fundamental en el diseño, pues va más allá del proceso de imitación y proporciona al diseñador un potente instrumento de análisis, ideación, representación y comunicación en los distintos momentos de su proceso de trabajo (Aracil-Pérez, 2017).

En la vida cotidiana, es útil desarrollar habilidades humanas inmersas en el pensamiento geométrico espacial, que, de manera subjetiva, puede ser aplicado a la orientación adecuada de los individuos en diversos entornos, teniendo como referencia los elementos bidimensionales y tridimensionales que se perciben en el espacio; por ejemplo, el bosque, la ciudad, los avisos, los mapas, la naturaleza, los animales, etc. (Pavlovičová et al., 2022).

Safrina et al. (2022), afirman que “la geometría es fundamental para estudiar temas avanzados en matemáticas, ciencias, geografía, arte, diseño, ingeniería y tecnología, en estudios universitarios o de posgrado” (p. 30). Además, la geometría usa, en mayor medida, el razonamiento espacial, pues la geometría es el referente objetual que contiene información clara y rica para el razonamiento espacial. Por esto, a menudo, se hace alusión al pensamiento geométrico espacial en el campo de las matemáticas.

Trabajos como los de Troncoso (2018) y Londoño (2020), están encaminados al desarrollo del pensamiento geométrico espacial en esta área del conocimiento y proyectos 3D. Sin embargo, a lo largo de esta investigación, se expone que el desarrollo de este tipo de pensamiento puede ser aplicado al diseño artístico, pues, en este, la comprensión de las formas geométricas, sus estructuras, características y la visualización mental de dichas geometrías en el espacio permiten realizar representaciones mentales, haciendo uso de las relaciones conceptuales y las diversas transformaciones que se puedan generar mediante la creatividad. Entonces, el desarrollo del pensamiento geométrico espacial no solo se aplica a las matemáticas, sino que es fundamental en las artes y el diseño para comprender el entorno (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2012).

Por ende, es relevante desarrollar procesos cognitivos que posibiliten la manipulación de las relaciones entre transformaciones, objetos y el espacio para permitir así que los estudiantes construyan diversas representaciones gráficas a través de la apropiación de conceptos y la generación de

nuevas representaciones gráficas mentales (Ortiz-Aguilar et al., 2020).

Adicionalmente, el fortalecimiento de estas habilidades en los estudiantes les permitirá una mayor comprensión en el desarrollo de un lenguaje gráfico que generará la comunicación mediante conceptos de diseño. De igual manera, desarrollarán una formación que privilegie el razonamiento lógico, la argumentación, la experimentación, el uso y la organización de la información (Mena-Rodríguez y Vargas-Mayo, 2010).

De acuerdo con lo expuesto, se ha observado que los estudiantes de grado décimo del colegio Restrepo Millán I.E.D., en la profundización de diseño, presentan dificultades con la competencia referente al pensamiento geométrico espacial, enfocado en la apropiación de conceptos geométricos gráficos. Esto ha llevado a generar obstáculos en la creación de diseños compuestos.

Dado este marco, surgió el siguiente interrogante: ¿cómo desarrollar el pensamiento geométrico espacial en estudiantes de grado décimo a partir de una estrategia didáctica de diseño artístico basada en la resolución de problemas? Para esto fue sustancial investigar sobre este tipo de pensamiento, en donde se encuentran fundamentos teóricos como los niveles de Van Hiele y las habilidades de Hoffer, que serán analizados más adelante.

Para dar enfoque a este proyecto fue necesario identificar, a partir de un diagnóstico, el nivel de pensamiento geométrico espacial en los estudiantes de grado décimo, aplicado a la asignatura de diseño. Posteriormente, con base en los resultados de la evaluación, se desarrolló una estrategia didáctica de diseño artístico para acrecentar el pensamiento geométrico espacial, partiendo de situaciones que permitieron la resolución de problemas. Cabe señalar que no solo se obtuvo información, sino que se enfatizó y se aplicó funcionalmente, convirtiendo al sujeto en sujeto activo y permitiendo que los estudiantes pudieran mejorar el nivel después de participar en el proceso.

Finalmente, el proyecto culminó con la una prueba de salida, que permitió evaluar la aplicabilidad de la estrategia.

Revisión de la literatura

El dibujo y el diseño

El dibujo ha estado presente en las diferentes etapas del desarrollo cognitivo de los niños. Según Piaget, estos inician con la etapa sensomotora, continúan con la preoperacional, las operaciones concretas y concluyen con la fase de las operaciones formales (Triglia, 2015).

En primer lugar, el dibujo es el mediador para la expresión y la comunicación en la cual el niño plasma su forma de pensar y apreciar el mundo. Esta actividad gráfica presente en las

escuelas permite que el alumno obtenga una evolución de la percepción a lo largo de la vida (Ortiz-Gutiérrez, 2010).

En segundo lugar, esta actividad es percibida por los niños de acuerdo con su evolución psicomotriz. Se empieza con los garabatos, inicio de los primeros intentos de dibujo; luego, dibujan un objeto parecido con un realismo intelectual, con la intención de dibujar un objeto parecido a lo que se solicita (Infante-Arratia, 2004).

Por último, dibujan un tema mediante la construcción de un dibujo que responda a los aspectos solicitados, como forma de expresión y comunicación que el estudiante implementa para expresar espontáneamente el mundo que lo rodea (Ortiz-Gutiérrez, 2010).

Además, el dibujo es un lenguaje que va aumentando progresivamente la capacidad expresiva en los niños, y, a su vez, permite su desarrollo, favoreciendo la comunicación (Rural Salut, 2014). Esto se logra a través de elementos como la creatividad y el fortalecimiento de la imaginación, que desempeñan un papel vital en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Por tanto, se ha evidenciado que en las artes se pueden realizar representaciones de forma gráfica a partir del dibujo geométrico como forma de expresión (Paz-Pérez, 2013).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje, el dibujo facilita la adaptación social, ya que el estudiante es estimulado para manifestar, desde la observación, procesos comunicativos como la narración, la competencia literaria y la capacidad argumentativa. Así mismo, desarrolla habilidades creativas, manuales y artísticas.

Adicionalmente, las artes son un mediador para el desarrollo de competencias cognitivas como la atención al detalle, la habilidad para visualizar situaciones y la habilidad para percibir y enfocar el mundo desde el punto de vista estético (MEN, 2018).

Por otra parte, en la práctica propia como diseñadores industriales, el diseño es entendido como la respuesta objetual a la relación entre los componentes de la tríada generada a partir de la praxis entre el entorno, el usuario y el objeto. Esta conexión se produce desde la acción comunicativa humana, que se construye y se modifica desde la interpretación operativa del objeto por el sujeto en su entorno (Zambrano-Lozano, 2007).

Por esta razón, la tríada mencionada dota de sentido y validez a esta investigación. Se estructura a partir del entorno, las geometrías y las transformaciones en 2D, pues esta proporciona al diseñador un instrumento de análisis, creación, innovación, representación y comunicación en las diferentes etapas del proceso creativo (Aracil-Pérez, 2017).

Cabe resaltar que el dibujo es considerable para fomentar la creatividad y el diseño, según Sánchez-Valencia et al.

(2006): “desde el diseño, la creatividad se constituye como un proceso complejo de la relatividad humana que se expresa en la producción de algo, que, en algún sentido, es nuevo y coherente” (p. 15). Es tal la importancia del dibujo en la asignatura de diseño que es considerada como un mediador de aprendizajes requeridos por otras asignaturas, como las matemáticas y la física, que requieren un nivel de abstracción para desarrollar actividades (Paz-Pérez, 2013).

El pensamiento geométrico

Según el MEN (1998), el pensamiento geométrico es “el conjunto de procesos cognitivos mediante los cuales se construyen y se manipulan las representaciones mentales de los objetos en el espacio, las relaciones entre ellos, sus transformaciones y sus diversas traducciones o representaciones materiales” (p. 37).

Se entiende por pensamiento geométrico el aprendizaje de la geometría en tres aspectos fundamentales: “(i) los procesos de visualización y su potencial heurístico en la resolución de problemas, (ii) los procesos de justificación propios de la actividad geométrica y (iii) el papel que juegan las construcciones geométricas en el desarrollo del conocimiento geométrico” (MEN, 2004, p. 25).

De igual manera, Nasiru-Hassan et al. (2020), plantean que en este tipo de pensamiento se estudian las relaciones entre las figuras geométricas. La geometría enfatiza en las siguientes habilidades de pensamiento básico fundamentales: el razonamiento con identidad, las propiedades de forma, y las conexiones y diferencias entre formas geométricas en el nivel básico.

Por lo anterior, Sarapura-De-La-Cruz (2016), afirma que uno de los objetivos de la enseñanza de las geometrías es fomentar en el estudiante una relación de lo que percibe en el espacio. Así, el individuo estructura y desarrolla lo que está presente en la realidad para poder representar y describir de forma ordenada los objetos que están presentes (Troncoso, 2018).

Igualmente, a través de la geometría se explora y se estructura el espacio en donde el individuo desarrolla lo que está presente en la realidad, y este es el inicio para que el estudiante adquiera elementos geométricos y espaciales para resolver los problemas cotidianos. En ese orden de ideas, los conceptos y las propiedades geométricas se adquieren a partir de la observación y la transformación de los objetos generados mediante la exploración de elementos presentes en el espacio y sus figuras. Por esto, la exploración va más allá de una observación; se deben analizar sus diferencias y propiedades, y comprender los elementos que la componen (Sarapura-De-La-Cruz, 2016).

Noreña-Herrera (2020), afirma que es vital propiciar situaciones de aprendizajes que permitan que el educando pueda interactuar con su entorno, de tal forma que le sea posible

resolver problemas y, así mismo, fortalecer las competencias argumentativas, interpretativas y propositivas.

En este mismo contexto, el modelo de Van Hiele fue citado por Gutiérrez y Jaime (1991) y Barrera-Mora y Reyes-Rodríguez (2015), en el cual se hace alusión al desarrollo cognitivo de los estudiantes y cómo se desarrolla el proceso de comprensión de las geometrías. Este estándar se basa en cinco niveles, que se ejecutan de forma ordenada, sin permitir la aleatoriedad, denominados así:

Nivel 1: reconocimiento. En este punto, los objetos son identificados a partir de características como aspecto físico, semejanza, unidad, totalidad, etc., pero no se asocian los componentes y propiedades de estos.

Nivel 2: análisis. Los objetos son percibidos y se pueden describir a partir de sus propiedades y partes; mediante la experiencia se mejora el proceso de relacionar la composición y componentes de los objetos, y aún no se presenta la capacidad de clasificar de manera lógica.

Nivel 3: ordenamiento. El individuo describe, comprende y clasifica los objetos y figuras a partir de sus propiedades, desde la experiencia y el razonamiento formal, pero no razona de manera lógica ni siente una necesidad de realizarla.

Nivel 4: deducción. El individuo es capaz de razonar de forma lógica y comprende que es posible llegar al mismo resultado de diferentes maneras.

Nivel 5: rigor. El individuo tiene la capacidad de analizar, comparar y manipular diferentes geometrías (Barrera-Mora y Reyes-Rodríguez, 2015, pp. 50-51).

El pensamiento espacial

Autores como Troncoso (2018), plantean que el pensamiento espacial es la representación del espacio que se construye cuando el individuo interactúa y decodifica lo que percibe; así pues, la interpretación se genera a partir de las imágenes mentales que se crean con base en las formas geométricas abstraídas del espacio. El pensamiento espacial es parte esencial del pensamiento matemático, y constituye un referente de la percepción intuitiva del entorno propio y de los objetos inmersos en él.

Según Ortiz-Gutiérrez (1999), "el pensamiento espacial busca desarrollar competencias indispensables para "moverse en el mundo" y para lograr percibir nuestro espacio, siendo el resultado de la comprensión de las relaciones de tipo espacial, geométrico y métrico (p. 11). Fujita et al. (2020), mencionan que en el pensamiento espacial es esencial la coordinación de aspectos visuales, formales y conceptuales para el entendimiento de las formas geométricas.

Londoño y Castañeda (2020), sostienen que "en este sentido, podemos decir que las representaciones mentales, sus rela-

ciones y transformaciones, facilitan diferentes procesos mentales implícitos en diversas áreas del conocimiento" (p. 46). Piaget, citado por Ortiz (1999), considera que la construcción del espacio se manifiesta en tres etapas: la primera, de tipo topológico, es decir, propiedades globales independientes de la forma y tamaño; la segunda, de propiedades proyectivas, en donde los niños predicen el aspecto que tendrá un objeto a partir del lado por el que se perciba; y, la tercera, de características de tipo euclidiano, que se relacionan con tamaños, formas y direcciones, y que se encauzan hacia la construcción de concepto de perímetro, área, volumen, ángulo, polígono, etc. (p.12).

De lo anterior se puede entender que el desarrollo del pensamiento espacial no solo se aplica a las matemáticas, sino que es vital en las artes y el diseño para comprender el entorno (MEN, 2012).

El pensamiento espacial, según el MEN (1998), abarca aspectos como el desarrollo de la percepción espacial y de las intuiciones sobre las figuras bidimensionales y tridimensionales, la comprensión y uso de las propiedades de las figuras y las interrelaciones entre ellas, así como del efecto que ejercen sobre ellas las diferentes transformaciones, el reconocimiento de características, relaciones e invariantes a partir de la observación de regularidades que conduzca al establecimiento de conjeturas y generalizaciones (p. 17).

Por su parte, Uribe et al. (2014), sugieren que para fortalecer el pensamiento espacial en el individuo, es determinante desarrollar actividades enfocadas en las relaciones geométricas, el sentido de ubicación y la relación de los objetos en el espacio. Particularmente, Hoffer (1981), no solo encamina la enseñanza de la geometría para desarrollar demostraciones formales, sino que también propone que la persona sea capaz de generar otras habilidades. Para ello se desarrolla a través del fortalecimiento de cinco habilidades: visual, verbal, para dibujar, lógica y para modelar.

Estas habilidades se pueden formar a través de los diferentes niveles del modelo de Van Hiele; es decir, la geometría ofrece un espacio para que el estudiante pueda interactuar entre las matemáticas y el arte. Por ello, es pertinente que el alumno tenga experiencias enfocadas en la geometría, dirección y relaciones con el sentido espacial. Esta interacción permite que el educando pueda avanzar en el desarrollo del conocimiento del espacio, haciendo uso de su capacidad de abstracción (García-Peña y López-Escudero, 2012). En cuanto a lo expuesto, Hoffer (1981), hace alusión al cuadro del modelo de Van Hiele y las capacidades espaciales.

La habilidad visual permite reconocer las diferentes figuras de un dibujo; información que se obtiene a través de la observación del individuo. Con respecto a la destreza verbal, el individuo está en capacidad de emplear correctamente el lenguaje de la geometría mediante situaciones de aprendizaje. En lo relativo a la habilidad para dibujar, el estudiante tiene la capacidad para realizar dibujos basados en la interpretación

de las ideas o esquemas. La habilidad lógica supone que el individuo puede construir argumentos geométricos, identificando diferencias y similitudes de las figuras en distintas posiciones y, mediante la habilidad para modelar, el individuo puede describir y explicar diferentes episodios de la vida real a través de proyectos creativos de diseño.

Estas habilidades de pensamiento forman parte fundamental de la inteligencia humana, pues son consideradas como estímulos necesarios que potencian ideas y generan experiencias que se estructuran en enfoques básicos profesionales como ingenierías, arquitectura, diseño, artes, etc.

Estrategias didácticas basadas en el aprendizaje de resolución de problemas

Martínez-Salamanca (2006), menciona que la esencia del diseño depende de la formación de habilidades que permitan la reflexión y la construcción del conocimiento a través de ambientes de aprendizajes expresivos. Autores como García-Peña y López-Escudero (2008), y Barrantes-López y Zapata-Esteves (2008) describen que la enseñanza de la geometría se debe llevar a cabo a través de actividades que favorezcan la resolución de problemas, y que impliquen relacionar los conceptos geométricos, así como la realización de diferentes tareas como deducir, simplificar, configurar y graficar; y, de este modo, fomentar en el individuo habilidades como la visualización gráfica, la comunicación y la demostración gráfica. Estas últimas permiten que el estudiante pueda resolver desafíos, puesto que debe explicar a partir de su conocimiento y argumentar sobre el porqué de su trabajo.

La habilidad para generar argumentos basados en las transformaciones geométricas se genera a través del reconocimiento en los objetos físicos, de tal manera que se desarrollen formas de pensamiento y capacidades creativas para demostrar la visión que se tiene del mundo alrededor.

De este modo, es viable identificar algunas formas en las que se pueden reconocer estrategias que permitan dar solución a actividades encaminadas al diseño. Por consiguiente, se puede decir que la geometría se aplica en la vida diaria, en labores como la arquitectura, la carpintería, el diseño, la ingeniería, las artes, entre otras, y, a la vez, es muy común utilizar el lenguaje de la geometría en tareas diarias cuando el sujeto desea dar alguna indicación (la diagonal, las escaleras en espiral, los cortes verticales, etc.); esta acción se genera a partir de la interacción con el espacio y su reconocimiento.

Autores como Barrantes-López y Zapata-Esteves (2008), consideran que, para que el alumno construya ideas, es conveniente que pueda visualizar ejemplos de dichas concepciones con el fin de poder generar la imagen y, a su vez, comprender la definición de la palabra; esta es una de las maneras de que adquiera una estructura cognitiva de las nociones geométricas. En este sentido, para que la formación se acompañe de coherencia, es fundamental que el docente genere situaciones de aprendizaje en donde el estudiante

no solo reciba la información, sino que también cuente con el espacio para desarrollar las competencias argumentativas, interpretativas y propositivas, de tal forma que pueda adquirir la asimilación de saberes (Burgos-Echegaray, 2012).

Es necesario resaltar que lo fundamental para generar interacciones valiosas es que el docente corrobore la estructura del pensamiento del estudiante para que así el sujeto que aprende pueda resolver problemas a partir de la toma de decisiones en los proyectos; lo fundamental es que este último desarrolle una construcción colectiva desde el recurso intelectual y la multiplicidad de estructuras del pensamiento entre compañeros de clase (Forero-Lloreda et al., 2010).

Gallo (2010), plantea una enseñanza activa, de tal modo que el estudiante pueda pensar por sí mismo; por ello, es necesario que no únicamente se cuente con la experiencia de la actividad, sino que se genere la impresión del concepto para que este sea comprendido e, igualmente, se interprete el problema generado a partir del conocimiento construido. En efecto, es fundamental que el educador escuche a los sujetos y responda a sus necesidades e intereses; ya que solo se puede aprender si se trata de un sujeto activo y apoyado por los demás. Es valioso que el contenido vaya de la mano de las experiencias relevantes que permitan que el individuo pueda desenvolverse (Meirieu, 2019).

Todo ello para resaltar la importancia de diseñar estrategias con enfoque orientado a la formación y desarrollo de competencias basadas en la didáctica desarrolladora para la solución de problemas (Paz-Pérez, 2013). Gran parte del conocimiento se genera cuando el estudiante es capaz de buscar, identificar y aplicar conocimientos previos, que se implementan con actividades gráficas que, a su vez, son manejadas mediante el uso de la espacialidad con el fin de resolver dificultades de ubicación, orientación y distribución de espacio (Sarapura-De-La-Cruz, 2016).

De esta manera, se propicia en los estudiantes situaciones de aprendizaje que puedan favorecer el aprendizaje mediante la resolución de problemas que permitan desarrollar habilidades de pensamiento geométrico espacial; al ser la visualización una forma para que el estudiante pueda plantear conclusiones desde la representación de los objetos y sus representaciones, es decir, "forma de mirar" los objetos (Castiblanco-Paiba et al., 2004).

Metodología

Esta investigación es de alcance aplicativo y enfoque cualitativo, la cual se llevó a cabo en la Institución Educativa Restrepo Millán I.E.D. de Bogotá, ubicada en la localidad Rafael Uribe Uribe. En el proceso investigativo participaron 16 estudiantes seleccionados por conveniencia: 8 de género masculino y 8 de femenino, entre 15 y 18 años. Los padres de familia firmaron un consentimiento informado y autorizaron así la participación de los alumnos en la indagación; y se enfatizó

en que la información recolectada tendría fines netamente académicos.

Una vez delimitada la población, se aplicó una prueba diagnóstica (pretest), una estrategia de intervención y una prueba de salida (posttest). La implementación de la estrategia se realizó durante un mes, de forma presencial.

Esta dinámica hizo posible un acercamiento con los alumnos, donde se efectuó una observación exhaustiva, y se permitió así una inmersión en campo más efectiva por parte de los investigadores. La estrategia estuvo enfocada a estudiantes de la profundización en diseño, donde prevaleció el proceso de resolución de problemas; cabe resaltar que no solo se adquirió la información, sino que se enfatizó y se aplicó funcionalmente, permitiendo que el sujeto fuera activo.

Las actividades desarrolladas a lo largo de la estrategia se plantearon de manera conceptual y práctica, y respondían a los componentes de los niveles de pensamiento geométrico espacial, que se establecieron de acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica; se estructuraron teniendo en cuenta las experiencias representativas centradas en las aplicaciones geométricas, su visualización espacial y, finalmente, el desarrollo del trabajo autónomo mediante la elaboración de un diseño compuesto, donde el estudiante aplicó conceptos trabajados en el enfoque.

Durante este trabajo, el estudiante se da cuenta de que requiere de la expresión gráfica y verbal estudiadas en las tres unidades temáticas denominadas: figuras geométricas, transformaciones geométricas y diseños compuestos.

Tabla 1
Organización de la estrategia didáctica

Concepto	Unidades	Nombre de la unidad
Punto, línea, plano y figuras geométricas	Unidad 1	Figuras geométricas
Simetría y rotación	Unidad 2	Transformaciones geométricas
Módulo, submódulo y supermódulo	Unidad 3	Diseños compuestos
Diseño compuesto	Proyecto de diseño	Propuesta final de diseño artístico

La prueba diagnóstica se focalizó en indagar el pensamiento geométrico espacial, según los niveles de comprensión geométrica de Van Hiele y las habilidades para el entendimiento de la geometría de Hoffer.

El instrumento consta de 24 preguntas de selección múltiple y única respuesta, y se concentra en la identificación de conceptos sobre figuras geométricas, simetría, rotación y diseño

compuesto. Debido a la situación sanitaria a nivel mundial, el examen fue implementado mediante la modalidad de encuentro sincrónico, por la plataforma Meet de la suite de Google, en donde se compartió el enlace de un formulario. Para esto, se dispuso de 15 minutos. Al finalizar la intervención en aula, se realizó una prueba de salida (posttest) con el fin de evaluar la incidencia de la estrategia de diseño enfocada en el fortalecimiento del pensamiento geométrico espacial.

Las dos pruebas se evaluaron por medio de una rúbrica de evaluación por nivel. Esta última fue validada por expertos (docentes del área de artes).

Para efectos de elaboración de la rúbrica, la actual investigación se decantó por los tres primeros niveles de Van Hiele, por cuanto son niveles que se espera que sean desarrollados por los estudiantes en la asignatura de diseño, y que permiten contribuir a la localización de orden en el espacio. Asimismo, mejoran el manejo del lenguaje geométrico. Las geometrías como la parte numérica y las operaciones son un aspecto que no aplica para la presente indagación.

La rúbrica permitió ubicar a cada uno de los estudiantes que participaron en la investigación en un nivel específico con respecto a los rangos de puntuación para determinar el nivel de pensamiento geométrico espacial.

Tabla 2
Rangos de puntuación por nivel

Criterios de evaluación	Nombre	Rango de evaluación de pensamiento geométrico espacial
Nivel 1	Reconocimiento	0-12
Nivel 2	Análisis	13-20
Nivel 3	Ordenamiento	21-24

Resultados y análisis de resultados

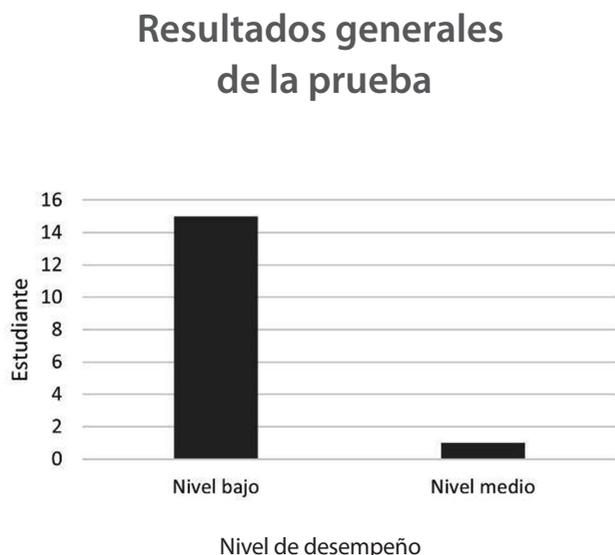
Prueba diagnóstica

A través de los resultados obtenidos mediante la rúbrica de evaluación, se evidenció que, el 94 % de la población se ubicó en nivel 1 (reconocimiento), equivalente a 15 estudiantes; y el 6 % de la población, equivalente a 1 estudiante, se ubicó en el nivel 2 (análisis).

En primera instancia, esto significa que los estudiantes que se ubican en nivel 1 muestran dificultades en el reconocimiento de nociones y figuras geométricas en la aplicación gráfica, identifican las geometrías regulares como un todo a partir de su experiencia. Por este motivo que se les dificulta reconocer los componentes constructivos de las geometrías; a su vez, interpretan de manera parcial los conceptos de simetría y rotación.

Por lo tanto, no diferencian los tipos y aplicaciones gráficas de estas dos transformaciones geométricas. De igual forma, no comprenden ni identifican los conceptos de diseños compuestos y las composiciones gráficas generadas a partir de geometrías regulares con la aplicación de transformaciones geométricas (figura 1).

Figura 1
Resultados prueba inicial



Es muy probable que los estudiantes que se ubicaron en el nivel 1 (reconocimiento) presenten dificultades en el desarrollo de actividades gráficas de diseños compuestos a partir de la interpretación de conceptos, debido a que, en la estructuración mental, gráfica, visual, verbal y lógica, el estudiante carece de argumentos que validen el desenvolvimiento de dichas tareas con las cuales pueda comunicar gráfica y verbalmente su conocimiento y creatividad.

Estas dificultades se pueden presentar, ya que los estudiantes tienen poco dominio en la exploración de su espacio, su representación y el reconocimiento de conceptos, puesto que las definiciones no son apoyadas mediante ejemplos visuales, de manera que puedan ser reconocidas y clasificadas de forma adecuada a partir de las experiencias del alumno (Barrantes-López y Zapata-Esteves, 2008).

Por lo anterior, el estudiante, al no explorar adecuadamente el entorno, identificando los elementos dentro de este, se le dificulta el proceso creativo y argumentativo lógico en proyectos de diseño. Así, Troncoso (2018) plantea que “el espacio se entiende como aquel medio continuo, tridimensional, de límites indefinidos, que contiene todos los objetos, en donde se desarrollan las actividades de los seres humanos (...)” (p. 100). En este sentido, se puede decir que el espacio es el resultado de la interacción del individuo con el medio, que no es posible apartar; y se percibe desde la actividad propia.

De acuerdo con la teoría de Van Hiele, en el nivel 1 de reconocimiento, los estudiantes entienden el espacio como algo completo, sin fijarse en detalles, partes o propiedades de este. Así mismo, reconocen figuras, objetos y formas por la percepción visual que tienen de estas, sin tomar en consideración sus aspectos (Palacio-Villada, 2016). Estos aspectos son evidentes en los resultados de la prueba diagnóstica, ya que el estudiante presenta dificultades para reconocer los conceptos y figuras geométricas aplicados en las situaciones gráficas.

Usualmente, los estudiantes que presentan dificultades para reconocer las figuras geométricas de manera global también tienen problemas comprendiendo los conceptos y figuras en las aplicaciones gráficas. Por lo tanto, muestran deficiencias en el desarrollo de las habilidades visuales y verbales; así mismo, se les dificulta dibujar figuras donde se pueda nombrar adecuadamente sus partes o referentes en objetos físicos (Hoffer, 1981).

El MEN (1998), alude a la importancia de comprender la geometría desde la exploración del espacio y la imaginación (p. 9). Sin embargo, en el análisis de resultados de la prueba diagnóstica, se observó la poca exploración, lo cual genera dificultades por la falta de experiencia para crear esquemas conceptuales basados en la codificación y la comprensión del espacio.

En este sentido, se identificó que los estudiantes presentaron dificultades en la identificación de geometrías, transformaciones geométricas y diseños compuestos, debido a que no relacionan los conceptos referentes a las aplicaciones gráficas.

Al respecto, Sarapura (2016), describe que, al no reconocer conceptos y aplicarlos a actividades gráficas geométricas, los estudiantes no simplifican geoméricamente ejemplos a partir de objetos que se encuentren en su entorno; lo que puede llevar a que su pensamiento geométrico espacial no se desarrolle óptimamente.

Otra de las posibles dificultades encontradas, como consideran Azcárate (1997), y Barrantes-López, y Zapata-Esteves (2008), es el modo de aprensión de los estudiantes para reconocer los conceptos (que se adquirieron de forma memorística), lo cual crea dificultades en el aprendizaje. Esta problemática relacionada con la adquisición y apropiación de conceptos geométricos coincide con algunos de los problemas de la vida diaria y el manejo de las relaciones espaciales, geométricas y métricas, debido a que es necesario tomar decisiones en situaciones como tamaño de un espacio, distancia entre puntos, espacio entre un parqueadero, giros, entre otras dificultades que obstaculizan la valoración del entorno (Ortiz, 1999). Sin duda, el pensamiento espacial resulta de las acciones que realiza el individuo a través de las actividades diarias dadas por la interacción con los objetos presentes en el espacio (Molano-Carranza, 2019).

En segunda instancia, el 6% de la población, una estudiante del género femenino se ubicó en el nivel dos de análisis. Esta alumna identificó los componentes constructivos en el desarrollo de figuras geométricas regulares, lo cual le permite comunicar de manera verbal y gráfica la elaboración de geometrías básicas desde la identificación de conceptos, y también reconoce los tipos de transformaciones geométricas por simetría; de este modo, la estudiante pudo identificar desde los conceptos, la manera como se manifiestan las transformaciones simétricas en imágenes y objetos, y, además, reconoce los conceptos referentes a diseños compuestos, lo cual le permitirá desarrollar actividades gráficas con la implementación de geometrías básicas regulares y transformaciones geométricas.

De ahí que la estudiante presente habilidades para analizar, estructurar, coordinar y comunicar de manera lógica los conceptos, a partir de la observación de imágenes y objetos en los cuales identificó de forma verbal las transformaciones y diseños compuestos contenidos en dichos referentes.

Es muy probable que la estudiante que se ubicó en el nivel de análisis haya examinado de manera lógica y estructurado mentalmente la mayor cantidad de los conceptos que se abordaron en la prueba; construyó de forma lógica el concepto de simetría, partiendo de la percepción de los sentidos, dado no solo por un orden y armonía, sino que fue abordado desde las transformaciones y movimientos geométricos (No-reña-Herrera, 2020).

En el nivel 2, que se denomina "análisis": "el individuo puede ya reconocer y analizar las partes y propiedades particulares de las figuras geométricas y las reconoce a través de ellas, establece las propiedades de las figuras de forma empírica, a través de la experimentación y manipulación" (Vargas-Vargas y Gamboa-Araya, 2013, p. 82). A su vez, en el nivel 2, Hoffer plantea que el estudiante es capaz de comprender, identificar, describir, estructurar y comunicar gráfica y verbalmente los conceptos y propiedades referidos a figuras geométricas, y, de esta manera, podría aplicarlos en representaciones gráficas (Hoffer, 1981).

Estrategia didáctica

La estrategia didáctica fue diseñada a partir de los resultados de la prueba diagnóstica para fomentar habilidades cognitivas generales asociadas a la resolución de problemas que contribuyen a la pedagogía del diseño (Buckley et al., 2019).

Al comienzo de las actividades, los estudiantes mostraron poco interés, debido a que la mayoría de ellos han realizado ejercicios en diseño basados en la repetición o de forma mecánica. Sin embargo, a medida que se fue desarrollando la intervención, los alumnos se desarrollaron de manera cómoda, lo que provocó espacios de creación y solución a las actividades propuestas. También implicó relacionar los conceptos geométricos y llevar a cabo diferentes tareas como

deducir, simplificar, configurar y graficar; y, de este modo, fomentar en el individuo habilidades como la visualización gráfica, la comunicación y la demostración gráfica.

Para la aplicación de la estrategia se plantearon actividades basadas en la construcción de conocimiento en el aula, mediante el planteamiento de situaciones problemáticas; lo que permitió la apropiación de los conceptos geométricos y cómo estos se perciben espacialmente. Así mismo, se desarrollaron actividades gráficas de diseño artístico que evidenciaron la elaboración, asimilación y asociación de los contenidos recomendados por el docente, relacionados con la geometría y la espacialidad.

En la primera unidad temática, denominada diseños artísticos de figuras geométricas, las actividades conceptuales se ejecutaron explicando los conceptos básicos relacionados con el desarrollo de figuras geométricas planas como el punto, la línea, el plano y construcción de figuras básicas (figuras 2, 3 y 4). Aquí fue fundamental enfatizar en la comprensión conceptual de los elementos que integran dichas figuras; de esta forma, los estudiantes lograron tener un mayor conocimiento en el momento de trabajar gráficamente con las geometrías.

El estudiante plasmó diseños de elementos presentes en su entorno, situación de aprendizaje para dar sentido al momento de la construcción de sus actividades de diseño artístico. Además de ello, el estudiante tuvo que analizar aspectos como el punto, sombrea y colorea, el punto y los juegos ópticos, tipos de líneas, la línea en el espacio, línea para sombrear, línea para colorear, el punto y la línea en la generación de figuras geométricas planas y el plano en el espacio y el plano en la construcción de forma; para presentar así su actividad de diseño artístico de figuras geométricas.

Figura 2
Ejemplo de actividad Diseños artísticos. Realización de actividades gráficas a partir de la explicación teórica de los conceptos básicos punto, línea y plano

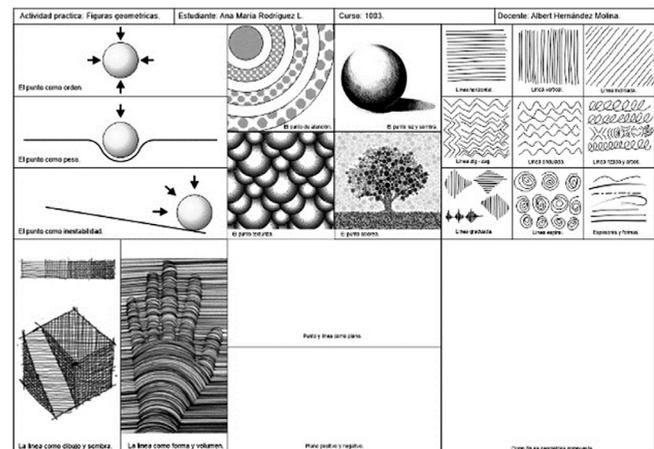


Figura 3
Actividad diseños artísticos. Realización de actividades gráficas a partir de la explicación teórica de los conceptos básicos punto, línea y plano

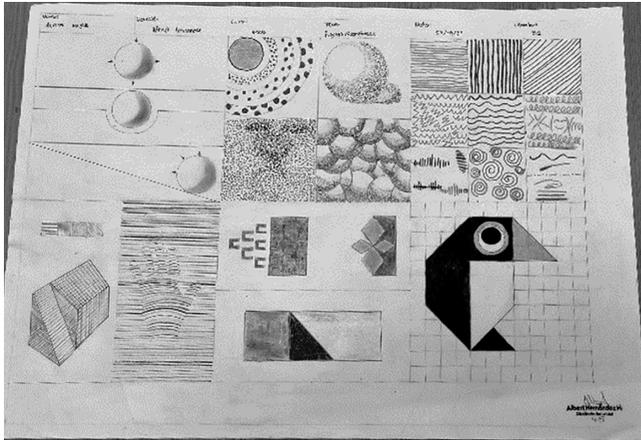
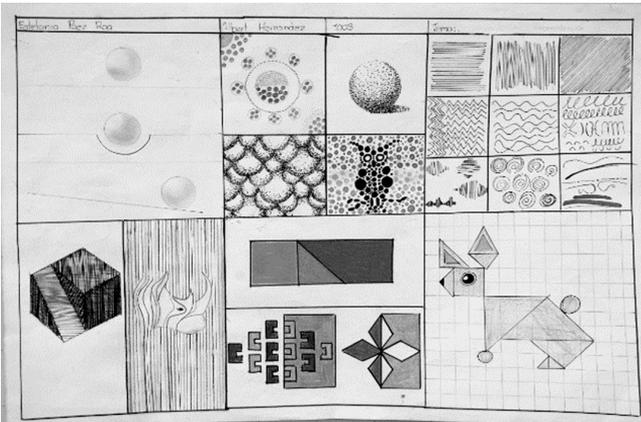


Figura 4
Actividad diseños artísticos. Realización de actividades gráficas a partir de la explicación teórica de los conceptos básicos punto, línea y plano

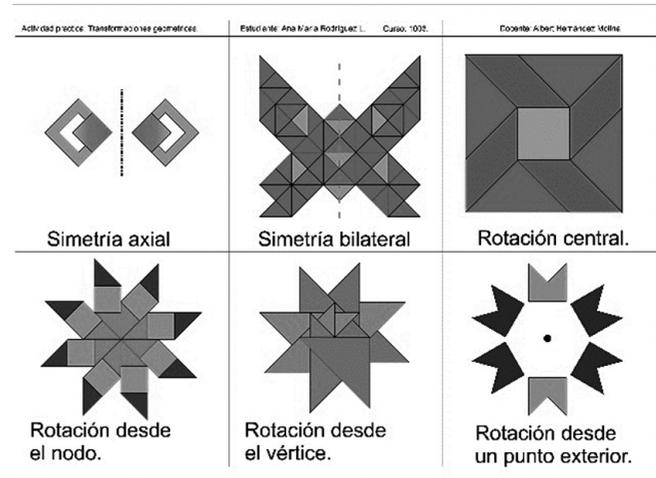


Para la segunda unidad temática, "Transformaciones geométricas aplicadas al diseño", las actividades se concentraron en la explicación del uso de las transformaciones geométricas, así como en los conceptos de simetría y rotación, aplicadas a las figuras geométricas básicas. Aquí, las nociones se reforzaron con imágenes (figuras 5, 6 y 7).

Como los ejercicios gráficos se construyeron de manera bidimensional, dentro del término de simetría se abordaron los tipos bilateral, axial y reflectante; para el concepto de "rotación" se explicaron los tipos rotación central, desde un nodo, un vértice y el exterior de la geometría.

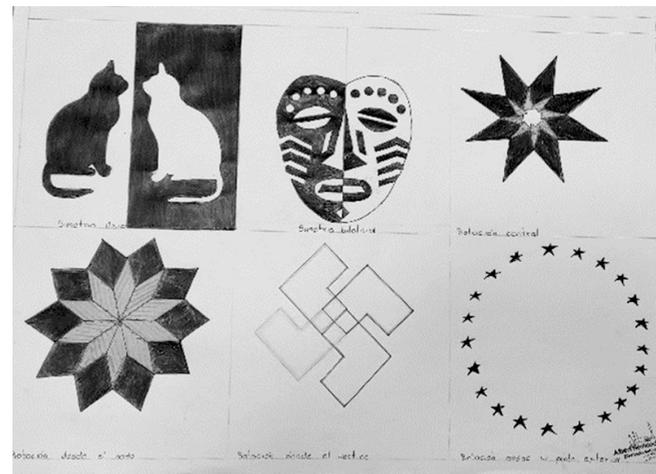
En esta etapa, fue necesario presentarles a los estudiantes ejemplos visuales en donde ellos pudieran percibir cómo las geometrías pueden ser ubicadas en el espacio y, a su vez, pueden ser susceptibles de transformaciones con el fin de generar respuestas diferentes.

Figura 5
Ejemplo de actividad transformaciones geométricas



Nota. Realización de actividades gráficas a partir de la explicación teórica de los conceptos simetría y rotación: Ana María Rodríguez y Albert Hernández (2021).

Figura 6
Actividad transformaciones geométricas. Realización de actividades gráficas a partir de la explicación teórica de los conceptos simetría y rotación

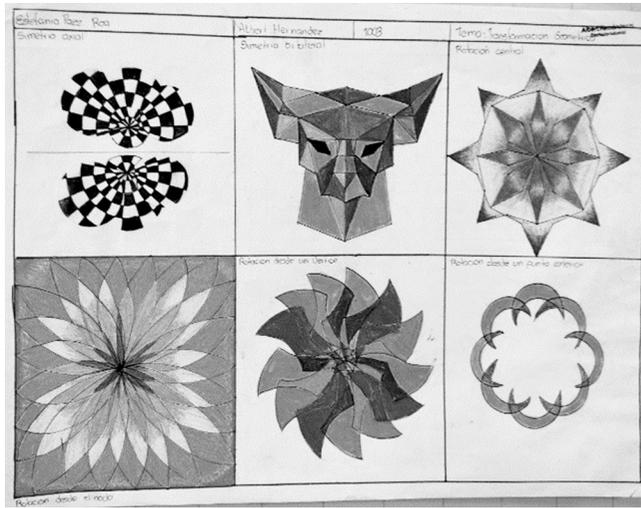


Fuente: estudiante Thais Peñaranda Pinto (2021).

En esta instancia, los estudiantes produjeron sus propias construcciones geométricas identificando las partes que las componen; ayudándose de la fabricación de las geometrías en cartulina, para de esta manera, poder comprender de forma más fácil cómo los conceptos de simetría y rotación tenían incidencia en la generación de actividades gráficas con geometrías básicas.

Figura 7

Actividad transformaciones geométricas. Realización de actividades gráficas a partir de la explicación teórica de los conceptos simetría y rotación



Fuente: estudiante Estefanía Páez Roa (2021).

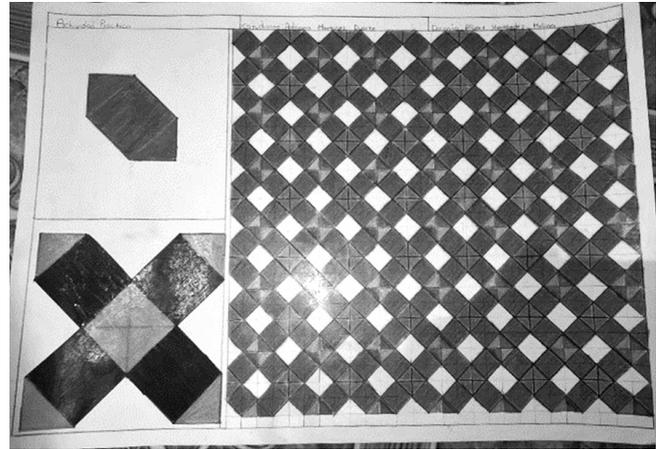
Para ello, fue primordial este análisis porque permite generar estructuras de la formación indispensables; cuando el estudiante adquiere la información y la aplica en actividades prácticas de diseño mediante sus asociaciones, de tal forma que siempre esté inmerso en las situaciones de aprendizaje, desarrollando tareas basadas en la resolución de problemas que permitan producir nuevos conocimientos (Burgos-Echegaray, 2012).

En la tercera y última unidad temática, titulada diseños compuestos, estos son entendidos como los patrones generados en una construcción gráfica, es decir, como la implementación de conceptos como el punto, la línea y el plano, que permiten crear geometrías, y estas, a su vez, con la aplicación de transformaciones geométricas, validan la construcción de patrones gráficos que pueden llegar a ser repetidos indefinidamente (figuras 8 y 9). Estos patrones gráficos desde el diseño pueden ser identificados como módulo, submódulo y supermódulo.

Los módulos son entendidos como una cantidad de formas, en este caso geométricas, que constituyen entre sí formas unitarias; por otra parte, el submódulo se entiende como la identificación más básica de geometrías que integran el módulo; y, por último, el supermódulo da respuesta a la repetición de módulos de manera indefinida, y busca aportar una sensación de armonía a la composición gráfica que se quiere desarrollar. En la tercera unidad, también se presentaron imágenes y se desarrolló la ejemplificación de cómo se puede elaborar el módulo, el reconocimiento del submódulo y el patrón gráfico comprendido como supermódulo.

Figura 8

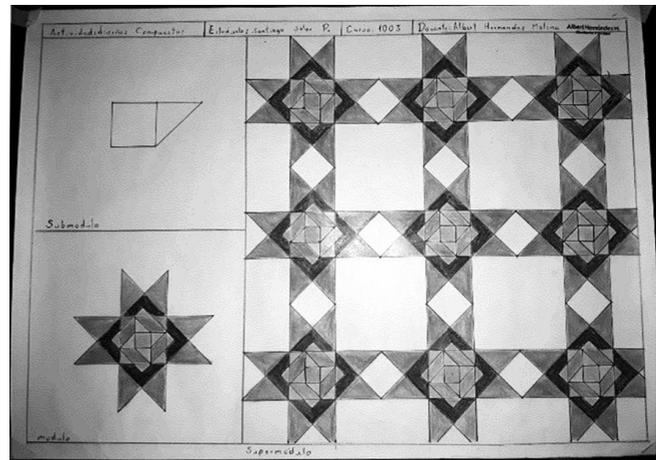
Actividad diseños compuestos. Construcciones gráficas a partir de la comprensión de conceptos, explicados en las unidades 1 y 2



Fuente: estudiante Adriana Martínez Duarte (2021).

Figura 9

Actividad transformaciones geométricas. Realización de actividades gráficas a partir de la explicación teórica de los conceptos simetría y rotación



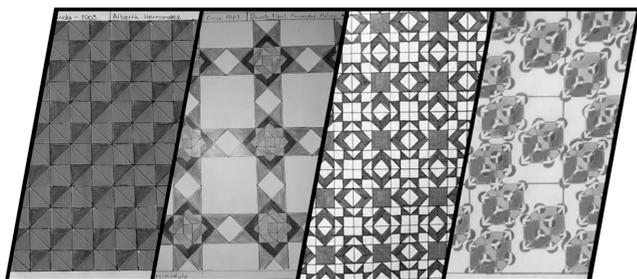
Fuente: estudiante Estefanía Páez Roa (2021).

En todas las unidades que comprendió la estrategia didáctica, se fomentaron habilidades como la visualización, el dibujo, la comunicación verbal, gráfica, y la transferencia de información mediante la interacción con el espacio en dos dimensiones para que los estudiantes pudieran manejar mentalmente las imágenes de figuras planas y su relación geométrica. De esta manera, usar la abstracción y la visualización para dar paso a la comunicación verbal y gráfica, buscando integrar las figuras geométricas y las geometrías de transformación. Finalmente, como actividad creativa, se planteó el desarrollo de una actividad gráfica que permitió evidenciar el aprendizaje de conceptos y la aplicación de estos, dando espacio para que el estudiante construyera un diseño compuesto en el cual se evidenciara el aprendizaje de los conceptos y su aporte creativo.

De este modo, el desarrollo del pensamiento geométrico espacial permitió que los estudiantes generaran modos de expresión, elementos y conceptos a través de sus destrezas (MEN, 2018). Tiene el propósito de propiciar así en los estudiantes, experiencias valiosas que favorezcan el aprendizaje mediante la resolución de proyectos, promoviendo las habilidades del pensamiento geométrico espacial.

Figura 10

Recopilación de actividades artísticas finales. Muestra final de algunos de los trabajos presentados por los estudiantes



Es necesario resaltar que la creación del diseño compuesto, propuesta final de diseño artístico, se generó a partir del reconocimiento de los conceptos de simetría, rotación y la aplicabilidad del aprendizaje recibido en las etapas anteriores. Esto permitió que los estudiantes realizaran una explicación de su actividad, usando las habilidades comunicativas a través del análisis de cada una de las partes de la actividad gráfica, utilizando el lenguaje adecuado de las geometrías implementadas.

Para terminar, los estudiantes tuvieron la experiencia de los conceptos y de la espacialidad. Esto permitió reconocer en ellos que las situaciones de aprendizaje se generan a partir del problema (Gallo, 2010).

La aplicación de la estrategia en cada una de las unidades permitió estructurar un conocimiento en el aula desde las actividades conceptuales y gráficas. Allí, se pudo evidenciar el aprendizaje estructurado por medio de tareas prácticas y, de esta manera particular, las situaciones de formación con las cuales los estudiantes construyen una progresión coherente (Meirieu, 2019).

En efecto, esta expresión del pensamiento permite que el estudiante pueda construir su conocimiento a partir de la interpretación de la realidad. Además, esta forma de representación requiere que el alumno tenga habilidades para imaginar y comprender el mundo que lo rodea. Dicho proceso permite que el sujeto pueda estar en un nivel determinado, pues, a través del diseño, se genera la evolución para establecer esquemas cognoscitivos, que posibilitan que se desarrolle el pensamiento geométrico espacial (Infante-Arratia, 2004).

Una vez finalizada la intervención, que llevó a los estudiantes a demostrar gráficamente la aplicación de nociones y transformaciones geométricas a ejercicios de diseño (figura 10), se

aplicó la prueba de salida con el fin de evaluar la estrategia implementada (tabla 3). Este examen, siendo el mismo instrumento pretest, arrojó un resultado positivo, ya que, de manera general, todos los estudiantes comprendieron mejor los conceptos y aplicación de estos.

El 56%, equivalente a 9 estudiantes, continuaron en nivel 1 de reconocimiento, particularmente porque se estableció que la baja frecuencia de asistencia, en el momento de plantear las orientaciones para el retorno seguro a clases en las instituciones (2021) produjo la desconexión parcial entre lo planteado en clase y lo que se esperaba como respuesta.

Sin duda, es fundamental resaltar que el proceso académico aplicado a conceptos de geometría no fue continuo y fue interrumpido por parte de los estudiantes, pues, por efecto de la pandemia en las instituciones educativas distritales se planteó el retorno a clase de manera intermitente. Esto dificultó que estos asociaran aspectos de la vida, su entorno y su relación con el ámbito geométrico, que son favorables para la solución de problemas y permiten hacer reflexiones que favorezcan el desarrollo de actividades creativas de diseño.

Tabla 3
Resultados por subcategoría

Resultados por subcategoría				
Niveles / subcategoría	Figuras geométricas regulares	Diseño compuesto	Simetría	Rotación
Nivel bajo	12	13	11	14
Nivel medio	4	3	4	2
Nivel alto	0	0	1	0

Por otra parte, a los alumnos se les dificultó el desarrollo de los diseños compuestos en dos dimensiones. Otra razón para continuar en este nivel fue que los estudiantes no contaban con el acompañamiento de los padres o cuidadores para asistir a encuentros virtuales y al espacio adicional de las asesorías brindadas por el docente; de igual manera, el tiempo que llevan los alumnos en sus hogares producía una desmotivación para comprender los temas abordados y poder desarrollar las actividades propuestas en la estrategia (El Tiempo, 2021).

Al no existir una continuidad en la asistencia para comprender las nociones y temas de cada una de las unidades de la estrategia, la entrega de tareas por parte de estos estudiantes permitió reconocer las falencias cognitivas en actividades prácticas; y, al presentar las actividades junto a los compañeros, se pudo observar desinterés y falta de compromiso por parte de algunos, ya que las tareas entregadas presentaban poco contenido, lo cual dificulta el reconocimiento en la relación de conceptos geométricos y, asimismo, poder demostrar el desarrollo de habilidades en actividades creativas gráficas.

Sin embargo, la participación limitada de los estudiantes se reflejó en sus puntajes. Inicialmente, obtuvieron una puntuación muy baja en la prueba inicial, como se muestra en la figura 1, lo que indica una falta de comprensión de las nociones geométricas y su aplicación en actividades gráficas. Sin embargo, al comparar estos resultados con la prueba final, se observó una mejora en el aprendizaje de algunos conceptos y su empleo en ejercicios a nivel práctico. Este incremento en los puntajes dentro del rango del nivel 1 es un aspecto positivo que demuestra su progreso.

Junto a lo anterior, el 43% de la población (7 participantes) se ubicó en nivel 2 de análisis, debido a que, en el desarrollo de las relaciones entre conceptos y ejemplos gráficos, se estructuró el conocimiento. De esta forma, se pudo aplicar a actividades creativas de diseño artístico, partiendo de las habilidades conceptuales adquiridas hasta el momento.

Además, es fundamental reflexionar sobre el hecho de que, a partir de la generación de situaciones en donde se desarrolle el aprendizaje por medio de la resolución de problemas, se permite que los alumnos reconozcan en su entorno referentes que posibiliten la relación de conceptos, y, de esta manera, generar en los estudiantes reflexiones en cada una de las etapas; además, se dio la oportunidad para desarrollar habilidades imaginativas y creativas, partiendo de la realización de los proyectos de diseño (Aray-Andrade et al., 2019).

Para aquellos alumnos que subieron al nivel 2, se identificó que la constancia de la participación presencial en actividades hizo posible que la comprensión de nociones tuviera sentido en el desarrollo de actividades gráficas encaminadas al entendimiento de los conceptos y transformaciones geométricas. Del mismo modo, en el momento de resolver las actividades gráficas, la comunicación verbal y gráfica entre los alumnos contribuyó a la estructuración conceptual de la teoría brindada por el docente, y se resalta que los estudiantes, a medida que mejoraban su proceso, identificaban que el desarrollo creativo en diseño consiste en estructurar el conocimiento y manifestarlo de forma gráfica.

No obstante, para el caso de la alumna que, en la prueba diagnóstica, se ubicó en el nivel 2 y, en la prueba de salida, se mantuvo en este mismo nivel, se estableció que la variación de su puntaje total de la prueba fue mejorada, gracias a que, en la etapa de transformaciones geométricas, la estudiante comprendió el componente de rotación en las transformaciones geométricas; por lo tanto, se puede deducir que reafirmó y amplió su conocimiento. En este sentido, Quaranta y Ressa (2009), citado por Uribe-Garzón et al. (2014), expresa lo siguiente:

Los conocimientos son relativos a la orientación y localización en el espacio, la representación de posiciones y desplazamientos propios de los objetos con la construcción de sistemas de referencias. Además, implican la producción e interpretación de representaciones gráficas del plano y los conocimientos vinculados a los cambios de puntos de vista (p. 9).

Por otra parte, la inmersión en el espacio generada a través de la observación para comprender las figuras geométricas y su relación entre sí permitió la construcción de los saberes, compartir experiencias y fomentar la creatividad (Uribe-Garzón et al., 2014).

Conclusiones

Al realizar la prueba diagnóstica, 94% de los alumnos se ubican en el nivel 1 de pensamiento geométrico espacial (tabla 2); dentro este marco, los estudiantes presentaron falencias en la identificación de geometrías, transformaciones y diseños compuestos; es por este motivo que no relacionan los conceptos referentes a las aplicaciones gráficas.

De lo anterior, se evidenció que, al no reconocer conceptos y aplicarlos a actividades de diseño, los estudiantes no simplifican geoméricamente ejemplos a partir de objetos que se encuentren en su entorno. Esto puede implicar que su pensamiento geométrico espacial no se desarrolle de acuerdo con su nivel cognitivo.

A partir de los resultados de la prueba diagnóstica, se implementó una estrategia didáctica en diseño artístico basada en la resolución de problemas que colaborara en la comprensión de las relaciones geométricas como dirección, magnitud, sentido, formas, tamaño y la relación de los objetos en el espacio. De esta manera, se puede fortalecer el pensamiento geométrico espacial desde la construcción de formas.

El hecho de generar situaciones de aprendizaje en donde el estudiante fuera autónomo en su proceso permitió la búsqueda, identificación, asimilación y aplicación de conocimientos previos, que se implementaron en actividades gráficas; y, a su vez, favorecieron sus asociaciones para el desarrollo de habilidades de pensamiento geométrico espacial.

El desarrollo del pensamiento geométrico espacial a través de una estrategia de diseño artístico basada en la resolución de problemas permitió realizar una actividad creativa en la profundización en diseño; para lo cual se planteó el desarrollo de una actividad gráfica en la que se evidenciara el aprendizaje de conceptos y la aplicación de estos, dando espacio para que el estudiante construyera un diseño compuesto con su aporte creativo. Junto a ello, el estudiante pudo implementar la abstracción y la visualización, permitiendo una comunicación de forma verbal y gráfica, en busca de integrar las figuras geométricas y las geometrías de transformación.

Es necesario resaltar que los resultados de la prueba de salida fueron positivos, ya que, al aplicar la estrategia didáctica, se pudo tener la experiencia de que los estudiantes elaboraran actividades gráficas de diseños compuestos, lo cual permitió analizar la importancia de desarrollar las habilidades comunicativas y de expresión. Ellos demostraron el desarrollo de competencias técnicas en la construcción de modelos 2D.

Una vez implementada la estrategia didáctica, los resultados de la prueba de salida mostraron diferencias con respecto a la prueba diagnóstica. Por ello, la aplicabilidad de la estrategia tuvo un impacto positivo, puesto que gran parte de los estudiantes cambiaron de nivel, al mejorar en aspectos como el desarrollo de habilidades de visualización, la comunicación verbal y las habilidades para el dibujo, lo que permitió la creación de proyectos de diseños compuestos basados en la interacción con el espacio y el manejo mental de figuras geométricas planas con su relación geométrica; con fundamento en la abstracción generada en el momento de resolver la situación de aprendizaje.

A partir de ello, los alumnos aprenden de geometría cuando se presenta una cercanía desde la experiencia dada con su entorno, es decir, pueden simplificar los objetos de tres dimensiones presentes en su contexto mediante el desarrollo de situaciones de aprendizajes dados en actividades gráficas en dos dimensiones; lo cual permite que el estudiante construya los conceptos por medio de la resolución de problemas, y no a partir de la repetición, puesto que la enseñanza de la geometría comienza con una relación entre los objetos físicos y la comprensión de la geometría misma.

De igual forma, gracias a las acciones realizadas por los estudiantes en las actividades cotidianas, su interacción con los objetos presentes en su entorno permiten que el desarrollo del pensamiento geométrico espacial adquiera sentido.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestras familias por acompañarnos en el proceso formativo y por la ayuda con nuestra hija, de igual manera a nuestra maestra, la Dra. Martha Merchán, coordinadora de la maestría en educación y nuestra asesora de proyecto por el gran apoyo en todo el proceso y disposición de tiempo, aunque fueran etapas de receso, a nuestros docentes y compañeros de la maestría por los comentarios que nos sugirieron en el desarrollo de las diferentes etapas de construcción del proyecto.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés potenciales relacionados con los contenidos de este artículo.

Referencias

- Aracil-Pérez, F. (2017). La docencia del dibujo en las escuelas públicas de diseño en España. *Educación artística: revista de investigación*, 8, 152-164. <https://doi.org/10.7203/eari.8.10034>
- Aray-Andrade, C. A., Párraga-Quijano, O. F., y Chun-Molina, R. (2019). La falta de enseñanza de la geometría en el nivel medio y su repercusión en el nivel universitario: Análisis del proceso de nivelación de la Universidad Técnica

de Manabí. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 4(1), 20-31. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7047148>

- Azcárate, C. (1997). Si el eje de ordenadas es vertical, ¿qué podemos decir de las alturas de un triángulo? *Suma*, 23-30. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/12965>
- Barrantes-López, M., y Zapata-Esteves, M. A. (2008). Obstáculos y errores en la enseñanza-aprendizaje de las figuras geométricas. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 27(1), 55-71. <https://relatec.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/1985>
- Barrera-Mora, F., y Reyes-Rodríguez, A. (2015). La teoría de Van Hiele: Niveles de pensamiento Geométrico. *Pádi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 3(5). <https://doi.org/10.29057/icbi.v3i5.554>
- Buckley, J., Seery, N., y Canty, D. (2019). Investigating the use of spatial reasoning strategies in geometric problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 341-362. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9446-3>
- Burgos-Echegaray, F. de las M. (2012). *El Dibujo Técnico como estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades y destrezas manuales en los estudiantes de octavos años de Educación General Básica del Colegio Nocturno Pedro Zambrano de la ciudad de Quito en el período lectivo 2011-2012*. [Trabajo de grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/513>
- Castiblanco-Paiba, A. C., Urquina-Llanos, H., Camargo-Urbe, L., y Acosta-Gempeler, M. E. (2004). *Pensamiento Geométrico y Tecnologías Computacionales*. Ministerio de Educación Nacional. <https://redaprende.colombiaaprende.edu.co/metadatos/recurso/pensamiento-geometrico-y-tecnologias-computacional/>
- El Tiempo. (2021, septiembre 9). *¿Catástrofe generacional? Devastadores efectos por lento regreso a clases*. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/vida/educacion/lento-regreso-a-clases-mantiene-a-casi-4-millon-de-ninos-en-casa-616826#:~:text=in%20your%20browser-,%C2%BFcat%3%A1strofe%20generacional%3F,como%20efectos%20sociales%20y%20econ%C3%B3micos.&text=MATEO%20CHAC%3%93N%20ORDUZ%2010%20de%20septiembre%202021%2C%204%3A18%20P>
- Federación de Enseñanza de cc. oo. de Andalucía. (s. f.). Recuperado 14 de diciembre de 2022, de <https://www.feandalucia.ccoo.es/>
- Forero-Lloreda, S., Angulo-Valenzuela, C. A., Parga, M., Álvarez-Romero, F. A., Calderón-Salazar, P., Patiño-Barreto, E., Gutiérrez-Borrero, A., Franco-Rosales, J. E., Sierra-Bernal, C. A., y Atuesta-Pradilla, E. (2010). *Diseño y educación: Cuadernos de Diseño Industrial*. Universidad de Bogotá

- Jorge Tadeo Lozano. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/1922>
- Fujita, T., Kondo, Y., Kumakura, H., Kunimune, S., y Jones, K. (2020). Spatial reasoning skills about 2D representations of 3D geometrical shapes in grades 4 to 9. *Mathematics Education Research Journal*, 32(2), 235-255. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00335-w>
- Gallo, S. (2010). Filosofía, enseñanza y sociedad de control. *Cuestiones de Filosofía*, 12, 1-19. <https://doi.org/10.19053/01235095.v0.n12.2010.664>
- García-Peña, S., y López-Escudero, O. L. (2012). *La enseñanza de la Geometría* (1.ª ed., Vol. 24). Textos de Divulgación. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40525862006>
- Gutiérrez, Á., y Jaime, A. (1991). El modelo de razonamiento de Van Hiele como marco para el aprendizaje comprensivo de la geometría. Un ejemplo: Los giros. *Educación Matemática*, 3(2), 49-65.
- Hoffer, A. (1981). Geometry is more than proof. *The Mathematics Teacher*, 74(1), 11-18. <https://doi.org/10.5951/MT.74.1.0011>
- Infante-Arratia, J. I. (2004). El dibujo y la expresión oral como evidencias en el desarrollo del pensamiento de los niños preescolares. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, XIV(2), 153-172. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65414206>
- Londoño-Castañeda, J. S. (2020). *El desarrollo del pensamiento espacial y sistemas geométricos: Estrategias metodológicas en estudiantes de grado séptimo de la institución educativa encimadas* [Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78081>
- Martínez-Salamanca, E. (2006). *Apuntes para una pedagogía del diseño* (1.ª ed.). Imaginarios, Argumento de Diseño.
- Meirieu, P. (2019). Riquezas y límites del enfoque por 'competencias' del ejercicio de la profesión docente hoy. *Pedagogía y Saberes*, 50, 97-108. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=614064457008>
- Mena-Rodríguez, V. E. y Vargas-Mayo, C. L. (2010). *Diseño básico: Reflexiones sobre pedagogía* (1.a ed.). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/1927>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). *Lineamientos curriculares Matemáticas*. Ministerio de Educación Nacional. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2012). *La cultura del emprendimiento en los establecimientos educativos* (N.o 39). Ministerio de Educación Nacional. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-287822_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2018, agosto 22). Lineamientos curriculares - Ministerio de Educación Nacional de Colombia. *Ministerio de Educación Nacional*.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2021). *Orientaciones para el regreso seguro a la prestación del servicio educativo de manera presencial en los establecimientos educativos oficiales y no oficiales*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-400474_recurso_18.pdf
- Molano-Carranza, C. (2019). *La visualización en el pensamiento espacial a partir del cálculo de volúmenes* [Trabajo de grado de maestría, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2993>
- Nasiru-Hassan, M., Halim-Abdullah, A., y Ismail, N. (2020). Effects of integrative interventions with van hiele phase on students' geometric thinking: A systematic review. *Journal of Critical Reviews*, 7(13). <https://doi.org/10.31838/jcr.07.13.194>
- Noreña-Herrera, M. D. (2020). *Aprendizaje de la simetría axial a partir de la resolución problemas en estudiantes de cuarto grado* [Maestría en Enseñanza de las Ciencias Virtuales, Universidad Autónoma de Manizales]. <https://repositorio.autonoma.edu.co/handle/11182/1141>
- Ortiz, M. (1999). *Desarrollo del pensamiento espacial y geométrico*. Alcaldía Mayor Santa Fe de Bogotá D. C., Secretaría de Educación, Área de Matemáticas. Edit. Serie Guías.
- Ortiz-Aguilar, W., García La Rosa, J. E., y Enrique-Hevia, F. M. (2018). El desarrollo de las habilidades del pensamiento geométrico espacial: Una mirada desde el enfoque desarrollador y la enseñanza basada en la resolución de problemas. *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 3(2), 131-148.
- Ortiz-Aguilar, W., López Domínguez-Rivas, L. G., Reyes-Wagnio, M. F., y Medina-Correa, S. M. (2020). Las habilidades del pensamiento geométrico espacial, su precisión como una necesidad para el aprendizaje de la resolución de problemas geométricos. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7, 1-17. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v34i1.2217>
- Ortiz-Gutiérrez, J. (2010). *Federación de Enseñanza de Comisiones Obreras de Andalucía*. El dibujo en la escuela. Expresión y aprendizaje.
- Palacio-Villada, K. (2016). *Desarrollo del pensamiento geométrico según la teoría de Van Hiele* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://hdl.handle.net/11059/7179>
- Pavlovičová, G., Bočková, V., y Laššová, K. (2022). Spatial Ability and Geometric Thinking of the Students of Teacher Training for Primary Education. *TEM Journal*, 11(1), 388-395. <https://doi.org/10.18421/TEM111-49>

- Paz-Pérez, J. (2013). Una propuesta de estrategia didáctica para el proceso enseñanza-aprendizaje del dibujo técnico. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 1(2). <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticaayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/461>
- Rural Salut. (2014, abril 29). *El dibujo como medio de expresión y fuente de salud*. Faros HSJBCN. <https://faros.hsjdbcn.org/es/articulo/dibujo-como-medio-expresion-fuente-salud>
- Safrina, Y., Ikhsan, M., y Zubainur, C. M. (2022). *Improving Student Geometry Problem-Solving Skills Through Spatial Training*, 627, 30-37. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211229.005>
- Sánchez-Valencia, M., Tarquino-Tapiero, G., Suárez-Otálora, J., Ladino-Velásquez, A., Sierra-García, P., Romero-Villalobos, E., Jiménez-Garavito, I., y Márquez-Garzón, L. (2006). *Diseñar el pensamiento analógico por modelos*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Sarapura-De-La-Cruz, L. M. (2016). *El pensamiento geométrico en la Danza Awkish de Manzanares en estudiantes de tercer grado de secundaria de la I.E.P. San Ricardo-Lima*. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/FOLK_ce147507e3eb65e26188f223fd98f8be
- Triglia, A. (2015, diciembre 23). *Las 4 etapas del desarrollo cognitivo de Jean Piaget*. Psicología y Mente. <https://psicologiymente.com/desarrollo/etapas-desarrollo-cognitivo-jean-piaget>
- Troncoso, M. I. (2018). Los mandalas y el pensamiento espacial y geométrico en el preescolar. *Revista Boletín Redipe*, 7(4), 99-106. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/486>
- Uribe-Garzón, S. M., Cárdenas-Forero, Ó. L., y Becerra-Martínez, J. F. B. (2014). Teselaciones para niños: Una estrategia para el desarrollo del pensamiento geométrico y espacial de los niños. *Educación Matemática*, 26(2), 135-160. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40532665006>
- Vargas-Vargas, G., y Gamboa-Araya, R. (2013). El modelo de Van Hiele y la enseñanza de la geometría. *Uniciencia*, 27(1), 74-94. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/4944>
- Zambrano-Lozano, E. (2007). *Introducción al Diseño Industrial* (3.ª ed., Vol. 1). La Silueta Ediciones. https://issuu.com/edwardzambranolozano/docs/libro_introduccion_pdf_para_interne