

**Desarrollo de habilidades en estudiantes de la educación superior para el fortalecimiento
del pensamiento visoespacial**

Carlos Román Novoa Rodríguez

**Universidad Piloto de Colombia
Unidad Académica de Ciencias de la Educación
Especialización de Docencia Universitaria
Bogotá
2019**

**Desarrollo de habilidades en estudiantes de la educación superior para el fortalecimiento
del pensamiento visoespacial**

**Trabajo de grado presentado como opción para obtener el título de Especialista en
Docencia Universitaria**

Carlos Román Novoa Rodríguez

Director

Héctor Ruiz Vanegas, Esp. Docencia Universitaria

Universidad Piloto de Colombia

Unidad Académica de Ciencias de la Educación

Especialización de Docencia Universitaria

Bogotá

2019

Tabla de contenido

Introducción	5
Justificación	7
Problema	9
Planteamiento	9
Descripción	11
Formulación	12
Objetivos	12
General	12
Específicos	12
Glosario de términos	13
Estado de la cuestión	15
Marco referencial	22
Histórico	22
Marco Conceptual	27
Marco Legal	42
Caracterización de la población	45
Proceder metodológico	46
Enfoque del ejercicio investigativo	46
Metodología central	46
Técnicas	47
Diseño de instrumentos	48

Tratamiento de la información	48
Trabajo de campo – aplicación de los instrumentos	49
Resultados	51
Diagnóstico	51
Propuesta	59
Conclusiones	67
Recomendaciones	69
Referencias	70

Introducción

El diseño industrial es una actividad proyectual de diseño de productos seriados de consumo o de capital. Los profesionales de esta disciplina no solo deben tener capacidad de dibujo artístico, sino habilidades visoespaciales para plantear en el papel dichos objetos de forma tridimensional con adecuados niveles de proporción, escala, volumen, luz, sombra y acabados. A pesar de ser esto una obviedad, muchos estudiantes han visto truncada su expresión gráfica debido a las debilidades que tiene en su pensamiento visoespacial, debido en parte, al modelo pedagógico tradicional-conductista con el que se enseña esta carrera en el país.

La presente investigación tiene como objetivo diseñar una estrategia pedagógica para fortalecer el pensamiento visoespacial de los estudiantes de Diseño Industrial en la educación superior. Para ello se propone 1) diagnosticar las necesidades de enseñanza de habilidades de visualización y razonamiento espacial en la carrera de Diseño Industrial; 2) establecer los componentes y líneas de actuación de la estrategia pedagógica a partir del análisis de las principales problemáticas que se asocian a bajas habilidades viso-espaciales de los estudiantes y 3) presentar la estrategia pedagógica como un complemento del modelo pedagógico existente en la universidad para fortalecer las habilidades viso-espaciales de los estudiantes.

El enfoque investigativo es mixto y la metodología central es de investigación documental y proyectiva. Se ejecutan tres etapas para la obtención de la estrategia pedagógica: diagnóstico, explicación y propuesta. Se utiliza el análisis de contenido como estrategia de tratamiento de la información.

La estrategia pedagógica propuesta se sustenta en teorías de la educación superior, modelo constructivista, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y herramientas y métodos para el desarrollo de habilidades visoespaciales. Se establecen tres componentes: apoyo docente,

trabajo manual disciplinar y Diseño Asistido por Computador. Los resultados esperados de la implementación de la propuesta en los estudiantes es el fortalecimiento de la habilidad visoespacial, el aprendizaje significativo y la motivación por aprender.

Justificación

Las falencias del modelo tradicional y conductista que poseen actualmente las universidades generan en el Diseño Industrial algunas dificultades en la expresión gráfica bidimensional y tridimensional, lo que tiene de trasfondo las bajas habilidades visoespaciales de los estudiantes. Esto ya ha sido demostrado en algunos estudios que se analizan en la presente investigación (incluido uno ya realizado por el autor), sin embargo, el aporte del presente trabajo consiste en ir más allá de los diagnósticos y las problemáticas, por lo tanto, contribuir con soluciones. En este trabajo se establece una estrategia pedagógica con componentes fundamentados en el constructivismo y la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos aplicado a la educación superior, lo que permite que los estudiantes de Diseño Industrial fortalezcan sus habilidades visoespaciales mediante la necesidad de solucionar problemas del entorno dinámico con equipos multidisciplinares.

En este sentido, la estrategia pedagógica presentada acerca a la realidad a los estudiantes, cierra la brecha existente entre la teoría y la práctica y se apalanca en las Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC) dentro de las asignaturas de diseño en las que se requiere el pensamiento visoespacial.

Es conveniente centrar la presente investigación en dicha carrera con el fin de generar comparaciones y lograr avances que sobrepasen los hallazgos descriptivos al hacer una propuesta que permita solucionar las falencias en el pensamiento visoespacial de estos estudiantes, con sus respectivas aplicaciones futuras a otras universidades.

Hoy en día el mercado es competitivo y exige celeridad en los procesos. El diseñador industrial debe estar en la capacidad para dibujar ante un cliente la solución a sus necesidades y no depender de tener un computador a la mano. El computador es bueno porque permite visualizar el resultado final, en todas las vistas posibles, lo planteado en un papel. De aquí se desprende que la habilidad visoespacial debe depender de la capacidad del estudiante de estudiar el diseño, de pensar sus formas y espacios y no de lo que pueda hacer un software de diseño.

Implementar mejoras en los modelos pedagógicos de las universidades, mejora la calidad educativa de las mismas. Por lo tanto, esta investigación aporta un grano de arena a la construcción de una mejor calidad educativa en la carrera de diseño industrial en las universidades del país.

Problema

Planteamiento

En el campo del diseño el manejo de la habilidad visoespacial para la elaboración de piezas gráficas como bocetos, ilustraciones y diagramas, es de suma importancia ya que estos elementos gráficos son una herramienta que apoya el proceso de creativo del diseñador. El entender la forma y cómo ella se relaciona con el espacio, para después representarla de manera análoga o digital, es una condicional dentro del proceso producción del diseño.

Esta capacidad de análisis y de representación son innatos del ser humano, y más si se tiene en cuenta que está ligado de forma directa con los procesos de percepción, es decir, el cómo individuo percibe el mundo que lo rodea influye en cómo analiza y representa los elementos que lo componen. Sin embargo, desde la disciplina del diseño, esta habilidad de percibir, analizar y recrear, debe estar más desarrollada, debido a que, durante las diferentes etapas del proceso de formación, se va reforzando esta habilidad por medio de la práctica y la aplicación.

Dada la importancia del desarrollo y manejo de las habilidades visoespaciales dentro de la etapa de formación de los futuros diseñadores y cómo ella lo lleva a reconocer la forma y el espacio, para después representarlas y modificarlas o crearlas, se cuestiona si se puede contribuir al desarrollo y fortalecimiento de esta habilidad dentro de las materias dentro de un pensum académico. No todos los estudiantes tienen la misma habilidad de reconocer, interpretar y representar de forma gráfica los elementos que se ven, pues de la capacidad del ser humano entorno al manejo visual y espacial depende de la capacidad cognitiva individual. Esto lleva a que existan diferentes niveles de comprensión espacio y que existan dificultades para producir y

reproducir imágenes, grafismo, organizar el espacio o comprender las relaciones que hay entre ellas.

Ahora, si se abarca este tema desde el diseño en general, se abre un gran abanico de problemáticas, ya que cada rama del diseño tiene sus propias características teóricas, conceptuales y procedimentales. Es por esto que, para el desarrollo de este trabajo de investigación, se busca un enfoque en una disciplina en particular, en este caso, el diseño industrial. Esta elección se hace debido a que el campo del diseño requiere en particular una mayor aplicación de las habilidades visoespaciales dentro de su quehacer.

En el diseño industrial hay una relación fuerte entre el dibujo bidimensional y el dibujo tridimensional puesto que comparten unos propósitos comunes en cuanto a la expresión gráfica y comunicación, pues la representación gráfica de un objeto se realiza en una superficie de dos dimensiones (papel, tablero o pantalla) pero el resultado final se encuentra plasmando formas tridimensionales que demandan habilidades expresivas y cognitivas al momento de su ejecución. Es aquí donde este tipo de representaciones requiere de un proceso expresivo y se construye a través de un conocimiento visoespacial.

En los primeros semestres de formación del diseñador industrial se aborda la creación de volúmenes desde su composición morfológica y el manejo estructural en relación con otros volúmenes. Este ejercicio permite entender una gran variedad de posibilidades en relación a lo espacial entre el objeto y sobre sus dimensiones o escala y así identificar posibilidades de transformación que estos pueden tener. De acuerdo a esto, se puede deducir que el pensamiento visoespacial, en términos de competencia en el estudiante, es un eje primordial en su etapa inicial de formación.

Descripción

El problema central de la investigación radica en los *bajos resultados académicos de los estudiantes de la carrera de Diseño Industrial en asignaturas relacionadas con la habilidad visoespacial*. Tomando como estudio de caso una Institución de Educación Superior de Bogotá, se encuentra que en el año 2018 el 42% y 45% de los estudiantes de la carrera de Diseño Industrial tuvieron respuestas erradas en la competencia específica de “generación de artefactos” dentro de las pruebas Saber Pro que presentan los graduados (ICFES, 2019).

Dentro de las causas de esta problemática se encuentra que los estudiantes ingresan a la educación superior con falencias de razonamiento cuantitativo provenientes de su educación secundaria, los estudiantes escogen esta carrera en esta universidad debido a que el pensum no tiene asignaturas que manejen la matemática y la estadística y existe sobreutilización de software de diseño, lo cual ha limitado la comprensión visoespacial de los estudiantes. Sin embargo, una de las causas más importantes de esta problemática es la existencia de modelos tradicionales de enseñanza que limitan el desarrollo de esta capacidad, sobre todo en la educación universitaria, que es donde debe y pueden reforzarse las falencias que traen los estudiantes desde el colegio.

En consecuencia, a la carrera de Diseño Industrial le es apremiante implementar modelos de enseñanza-aprendizaje que se salgan de lo tradicional y permitan reforzar el pensamiento visoespacial de los estudiantes. Si no se actúa frente a esta problemática y sus causas, los estudiantes seguirán teniendo dificultades de aprendizaje, bajo rendimiento académico, riesgo de deserción y falencias en su desempeño profesional. Así, a raíz de la comprensión problemática expuesta, se establece la siguiente pregunta de investigación:

Formulación

¿Qué estrategia pedagógica se puede proponer para fortalecer el pensamiento visoespacial de los estudiantes de Diseño Industrial en la educación superior?

Objetivos**General**

Diseñar una estrategia pedagógica para fortalecer el pensamiento visoespacial de los estudiantes de Diseño Industrial en la educación superior.

Específicos

Diagnosticar las necesidades de enseñanza de habilidades de visualización y razonamiento espacial en la carrera de Diseño Industrial.

Establecer los componentes y líneas de actuación de la estrategia pedagógica a partir del análisis de las principales problemáticas que se asocian a bajas habilidades viso-espaciales de los estudiantes.

Presentar la estrategia pedagógica como un complemento del modelo pedagógico existente en la universidad para fortalecer las habilidades viso-espaciales de los estudiantes.

Glosario de términos

Aprendizaje significativo: es la mezcla de los saberes previos que posee el estudiante, con los saberes nuevos que va obteniendo en su contacto con el entorno y con otros.

Dibujo: Es una forma de expresión gráfica; como el lenguaje gráfico universal utilizado por la humanidad para transmitir ideas, proyectos, costumbres y cultura.

Diseño: idea previa, ordenada, de las características físicas de un producto, y sus consideraciones tecnológicas, psicológicas, fisiológicas, atómicas, sociales y estéticas. Esto es, el desarrollo de planos, modelos o prescripciones con los detalles previos a su realización. Este es un proceso importante en la fábrica, pues es difícil elaborar un producto del que no se tengan especificadas sus características físicas.

Diseño Asistido por Computadora (CAD): Es el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y a otros profesionales del diseño en sus respectivas actividades. Es todo sistema informático destinado a asistir al diseñador en su tarea específica.

Estrategia pedagógica: acciones realizadas por el docente con el fin de facilitar la formación y el aprendizaje de los estudiantes.

Expresión gráfica: es el arte de comunicar ideas a través del dibujo, entre más compleja la idea mejor debe de ser la expresión.

Geometría descriptiva: es el estudio de las propiedades descriptivas de los elementos y cuerpos geométricos mediante la utilización de medios de representación adecuados (Ospina, 2004, p. 15)

Habilidad viso-espacial: capacidad para crear y manipular imágenes visuales.

Comentado [HRV1]: Arreglar todos los títulos del glosario así

Pensamiento espacial: aquellas representaciones mentales que permiten pensar la forma volumétrica de los objetos desde la base de las tres dimensiones en sus ejes x-y-z.

Traducción: proceso cognitivo que le posibilita al individuo a elaborar dibujos a mano alzada luego de transformar los canales de información al momento de la expresión gráfica.

Estado de la cuestión

Las dificultades en el pensamiento visoespacial y el modelo educativo utilizado para enseñar la expresión gráfica ha sido una preocupación de las investigaciones en los años recientes. A continuación, se exponen los estudios más relevantes para esta investigación y su contribución a la misma.

Quintana, B. (2006). *Del pensamiento al objeto industrial una relación pensamiento—Objeto industrial*. Universidad Autónoma de Colombia. Este es un documento de trabajo para una propuesta de investigación donde el autor reflexiona sobre las destrezas y capacidad creativa de los estudiantes de diseño industrial, así como la capacidad de abstraer y representar. Por un lado, expone la importancia del pensamiento matemático particular orientado al análisis espacial y los objetos en el espacio que urge estudiar para la práctica específica del diseño. Luego, expone un análisis de la integración pensamiento – ordenador – producción y el uso de la tecnología para el diseño. El autor concluye que las plataformas computacionales deben ser empleadas por aquellos cuyas habilidades espaciales son extremadamente desarrolladas a fin de resolver problemas en el proceso de diseño (Quintana, 2006, p. 6).

El antecedente contribuye a la presente investigación debido a que plantea la necesidad de que la universidad piense modelos pedagógicos innovadores que permitan el desarrollo del pensamiento visoespacial, superando las barreras de sus preconceptos que posiblemente han heredado por su paso por la educación básica y media.

Quintana, B., & Barbosa, X. (2009). Diagnóstico del estado de desarrollo del dibujo tridimensional en estudiantes del Programa de Diseño Industrial de la Universidad Autónoma de Colombia. *Revista Clepsidra*, 5(8), 39-62. <https://doi.org/10.26564/19001355.482>. En este documento se expone el trabajo exploratorio que hicieron Quintana & Barbosa (2009) sobre la

problemática del deficiente desempeño en el dibujo a mano alzada de los estudiantes del programa de Diseño Industrial de la Universidad Autónoma de Colombia (p. 39). Mediante una herramienta metodológica analizaron 248 trabajos de las asignaturas “Expresión Básica” y “Modelado 3D” para caracterizar el método de representación (mano alzada, delineado y software), tipo de construcción (axonometrías, perspectiva, libre) y técnicas de dibujo (secas, húmedas, mixtas, técnicas computacionales). Los autores encuentran que la representación dada de los objetos está enmarcada dentro de un contexto que dista de una representación adecuada de la tridimensionalidad.

Este trabajo aporta elementos diagnósticos relevantes para esta investigación, además que plantea la necesidad de (Quintana & Barbosa, 2009, p. 49): evaluar las diferentes metodologías implementadas en el aula, para la representación gráfica de los objetos y su tridimensionalidad, reflexionar sobre el que hacer pedagógico del docente a incursionar en el uso de herramientas tecnológicas como elemento comunicacional que posibilite la práctica en la representación de la tridimensionalidad.

Quintana Guerrero, B., Barbosa, I. X., & Cuenca, A. X. (2011). *Dibujo tridimensional y diseño una mirada desde la academia*. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=dfp0DwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>. En este libro los Quintana, Barbosa, & Cuenca (2011) exponen un trabajo indagatorio basado en la observación empírica de algunos profesores sobre la manera como los estudiantes de Diseño Industrial vienen realizando la práctica del dibujo, en especial el dibujo que representa las tres dimensiones o volumen (p. 5). A partir de ahí, estos autores revisan las metodologías y dinámicas del proceso de enseñanza – aprendizaje ofrecidas en la actualidad, en busca de nuevos horizontes en algunos puntos de los ambientes pedagógicos tradicionales mediante las

tecnologías de la información y comunicación como herramienta mediadora en la construcción de dibujos y de los ambientes pedagógicos en diseño. Quintana, Barbosa, & Cuenca (2011) proponen un ambiente pedagógico en el que circunda la actividad del aprender haciendo, siendo las TIC, el agente catalizador en el proceso de su enseñanza y aprendizaje.

La utilidad de este antecedente para la presente investigación es amplia, pues brinda elementos diagnósticos de utilidad alrededor de las necesidades de los estudiantes en la comprensión de la expresión gráfica, además de establecer lineamientos que pueden seguirse para el diseño de la estrategia pedagógica en la que se refuercen las habilidades visoespaciales de los estudiantes de Diseño Industrial.

Quintana, B. (2013). Dibujo a mano alzada en estudiantes universitarios: Diagnóstico y conceptualización para sus ambientes de aprendizaje. *Actas de Diseño*, 8(15). Recuperado de https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/456_libro.pdf. En este trabajo el autor expone diversos elementos conceptuales relacionados con el dibujo tridimensional como parte de las competencias del diseñador industrial, el estado del arte y la falta de documentación organizada sobre patologías y causas de esta habilidad en los estudiantes, las traducciones entre canales de información al momento de expresarse gráficamente, y el marco conceptual de una propuesta basada en tres ejes: las TIC, el ambiente físico de aprendizaje y la pedagogía, como complementos al problema del afinamiento del dibujo a mano alzada.

Este trabajo es útil para la presente investigación al establecer aspectos conceptuales que permiten complementar el marco referencial y plantea lineamientos generales de una propuesta de mejoramiento desde la cual se puede partir para definir estrategias pedagógicas para el mejoramiento de la habilidad visoespacial en los estudiantes.

Cartuche, N., Tusa, M., Agüinsaca, J., Merino, W., & Tene, W. (2015). El modelo pedagógico en la práctica docente de las universidades públicas del país. En M. H. Ortiz, E. Fabara, E. Isch, & C. Crespo (Eds.), *Reflexiones sobre la formación y el trabajo docente en Ecuador y América Latina* (pp. 203-231). Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/11035>. En este documento los autores realizan una investigación sobre el modelo pedagógico vigente en las universidades públicas, que se expresa en la cotidianidad de la práctica docente. Se utilizó un modelo mixto en el que se recogió un trabajo de campo con setenta y ocho directivos, cien docentes y seiscientos veintidós estudiantes de ocho universidades públicas. Como resultado, se encuentra que “Los modelos pedagógicos vigentes que se quedan en las cuatro paredes del aula y usan estrategias metodológicas y paradigmas tradicionales y conductistas, son obstáculos para una articulación real de las funciones en aras de aportar al desarrollo” (Cartuche, Tusa, Agüinsaca, Merino, & Tene, 2015, p. 227). Es decir, los modelos pedagógicos predominantes son de tendencia tradicional y conductista, desvinculados de la problemática de la realidad social, lo que se constituye en obstáculos epistemológicos en los estudiantes.

El trabajo de estos autores es relevante para la presente investigación debido a que establece evidencia empírica sobre las limitaciones del modelo pedagógico en las universidades, la cual se ha identificado como una de las causas principales de la poca comprensión de los estudiantes de los contenidos de las asignaturas. Los elementos teóricos, empíricos y proyecciones que hacen los autores, sirven de guía para la estrategia pedagógica diseñada dentro de esta investigación.

Novoa, C. R. (2016). Métodos de Enseñanza-Aprendizaje de la geometría descriptiva en la Fundación Universidad Autónoma de Colombia. *Revista Internacional de Diseño*, (3), 105-

121. Recuperado de http://www.fuac.edu.co/recursos_web/documentos/disenio/revista-inter/RIDN3.pdf. Este documento es el resultado de un ejercicio investigativo realizado por el autor del presente trabajo dentro del programa de Diseño Industrial de la Universidad Autónoma de Colombia. El objetivo fue establecer por qué los estudiantes poseían dificultades en la asignatura de geometría descriptiva, con el método usado actualmente en el proceso de enseñanza. Se utilizó una entrevista estructurada aplicada a 100 estudiantes del programa en mención y se procesó estadísticamente (Novoa, 2016, p. 109). Se encuentra que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría descriptiva presenta dificultades para ser asimilada por parte de los estudiantes, lo que conduce a una actitud desinteresada por parte de ellos hacia la adquisición de habilidades y conocimiento.

García, M., & Buitrago, Y. (2017). Modelo pedagógico de pensamiento complejo en diseño gráfico. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 8(2), 119-131. <https://doi.org/10.22335/rict.v8i2.392>. Los autores en este artículo, por un lado, analizan el grado de coherencia existente entre el modelo de pensamiento complejo y el proceso de enseñanza de diseño gráfico, y por otro, expone la consolidación de los diferentes modelos pedagógicos que han influido en el proceso formativo de los diseñadores gráficos (García & Buitrago, 2017, p. 117). El autor concluye que la complejidad en diseño funciona en todos los aspectos de la vida y en los tres campos en los que interviene directamente: el usuario, la necesidad y el contexto (García & Buitrago, 2017, p. 129).

Este antecedente aporta a la presente investigación en dos sentidos, por un lado, ayuda a comprender los modelos pedagógicos que existen, su evolución y su relación con el diseño industrial; por otro, es un antecedente reflexivo que postula el pensamiento complejo como un modelo pedagógico que es más adecuado a los cambios y dinámicas del mundo del diseño. Esto

plantea la necesidad de llevar a la realidad la enseñanza y el trabajo con equipos multidisciplinares.

Niño, R. (2019). *Propuesta pedagógica para las didácticas en el dibujo técnico y la planimetría de obra* (Tesis de Especialización, Universidad Piloto de Colombia). Recuperado de http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6512/Trabajo_Grado-Didacticas_en_dibujo-RonaldNiño-Final-30-08-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y. En esta tesis de la Especialización en Docencia Universitaria, realiza una propuesta pedagógica para mejorar la enseñanza del dibujo técnico, arquitectónico y constructivo en estudiantes de primer periodo de tecnología en el campo de ingeniería. La metodología central es la revisión documental, en donde se toma la información existente y proponer aportes que puedan apoyar el trabajo en las didácticas existentes (Niño, 2019, p. 36). En su propuesta establece el uso del papel, software, maqueta, dibujo aplicado al contexto, expresión gráfica análoga y ambientación esporádica con música.

Esta tesis genera un aporte metodológico a esta tesis, pues muestra cómo a través de la revisión documental se pueden hallar las necesidades educativas de los estudiantes y generar propuestas que permitan complementar el modelo pedagógico existente y mejorar los procesos de enseñanza – aprendizaje.

Angulo, C. A., Peña, C. B., Varón, J. F., & Joaqui, S. L. (2019). Transferencia del pensamiento espacial desde el diseño industrial hacia fisioterapia. *Actas de Diseño N°26, 14(26)*, 251-254. Recuperado de https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_articulo=15397&id_libro=731. En este artículo Angulo, Peña, Varón, & Joaqui (2019) muestran el resultado del trabajo interdisciplinario entre el diseño industrial y las ciencias de la salud con el propósito

de construir entre todos, un modelo tridimensional a escala real del pulmón humano adulto como una estrategia didáctica para la asignatura de patología en el área cardiopulmonar (p. 252). El aporte de esta investigación al trabajo consiste en el aporte empírico del uso del modelo pedagógico constructivista y la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos como una forma de fortalecer el pensamiento espacial en los estudiantes a través del aprendizaje significativo y el desarrollo de actividades flexibles acordes a sus intereses. Este es un aspecto que coincide con la necesidad planteada por Quintana (2013) sobre las aulas flexibles para formar el pensamiento viso-espacial y la expresión gráfica dentro del diseño industrial y el trabajo de García & Buitrago (2017) sobre el pensamiento complejo y el trabajo con equipos multidisciplinarios.

Marco referencial

Histórico

El presente marco histórico se centra en tres aspectos relevantes para este trabajo investigativo. Por un lado, se muestra cómo han evolucionado los modelos pedagógicos que se utilizan en la educación superior; luego, se muestran los orígenes del diseño industrial y su surgimiento en Colombia como disciplina y como carrera profesional; finalmente, se expone brevemente la evolución del dibujo dentro del diseño industrial y las técnicas utilizadas actualmente de asistencia por ordenador.

Evolución de los modelos pedagógicos. El modelo pedagógico tradicional se remonta en el siglo XVII y su representante es Comenio quien sentó las bases de este modelo, el cual ha sido calificado como enciclopedista, es decir, la enseñanza de un conjunto de conocimientos y valores sociales acumulados por generaciones, disociados de la experiencia de los alumnos y de las realidades sociales, que se transmiten a los alumnos como verdades acabadas (Gómez & Polanía, 2008, p. 53).

Posteriormente, en el siglo XX, en los años 60 y 70, surge el modelo pedagógico conductista, siendo su principal exponente Skinner. En este modelo el maestro diseña situaciones de aprendizaje bajo estímulos y reforzadores que permiten programar las conductas deseadas. Es por ello que se establecen objetivos de aprendizaje previamente, de tal modo que puedan medirse y evaluarse el aprendizaje respecto a los mismos. Es una ingeniería del comportamiento y del aprendizaje (Gómez & Polanía, 2008, p. 57).

En el siglo XX surge uno de los movimientos pedagógicos que cuestiona el modelo tradicional de enseñanza, el cual, como ya se explicó, considera a los alumnos como receptores pasivos de la información. El modelo romántico considera el desarrollo natural del ser humano y

su interioridad, razón por la cual cultiva la libertad, la asistencia libre y muchos momentos en los que cada estudiante hace lo que desea (Gómez & Polanía, 2008, p. 60).

Por su parte, en la década de 20 se comenzó a gestar el modelo cognitivo – constructivista como los trabajos de Jean Piaget, pero toma fuerza en la década de los 80 (Cadavid, 2013, p. 32). En este modelo el aprendizaje se considera como modificaciones sucesivas de las estructuras cognitivas, por lo tanto, el rol del docente consiste en facilitar experiencias y ambientes que permitan el surgimiento y desarrollo de nuevas estructuras de conocimiento, la apropiación del conocimiento y procesos mentales cada vez más complejos (Gómez & Polanía, 2008, p. 64).

Finalmente, el modelo pedagógico social emerge de la teoría crítica de la escuela de Frankfurt en la década de los 80 y 90. Este modelo se preocupa por las estructuras sociales que afectan la vida en la escuela, situaciones relacionadas con su cotidianidad, la estructura de poder y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico-reflexivo para transformar la realidad (Gómez & Polanía, 2008, p. 67). Desde este punto de vista, la educación es liberadora y propone relaciones dialógicas entre docente y alumno, estimula la crítica mutua y promueve el compromiso con la solución de problemas de interés social (Gómez & Polanía, 2008, p. 69).

Orígenes del diseño industrial y su surgimiento en Colombia. Con la revolución industrial el proceso artesanal de producción de objetos desaparece y se introduce la producción en masa, estándar e intermediada por maquinaria, razón por la cual se obliga a que un objeto esté perfectamente definido antes de entrar en producción, es decir, debe existir un proyecto previo (Lavernia & Lecuona, 2000, p. 2). De esta manera es como surge el diseño, como una disciplina proyectual cuyo fin es definir las características formales y estructurales de un objeto producido industrialmente (Lavernia & Lecuona, 2000, p. 2).

El diseño industrial es una disciplina joven con antecedentes antiguos a los que se suman los desarrollos industriales y artísticos de la segunda mitad del siglo XIX con lo cual inician las *Arts and Crafts*, lideradas por el diseñador William Morris (García & Buitrago, 2017, p. 124). Posterior a ello, surge el movimiento inglés *Art Nouveau* a finales del siglo XIX, el cual comprende todos los aspectos del entorno y la naturaleza, lo orgánico y lo vegetal, fue creado para dar respuesta a los problemas culturales (García & Buitrago, 2017, p. 124).

A inicios del siglo XX, con la rápida industrialización alemana, se produjo el surgimiento de la *Deutscher Werkbund* –la liga de Talleres Alemanes– que reunía a arquitectos, artistas y artesanos del momento, cuyo principio fue “la unión entre el arte y la industria”, el lema “el trabajo de máxima calidad” y establece que el diseño es el instrumento para mejorar la vida de las personas y el uso de máquinas como el medio para llegar a este fin (Ramírez & Cardozo, 2013, p. 86). De esta manera, el diseño comienza a llegar a todas partes sometido convenientemente al proceso industrial.

Inicialmente las industrias imitaban formas artesanales que le precedieron, sin considerar nuevas técnicas que podían requerir otras soluciones, lo que llevó a producir objetos con formas geométricas simples, considerados de mal gusto, con poco estilo y estética. Las críticas a estos primeros objetos originaron paradójicamente las bases de movimiento moderno que defiende la sencillez de las formas y la adecuación que han de cumplir, poniendo de ejemplo las formas de la naturaleza (Lavernia & Lecuona, 2000).

En Colombia, lo orígenes del diseño industrial se ubican en la primera mitad del siglo XX, cuando las élites intelectuales y burguesas urbanas se interesaron por él (Camacho, 2014, p. 77). El desarrollo de la disciplina en un principio estuvo ligada a los procesos de producción de objetos de madera, vidrio, hierro, aluminio, plástico, para muebles, electrodomésticos, ollas,

grifos, entre otros. Mientras tanto, la enseñanza del diseño industrial se origina en los primeros cursos dictados en 1966 en la Universidad Nacional bajo la influencia de la Escuela de Ulm y las facultades pioneras (Camacho, 2014, p. 77).

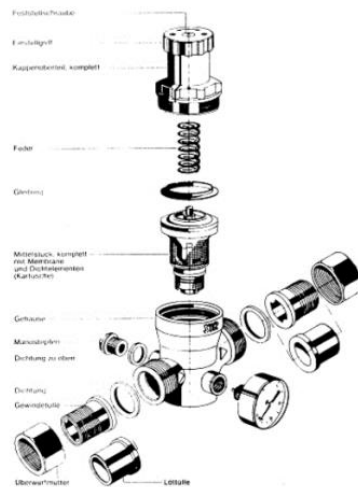
Posterior a ello, en 1972 se fundó la facultad de Diseño Industrial en la Universidad Pontificia, en 1973 Artesanías de Colombia creó la Escuela Taller de Diseño como estrategia para el desarrollo de la artesanía colombiana, en 1974 se creó la facultad de Diseño Industrial en la Universidad Jorge Tadeo Lozano, en 1977 se inicia la carrera de diseño industrial en la Universidad Javeriana de Bogotá. En 1998 ya existían 15 programas profesionales de esta carrera en el país.

En años posteriores, el diseño industrial siguió evolucionando hacia revistas, creación de asociaciones, desarrollo de accesorios y muebles de diseño, exposiciones, ferias, desafíos frente a la apertura económica, entre otros.

Evolución del dibujo en el diseño industrial. El dibujo ha estado intrínsecamente unido al hombre, desarrollándose, evolucionando, y perfeccionándose junto a él. El lenguaje gráfico es una forma de expresión de la humanidad que ha tenido dos funciones: artística y técnica. La historia del dibujo dentro del diseño industrial tiene dos orígenes, por un lado, se encuentra el desarrollo de la geometría en Grecia y las bases de las proporciones (primera regla del diseño), por otro lado, el arte romano, el cual comienza a preocuparse por la sensación de volumen, los contornos de las figuras y el relleno de áreas con colores vivos y fondos dorados (Rojas, Fernández, Serrano, & Hernández, 2011, p. 19).

Estos principios posteriormente se ven representados en el sistema axonométrico en el que se representan elementos geométricos o volúmenes en un plano, mediante proyección octogonal, de tal manera que conserve sus proporciones en tres direcciones del espacio: altura,

anchura y longitud (Rojas et al., 2011, p. 22) (ver figura 1). Este sistema axonométrico fue de uso común en la edad media y en el renacimiento, pero recibieron su aportación científica a principios del siglo XIX y a finales de este mismo siglo se empezó a aplicar el sistema al dibujo técnico. Así este sistema se constituyó como el nuevo método de proyección idóneo de representación de máquinas (Rojas et al., 2011, p. 22). Luego en 1859 Otto Fiedler presenta un auténtico sistema de proyección central, quedando configurado como el actual sistema cónico (Rojas et al., 2011, p. 23).



Fuente: Rojas et al. (2011, p. 22)

Figura 1. Aplicación del sistema axonométrico

Ya en el siglo XX se perfecciona la geometría descriptiva al pasar del método Monge al llamado Método Directo aplicado al Sistema Diédrico de Representación. Sin embargo, la principal característica de este siglo es el desarrollo de la normalización y unificación del lenguaje técnico (Rojas et al., 2011, p. 23).

Actualmente, el dibujo industrial se encuentra soportado por técnicas de Diseño Asistido por Ordenador (en inglés Computer-Aided Design (CAD)). Los gráficos interactivos por ordenador tienen su origen en 1963 en la tesis doctoral de Ivan Sutherland. La mayoría de software utilizado¹ es de tipo paramétrico que permite realizar modelados sólidos de piezas o conjuntos, apoyada en la geometría constructiva de sólidos, que permiten obtener posteriormente vistas diédricas de cada pieza o conjunto, planos de conjunto o de despiece, simulaciones de monta o de comportamiento a diferentes solicitaciones (Rojas et al., 2011, p. 24).

Un último avance significativo alrededor del diseño industrial surge en la concepción del diseñador como una isla que realiza bocetos y el departamento de producción los planos definitivos, idea abandonada hace tiempo, y se piensa en un equipo multidisciplinar que trabaja desde la perspectiva de la ingeniería concurrente, teniendo en cuenta una serie de factores tecnológicos, medioambientales, económicos, ergonómicos, estéticos, entre otros (Rojas et al., 2011, p. 24).

De este marco histórico presentado se puede concluir que el diseño industrial ha evolucionado hacia una disciplina multidisciplinar que se encuentra apalancada en el software y tecnologías de diseño. Por lo tanto, su enseñanza requiere de modelos pedagógicos que permitan un aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades visoespaciales a partir del uso de estas tecnologías como complemento del diseño y el trabajo con equipos multidisciplinarios.

Marco Conceptual

En esta sección se plantean los elementos conceptuales necesarios para desarrollar una estrategia pedagógica que fortalezca la habilidad visoespacial en los estudiantes de la carrera de

¹ AutoCAD, Autodesk Inventor, SolidEdge, Solidworks, CATIA, Pro/Engineer o Euclid, entre otros.

Diseño Industrial. En primer lugar se establecen los aspectos que se esperan lograr con la educación superior, por medio del currículo y el aprendizaje; en segundo lugar, se expone en qué consiste la habilidad visoespacial, su importancia y estado actual en la carrera de Diseño Industrial en Colombia; en tercer lugar, se habla de los modelos pedagógicos y su utilidad para la enseñanza de la habilidad visoespacial; en cuarto lugar, se detallan las herramientas y métodos comprobados para el desarrollo de habilidades visoespaciales; finalmente, en quinto lugar, se establece qué es una estrategia pedagógica y cómo se diseña.

Educación superior: currículo y aprendizaje. El propósito más general de la educación superior es que los estudiantes aprendan a resolver o prevenir con efectividad los problemas (sociales, teóricos, conceptuales, prácticos) que son objeto de una profesión particular (Ibáñez, 2007, p. 41). De esta manera, la enseñanza a nivel superior debe planearse con el fin de formar individuos competentes en su campo. Este resultado depende de dos aspectos fundamentales: el aprendizaje que puedan obtener los estudiantes y el currículo, plan de estudios y modelo pedagógico que permite que dicho aprendizaje se lleve a cabo.

El aprendizaje no es un proceso que suceda por sí solo, sino que tiene unas condiciones contextuales que lo definen, siendo el proceso social el que influye notablemente en el proceso de aprendizaje. Siguiendo a Brockbank & McGill (2008), se entiende que el aprendizaje, como proceso social es crítico o transformacional, es una forma de cambiar el paradigma de lo aprendido y de trascender las ideas del pasado (p. 47). Teniendo esto como precepto, las relaciones de aprendizaje tienen una relevancia crucial en la educación superior, pues es a través del diálogo reflexivo entre profesor-alumno y entre alumnos donde se puede trascender el conocimiento y asegurar que éste sea significativo. El rol del docente para asegurar este tipo de diálogo es superar la clase magistral, convirtiéndose en un facilitador del aprendizaje y el

encargado de brindar el ambiente positivo, tolerante y comprensivo necesario para que el aprendizaje sea el centro y el foco del diálogo.

Por su parte, la concepción de currículo es variada y la revisión de literatura permite aseverar que existen tantas definiciones como autores que la hayan estudiado. Por ejemplo, Glazman & Ibarrola (1978) definen currículo como:

[...] el conjunto de objetivos de aprendizaje, operacionalizados, convenientemente agrupados en unidades funcionales y estructuradas de tal manera que conduzcan a los estudiantes a alcanzar un nivel universitario de dominio de una profesión, que normen eficientemente las actividades de enseñanza y aprendizaje que se realizan bajo la dirección de las instituciones educativas responsables, y permitan la evaluación de todo el proceso de enseñanza (p. 28).

No es un secreto que el currículo en su concepción se encuentra influenciado por la concepción y directrices que tenga el sistema educativo nacional al respecto. Es más, de acuerdo con Pinar (2004), “para muchos docentes el currículum es aquello que el ministerio o departamento de educación requiere que ellos enseñen” (p. 187). En el caso colombiano, según la ley 115 de 1994 (ley general de educación), expedida por el Congreso de la República de Colombia, define currículo como:

Un conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías y procesos que contribuyen a la formación integral y a la constitución de la identidad cultural nacional, regional y local, incluyendo los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto nacional (p. 5).

Estas definiciones permiten deducir que la forma como se enseña una determinada carrera profesional depende de sus fundamentos teóricos y legales que la definen. Detrás de ello

también se encuentra el modelo pedagógico por medio del cual se enseña. A continuación, se conceptualizan algunos elementos importantes del modelo pedagógico en la educación superior.

Habilidad visoespacial: importancia en la carrera de Diseño Industrial. La habilidad visoespacial implica la “capacidad para crear y manipular imágenes visuales” (Santalla, 2000, p. 210, p. 210), es decir, comprende la capacidad para representar, analizar y manipular objetos mentalmente. Esta ha sido reconocida como uno de los componentes de la memoria de trabajo (Baddeley, 2000, p. 420) y representa una habilidad mental útil para las tareas cotidianas como reconocer la distancia entre objetos, ubicar una dirección o girar objetos mentalmente para saber cómo pueden quedar.

Sin embargo, la habilidad visoespacial es fundamental para aprender tareas aún más especializadas, por ejemplo, contribuye al éxito profesional y académico de los ingenieros (Villa, 2016, p. 3). Específicamente, se ha demostrado que las habilidades visoespaciales y perceptuales son factores de influencia para un adecuado rendimiento académico en las tareas de diseño (Álvarez, Morales, Hernández, Cruz, & Cervigni, 2015, p. 87), las cuales, a su vez, se encuentran relacionadas con asignaturas de geometría y expresión tridimensional de las carreras de Diseño Industrial.

Al respecto, se ha encontrado que la capacidad geométrica en los adultos (entre ellos, estudiantes universitarios) parece depender del componente visoespacial de la memoria de trabajo y más concretamente en aquellos procesos que requieren un alto grado de control visoespacial (Pérez, Mammarella, Prete, Molina, & Cornoldi, 2014, p. 243). Así mismo, se ha concluido que las habilidades perceptuales visuales son las responsables de la organización y procesamiento de la información y colabora en el desarrollo cognitivo (Merchán & Henao, 2011, p. 93). De aquí se deriva que el estudio y fortalecimiento del pensamiento visoespacial es una

actividad necesaria para mejorar el aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios de Diseño Industrial.

Una revisión de antecedentes sobre investigaciones hechas en sobre el pensamiento visoespacial en carreras de diseño industrial, permitió encontrar que el profesor Boris Quintana ha evidenciado falencias de los estudiantes que ingresan esta carrera en la Universidad Autónoma de Colombia. Por un lado, Quintana (2010) encontró que los estudiantes de primer semestre tienen resultados bajos respecto a las competencias esperadas desde el primer semestre, por ejemplo, el “desarrollo de capacidades de representación de elementos tridimensionales de forma gráfica, además de entendimiento de construcción o bocetación claves” (p. 2).

Los resultados de su estudio plantean que existe baja capacidad de los estudiantes para expresar gráficamente la tridimensionalidad, escasa comprensión de la espacialidad, dificultades en la ubicación de líneas (inclinación, rotación, visibilidad), difícil interpretación de volúmenes y dificultades de razonamiento espacial cuando entran en juego más de un objeto a ser representado. Precisamente, en un posterior estudio, Quintana (2013) encuentra que las falencias en la comprensión de la espacialidad persisten en el tercer ciclo de la carrera (séptimo a décimo semestre) (p. 41).

Así mismo, Quintana (2013) explica que “la capacidad de comprender, representar, analizar y resolver problemas con elementos tridimensionales es una competencia básica en matemáticas que debe ser desarrollada durante la educación básica y media” (p. 42), como lo enuncia el Ministerio de Educación Nacional (2006), competencia que también es evaluada en las pruebas de Estado. Dicha competencia no ha sido fortalecida adecuadamente desde la educación secundaria y media.

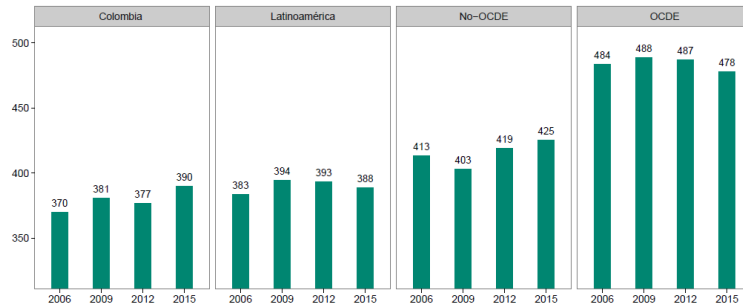
A continuación, se exponen cifras que explican cómo están estas competencias visoespaciales en estudiantes que van a ingresar a la universidad y aquellos que cursan carreras de diseño en el país, con el fin de contextualizar y hacer una aproximación a su estado actual.

A nivel internacional no existen mediciones globales sobre cómo se encuentra esta habilidad en estudiantes universitarios, sin embargo, se puede hacer una aproximación al estado actual de la habilidad visoespacial a través las pruebas PISA. En dicha prueba, en el área de matemáticas se evalúa un componente denominado “espacio y forma”, de tal manera que, la exposición de los resultados del desempeño promedio en matemáticas de estas pruebas puede ilustrar la situación de la habilidad visoespacial y matemática de los estudiantes escolares que luego se vinculan a la educación superior.

La figura 2 muestra que Colombia en el año 2015² obtuvo un puntaje promedio de 390, el cual fue ligeramente superior al puntaje de Latinoamérica, de 388. Sin embargo, Colombia está rezagado respecto a los países que pertenecen a la OCDE, quienes tuvieron en promedio 478 puntos y los países que están por fuera de la OCDE, que tuvieron 425 puntos. Estos resultados de Colombia frente al mundo se consideran negativos, pues son comparativamente más bajos que en los países desarrollados, ubicando a Colombia en el puesto 37 de 48 países evaluados.

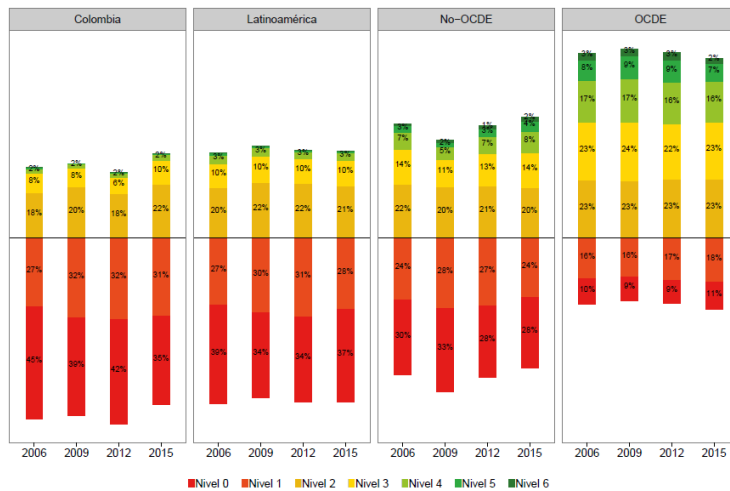
Por su parte, el 66% de los estudiantes se encuentran por debajo de los niveles mínimos aceptados internacionalmente, el cual es un nivel elevado si se compara con el de los países de la OCDE, que es del 29% (ver figura 3).

² La prueba PISA se realiza cada 3 años a nivel mundial. Los resultados del año 2018 no han sido emitidos, razón por la cual se tienen en cuenta las cifras del año 2015.



Fuente: ICFES (2017)

Figura 2. Desempeño promedio en matemáticas en la prueba PISA.



Fuente: ICFES (2017)

Figura 3. Niveles de desempeño en matemáticas en la prueba PISA.

Estos resultados demuestran que los estudiantes del nivel escolar se gradúan con falencias en el área matemática, incluido el componente evaluado de “espacio y forma”, el cual es una aproximación a su nivel de habilidad visoespacial.

Modelos pedagógicos y la enseñanza de la habilidad visoespacial. Como se pudo observar en el marco histórico, los modelos pedagógicos han ido evolucionando a través de la historia contemporánea, algunos de corte más tradicional, rígida, conductista, de transmisión de conocimientos y otros centrados en el desarrollo del ser humano a través de estrategias flexibles en las que se promueve el aprendizaje en entornos reales, prácticos y en diálogo con los demás estudiantes.

Las cifras presentadas en la sección anterior demuestran que algún aspecto de la educación superior no se está haciendo bien, ya sea el aprendizaje, los contenidos curriculares o el modelo pedagógico. A continuación, se muestran las falencias del modelo pedagógico actual que predomina en las universidades, especialmente en las carreras de Diseño Industrial, para luego establecer los postulados teóricos constructivistas como una solución a los problemas de aprendizaje de habilidades visoespaciales en los estudiantes.

Al respecto, Cartuche et al. (2015) encuentran que los modelos pedagógicos que predominan en la universidad son de tendencia tradicional y conductista, desvinculados de la realidad social, que conducen al alumno a recitar el método, con inflexibilidad en la planificación de la asignatura, con ejecución de la práctica al final de las carreras después de una elevada formación teórica, entre otros aspectos que se constituyen en obstáculos epistemológicos, ontológicos y metodológicos para el aprendizaje (p. 229). Esto también ha sido corroborado por Gómez & Polanía (2008) en el área de ingeniería, donde encuentran que los docentes del programa tienen en común algunas prácticas del modelo conductista, específicamente en el diseño de sus programaciones y planeación de los contenidos (p. 125).

Para la carrera de Diseño Industrial, una investigación realizada por el autor del presente trabajo permitió encontrar que en la asignatura de geometría descriptiva los estudiantes poseen

dificultades en la adquisición y desarrollo de las habilidades y competencias propias de la asignatura debido a los métodos tradicionales usados en el aula: poca relación entre la teoría y la práctica, el docente da la espalda mientras explica, gran número de líneas y puntos acumulados durante la construcción del ejercicio planteado en el tablero (Novoa, 2016, p. 108).

Estos aspectos disminuyen en los estudiantes la motivación hacia el aprendizaje, aumentan la desconcentración y dificultan la comprensión del procedimiento y la realización de la práctica de la temática presentada (Novoa, 2016, p. 108). La necesidad de modelos pedagógicos innovadores que permitan el desarrollo del pensamiento visoespacial que permita superar las barreras que impone el modelo tradicional y las barreras heredadas en la educación básica y media ya han sido descritas por Quintana, (2006, 2010, 2013).

Contrario al modelo conductista, el modelo constructivista se aleja de la idea del estudiante como una página en blanco y hace énfasis en las ideas que él ya ha construido y los espacios donde pueda conocer y tomar conciencia de estas ideas (Cadavid, 2013, p. 32). De esta manera, dentro del constructivismo es relevante el diálogo de saberes bajo la orientación del docente, inmerso dentro de un contexto que favorezca los procesos metacognitivos y generen nuevos interrogantes que contribuyan a enriquecer el saber aplicado a la práctica profesional (Angulo et al., 2019, p. 251).

Este modelo pedagógico ya ha sido utilizado en la enseñanza de la habilidad visoespacial y la expresión gráfica. Garmendia, Gisasola, & Gorozika (2004) propusieron un modelo de resolución de problemas de visualización y se basaron en una enseñanza de orientación constructivista: resolución de problemas, como forma de integrar la teoría y los procedimientos o habilidades de resolución, en un proceso único de construcción de conocimiento. Consideraban que era fundamental trabajar interactivamente con el alumno (p. 4). El resultado fue una mejora

cualitativa en los razonamientos y un porcentaje de aciertos mayor en la resolución de problemas de visualización.

Existe un aprendizaje significativo cuando existen actividades flexibles acorde a los intereses de los estudiantes, en este caso, permite que los estudiantes desarrollen conocimientos y competencias a través del fortalecimiento del pensamiento espacial, además de adquirir mecanismos cognitivos para dar respuesta a situaciones o problemas concretos durante su proceso de formación y su quehacer profesional (Angulo et al., 2019, p. 251).

El entorno dinámico y las características del contexto en el que se desenvuelve el diseñador industrial, exige de su parte no solo las habilidades visoespaciales para concretar artefactos que solucionen problemas, sino que exige, a su vez, competencias y acciones que lo lleven a la autonomía, trabajo colaborativo y el respeto por el otro. De esta manera, existen dos elementos interrelacionados con el enfoque constructivista que favorecen el aprendizaje significativo de los estudiantes respecto a sus habilidades visoespaciales, como del dominio de la expresión gráfica bidimensional y tridimensional: el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo multidisciplinario y la utilización del diseño asistido por computadora.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una estrategia que hace frente a la desmotivación que sienten los estudiantes respecto a la desconexión entre el aprendizaje teórico y su posterior aplicación (Angulo et al., 2019 p. 251). Es una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad en la que se considera que el estudiante tiene un papel activo en su aprendizaje, por lo tanto, se propende por el descubrimiento, construcción y apropiación del aprendizaje por el propio estudiante (Restrepo, 2005, p. 10). Así el ABP es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas para la adquisición e integración de nuevos conocimientos.

En el recorrido que siguen los alumnos desde el planteamiento original del problema hasta su solución, se trabaja de manera colaborativa en pequeños grupos, compartiendo en esa experiencia del aprendizaje la posibilidad de practicar y de desarrollar habilidades, que en el método convencional expositivo difícilmente puede ponerse en acción.

Ahora, el ABP y las dinámicas del diseño industrial obligan el trabajo colaborativo multidisciplinario:

los educadores de diseño deben tomar medidas para alejarse de las formas tradicionales de enseñar , y buscar estrategias interactivas que puedan ser manejados mediante la colaboración multidisciplinaria y a partir de la misma se logren resolver problemas complejos y tecnológicos con una gran diversidad de posibles soluciones (García & Buitrago, 2017, p. 127).

Respecto al tercer elemento, el uso de software de diseño, es importante entender que el dibujo es una herramienta crucial para el diseñador, pues es el medio por excelencia que facilita la exteriorización de las ideas, lo que lo convierte en una estructura de comunicación ineludible en los procesos proyectuales asociados al diseño industrial (Ascuntar, 2018, p. 122). Es por ello que el uso de la tecnología ha sido cuestionado por su grado de ayuda y, a la vez, la limitación para el desarrollo de habilidades visoespaciales (debido al bajo grado de practica y desarrollo de habilidad frente al uso de papel y lápiz). Sin embargo, autores como Quintana & Barbosa (2009, p. 49) y Villa (2016, p. 119) plantean que existen ventajas comprobadas al complementar la tecnología con el diseño a papel y lápiz.

Herramientas y métodos para el desarrollo de habilidades visoespaciales. Enseñar la habilidad visoespacial con el fin de lograr una adecuada expresión gráfica de los estudiantes de diseño industrial requiere de herramientas y métodos complementarios, todos ellos enmarcados

en enfoques constructivistas que generan una participación activa del estudiante dentro del proceso de aprendizaje.

Por ejemplo, Quintana (2013) plantea la construcción de ambientes pedagógicos mediante aulas flexibles que respondan a las necesidades de los estudiantes, docentes y el medio académico de la praxis profesional (p. 44). En este sentido, de la lectura de Quintana (2013) se pueden extraer algunos elementos con implicaciones en la propuesta pedagógica a diseñar:

1) efectivamente la distorsión de la tridimensionalidad surge inevitablemente de dificultades en la comprensión de la espacialidad; 2) se deben favorecer las traducciones 3D – 2D y de Rm – 2D; 3) los modelos a computador son herramientas que fortalece el proceso del dibujo tridimensional a mano alzada pues es un ancla para el aprendizaje con significado para el estudiante, permite la comprensión inmediata de la tridimensión y permite actualiza la manera de construir y distribuir información para el diseño; 4) se necesita incluir al estudiantes cuando se llevan a cabo proyectos que les afectan, por medio de su inserción a grupos de interés y semilleros de investigación (p. 44).

Por su parte, Villa (2016, p. 96) realiza una profunda investigación acerca de los materiales didácticos que permiten mejorar la habilidad visoespacial, las cuales se describen en esta sección. Sin embargo, el fundamento de estas estrategias radica en lo que ya los investigadores han coincidido: el entrenamiento produce mejorías en la habilidad visoespacial, especialmente en los individuos con valores más bajos. Esta es la premisa que orienta la estrategia pedagógica presentada en esta investigación. A continuación, se describe cada uno de los métodos que Villa (2016) reseñó como útiles para el desarrollo de habilidades visoespaciales:

Dibujar a mano alzada (croquis): se ha comprobado que los cursos de dibujo y croquis mejoraron más la habilidad visoespacial que los cursos de diseño asistido por ordenador (CAD), es decir, la habilidad visoespacial está directamente relacionada con la tenencia al uso de croquis y dibujo, así los estudiantes en su percepción la consideren de menor preferencia.

Ejercicios específicos de lápiz y papel: se ha encontrado que existen ciertos ejercicios específicos en papel y lápiz que contribuyen a desarrollar la habilidad visoespacial, entre otros:

croquis de vistas isométricas a partir de vistas ortográficas, croquis de vistas múltiples de objetos simples, transformación de 2D a 3D (plegado mental), sistemas de coordenadas 3D, transformaciones de objetos, incluyendo traslación, escala, rotación y simetría; cortes de sólidos por un plano; superficies y sólidos de revolución; combinación de objetos a partir de cortes, uniones e intersecciones (Villa, 2016, p. 98).

Así mismo, se encuentran: “dibujos isométricos y planos codificados, dibujos ortográficos [...] rotación de objetos sobre un eje, rotación de objetos sobre dos o más ejes, reflexión de objetos y simetría, cortes por planos, superficies y sólidos de revolución, boleanas (combinación de sólidos)” (Villa, 2016, p. 99).

Manipulación de modelos físicos y virtuales: se ha demostrado que la habilidad visoespacial mejora cuando se enseña al estudiante a “manipular objetos, girar, mover y realizar ejercicios mentales con ellos, hacer la experiencia lo más realista posible” (Villa, 2016, p. 112). Para ello se pueden utilizar modelos físicos reales de cartón u otros materiales. La manipulación activa de objetos reporta ganancias en la visualización espacial. Esto también puede lograrse mediante la animación interactiva con modelos virtuales.

Aplicaciones: se ha observado una mejoría notoria en los estudiantes que utilizan sistema multimedia para resolver problemas de visualización y una mejora cualitativa en los razonamientos realizados. Sin embargo, en algunos casos se ha demostrado que tanto la manipulación por ordenador, materiales impresos mejorados con videoclips digitales y la instrucción convencional mediante materiales impresos, mejora significativamente las tareas de

visualización espacial. Esto significa que las aplicaciones ayudan a complementar la enseñanza de la habilidad visoespacial, pero no es la única forma de lograrlo.

Modelar objetos en 3D: existe una mejora en la habilidad visoespacial mediante el uso del modelado 3D, pero con asistencia del profesor; de lo contrario, no se han observado beneficios. Para que los estudiantes logren aprovechar este método, deben participar activamente en las actividades programadas para la resolución de problemas que generen oportunidades para reproducir lo que otros están haciendo y discutir los procedimientos o conceptos relacionados (aprendizaje constructivista).

Geometría descriptiva: se ha demostrado que el estudio de la geometría descriptiva genera una mejora importante en las habilidades visoespaciales. Este conjunto de técnicas geométricas que permiten representar el espacio tridimensional sobre una superficie bidimensional ayuda a desarrollar esta habilidad mientras resuelve problemas espaciales.

Otros: Existen otras herramientas y métodos que han sido útiles para formar la habilidad visoespacial: interfaces caligráficas, video juegos, software CAD, realidad aumentada, dispositivos móviles.

Estas herramientas y métodos se consideran dentro de la estrategia pedagógica a plantearse dentro de esta investigación, entendiendo que se puede lograr una participación más activa del estudiante, pero sin irse a extremos de privilegiar uno u otro método. Cada uno de ellos ha demostrado ser complementario para la formación de la habilidad visoespacial.

Estrategia pedagógica, un camino para mejorar aprendizajes. La intervención educativa es “la acción intencional para la realización de acciones que conducen al logro del desarrollo integral del educando” (Tourriñán, 2011, p. 284), a su vez, la intervención pedagógica “la acción intencional que desarrollamos en la tarea educativa se ordena realizar con, por y para

el educando con los fines y medios que se justifican con fundamento en el conocimiento de la educación y el funcionamiento del sistema educativo” (Tourinán, 2011, p. 284). De esta manera se destaca que la intervención pedagógica tiene un nivel de competencia técnica (pedagógica) para hacer efectiva la meta de la acción.

Ahora, la ‘estrategia’ hace referencia al “arte de coordinar acciones y de maniobrar para alcanzar un objetivo” (Díaz, 1999, p. 76). En el ámbito educativo, “las estrategias pedagógicas son todas las acciones realizadas por el docente con el fin de facilitar la formación y el aprendizaje de los estudiantes” (Gamboa, García, & Beltrán, 2013, p. 103). Esto implica que la estrategia pedagógica abarca el actuar del docente orientado por objetivos y las características particulares de los grupos, donde se contempla el uso de recursos y materiales, la manera de interactuar con los estudiantes y la forma de evaluar sus procesos.

En fin, teniendo en cuenta estos aportes, se puede definir la estrategia pedagógica como la dirección teórico-práctica del proceso pedagógico para alcanzar objetivos de aprendizaje en estudiantes, grupos o instituciones educativas, los cuales están soportados en el diagnóstico y comprensión contextual de las problemáticas del aula, y que involucra la coordinación y evaluación de maniobras, acciones, interacciones, espacios, materiales y recursos para la consecución de dichos fines.

Dicha estrategia puede incluir técnicas didácticas para una enseñanza más formativa, como lo indica Herrán (2011):

Planificación flexible: existencia de cierto margen de improvisación y la solución de problemas in situ.

Adaptación contextual al espacio, tiempo, distribución, horario, número de alumnos, tipo de asignatura, entre otras decisiones metodológicas.

Clima distendido y gratificante como requisito para la confianza, el ambiente cooperativo, la presencia del humor.

Participación activa: protagonismo del estudiante sobre las explicaciones docentes, aprendizaje compartido.

Satisfacción de los alumnos: el aburrimiento se localiza en una transmisión que no conecta con el destinatario, mientras que para quien realiza algo nuevo existe satisfacción y deseo de continuidad.

Productividad: lo creativo es que desemboca en un producto o realización, no la reproducción de teorías o lo dicho por otros.

Consciencia del autoaprendizaje: es la sensación de que se ha cambiado internamente en conocimientos, actitudes, inquietudes, vinculaciones con la vida, impactos, entre otros.

Satisfacción del docente: consiste en la comunicación de la satisfacción con el trabajo, lo que produce mejores respuestas de los alumnos, mejora la comunicación, gana liderazgo. (p. 2)

De estas estrategias didácticas se puede deducir que un enfoque constructivista permite que el estudiante aprenda mientras se involucra en situaciones de la vida real que le demanden solución de problemas en las que sus conocimientos y habilidades disciplinares entren en juego. Por lo tanto, se considera que este modelo educativo y las estrategias consecuentes con él permiten un aprendizaje significativo de las habilidades visoespaciales de los estudiantes de Diseño Industrial de las universidades del país que oferten esta carrera.

Marco Legal

El marco constitucional enfatiza el carácter garantista de la carta política y reconoce la educación como un derecho de todos los ciudadanos. El artículo 27 “el estado garantiza las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra”. Plantea de manera clara el carácter liberal con que se regula el tema. A diferencia de la anterior constitución, en esta se deja establecida una visión amplia para que las diferentes comunidades diseñen planes educativos que

realmente aborden las dificultades de su propia realidad y generen alternativas de solución a las mismas.

Por su parte, en los artículos 26 – 67 de la Constitución se establece que la educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura. La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente. El Estado, la sociedad y la familia son responsables de la educación, que será obligatoria entre los cinco y los quince años de edad y que comprenderá como mínimo, un año de preescolar y nueve de educación básica. La educación será gratuita en las instituciones del Estado, sin perjuicio del cobro de derechos académicos a quienes puedan sufragarlos (Constitución Política, art. 67).

Corresponde al Estado regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia de la educación con el fin de velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos; garantizar el adecuado cubrimiento del servicio y asegurar a los menores las condiciones necesarias para su acceso y permanencia en el sistema educativo. La Nación y las entidades territoriales participarán en la dirección, financiación y administración de los servicios educativos estatales, en los términos que señalen la Constitución y la ley. Bajo estas premisas el presente proyecto hace parte de las diversas acciones pedagógicas que buscan mejorar la satisfacción del derecho a una educación pertinente y de calidad para la población colombiana.

Por su parte la Ley 115 de 1994, la Ley General de Educación, indica que la educación es:

Un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes, que requiere un educador de reconocida idoneidad moral, ética, pedagógica y profesional y consagra que la educación postsecundaria debe atender estas finalidades (art. 1, Ley 115 de 1994, p. 1).

La Ley 30 de 1992 Organización de la Educación Superior, en el Artículo 28, establece la autonomía universitaria para:

Crear, organizar y desarrollar sus programas académicos, definir y organizar sus labores formativas, académicas, docentes, científicas y culturales, otorgar los títulos correspondientes, seleccionar a sus profesores, admitir a sus alumnos y adoptar sus correspondientes regímenes, y establecer, arbitrar y aplicar sus recursos para el cumplimiento de su misión social y de su función institucional (art. 28, Ley 30 de 1992).

De igual manera, está el Decreto 1075 de 2015, por el cual se reglamenta el registro calificado de que trata la Ley 1188 de 2008 y la oferta y desarrollo de programas académicos de educación superior. Así mismo, estos programas deben construirse en espacios de renovación y actualización metodológica y científica y responder a las necesidades de formación de comunidades científicas, académicas y a las del desarrollo y el bienestar social.

Finalmente, la ley 157 de 1994 y el decreto 264 de 1995 se reconocen el Diseño Industrial como una profesión y se reglamenta su ejercicio en cuanto a los requisitos para ejercerla, estudios universitarios, se crea la Comisión profesional colombiana de Diseño Industrial, las sanciones y otras disposiciones.

Caracterización de la población

La presente investigación hace una revisión documental acerca de las necesidades de aprendizaje de la habilidad visoespacial en la carrera de Diseño Industrial en la Educación Superior. La población de estudio son los estudiantes de Diseño Industrial de una institución de educación superior, de la jornada diurna, quienes cursan asignaturas de expresión gráfica, expresión tridimensional, geometría descriptiva.

Estos estudiantes pertenecen a un nivel socioeconómico medio, tienen entre 18 a 22 años y reciben ayuda económica de los padres, muchos de ellos asisten sin interés a las clases, lo hacen por la nota y gran parte de su tiempo no lo dedican a sus estudios, sino a actividades recreativas

Son estudiantes con habilidades artísticas pero que carecen de un pensamiento matemático o visoespacial que permita racionalizar el diseño y representar adecuadamente artefactos que brinden soluciones a la realidad.

Proceder metodológico

Enfoque del ejercicio investigativo

Debido a que el interés es conocer las necesidades generales de un grupo de estudiantes respecto a la habilidad visoespacial, además de analizar el modelo pedagógico de una Institución de Educación Superior de Bogotá, la presente investigación tiene un enfoque combinado entre cuantitativo y cualitativo, el cual es definido por Hernández, Fernández, & Baptista (2014) como un *método mixto*. Más exactamente este método mixto es definido como:

[...] un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández et al., 2014, p. 546).

En esta investigación, la información utilizada es cuantitativa y cualitativa, la cual está disponible en documentos que han obtenido resultados acerca de la población analizada y que muestren cual es el modelo pedagógico de la carrera de Diseño Industrial dentro de una Institución de Educación Superior de Bogotá.

Metodología central

Mientras tanto, la investigación de tipo documental, la cual “consiste en un análisis de la información escrita sobre un determinado tema, con el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al tema objeto de estudio” (Bernal, 2010, p. 111).

A su vez, se aborda el estudio mediante un tipo de investigación *proyectiva* la cual consiste en la elaboración de una propuesta o modelo para solucionar un problema y propone

soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta (Hurtado de Barrera, 2012, p. 133). Este tipo de investigación cubre unos estadios en sus etapas: fase diagnóstica (estadios exploratorio y descriptivo), fase explicativa (estadios analítico, comparativo y explicativo), fase de propuesta y escenarios (estadio predictivo) (Hurtado de Barrera, 2012, p. 140).

En el caso de la presente investigación, estos dos diseños de investigación se conjugan para recoger y analizar información documental para las fases anteriormente explicadas. Para la *fase diagnóstica y explicativa* se analiza un estudio hecho por el autor de esta tesis en la carrera de Diseño Industrial, estudios de otros autores en la misma carrera en instituciones de educación superior, alrededor de las necesidades educativas en esta disciplina y documentos oficiales del modelo pedagógico utilizado para la formación en esta carrera profesional; para la *fase de propuesta* se retoma el análisis de los documentos anteriormente mencionados, teoría pedagógica sobre la enseñanza de habilidades visoespaciales y teorías sobre cómo diseñar una estrategia pedagógica.

Técnicas

En la investigación se siguen dos técnicas: análisis documental y análisis de contenido. Por un lado, el *análisis documental* consistió en la revisión, lectura y redacción de resultados de acuerdo a la documentación consultada, según las fases propuestas por (Ortiz, 2015, p. 69).

Mientras tanto, el *análisis de contenido* consiste en identificar elementos comunes en la información recolectada (en este caso, la transcripción de entrevistas y encuestas), asignar categorías y extraer conclusiones. En términos de Galeano (2015), el análisis de contenido

“consiste en una transformación del texto que está siendo sometido a análisis, regida por reglas y procedimientos definidos, y que debe ser justificada por el investigador teórica y metodológicamente mediante una interpretación adecuada” (p. 126). El análisis de contenido permite hacer inferencias válidas y repetibles de diversidad de textos.

Diseño de instrumentos

De acuerdo a las técnicas anteriormente descritas, los instrumentos de investigación son fichas bibliográficas para el análisis documental (ver anexo 1) y cuadro de registro y clasificación de categorías para el análisis de contenido (ver anexo 2).

Categorías o variables según el enfoque. La información documental se organizó en tres categorías, las primeras dos permiten consolidar la fase diagnóstica y explicativa, mientras que la tercera categoría aporta los elementos para la fase de propuesta:

- *Análisis de planes de curso y lineamientos curriculares:* consiste en la evidencia documental que demuestre que el plan de curso y lineamientos curriculares es inadecuado para la enseñanza de la habilidad visoespacial y la expresión gráfica.
- *Propuestas y experiencias de mejora:* abarca los métodos y herramientas pedagógicas que han demostrado funcionar o que tienen potencial para formar habilidades visoespaciales en los estudiantes.

Tratamiento de la información

El proceso metodológico del análisis de contenido consiste en precisar el objetivo y medios para lograrlo, definir el material empírico a analizar, determinación de unidades de registro y análisis, codificación y categorización, interpretación de los datos y elaboración de conclusiones (Galeano, 2015, p. 128).

La información recolectada se revisa y los apartes importantes se codifican según el cuadro de registro y clasificación de categorías. A continuación, dentro de cada categoría se procede a sistematizar la información mediante labores de contraste, sintetización, conexión y comparación.

Como la mayoría de información es cualitativa la información se resume y se presenta en el documento final organizada en el orden de las categorías y atendiendo primero al diagnóstico y explicación, y segundo, las propuestas y experiencias de mejora. En los casos que la información sea cuantitativa, se presentan porcentajes de participación y gráficos en donde se requiera. Finalmente, esta información permite consolidar la estrategia pedagógica que permite mejorar las habilidades visoespaciales de los estudiantes, la cual se presenta mediante tablas y gráficos.

Trabajo de campo – aplicación de los instrumentos

El trabajo de campo realizado inicialmente encontró alrededor de 100 documentos aparentemente relacionados con la temática, pero finalmente se filtró y se trabajó con menos de la mitad de ellos, debido a que no todos estaban relacionados con diseño industrial, habilidades visoespaciales o propuestas para fortalecer estas habilidades.

Una vez elegidos los documentos, se inició la lectura y selección de apartes que podrían atender a alguna de las categorías establecidas. Cada sección seleccionada se le asignó su codificación (categoría) para luego hacer relectura dentro de cada uno de estos grupos de citas dentro de cada categoría, con el fin de resumir y redactar resultados.

Para el diseño de la estrategia pedagógica, se hace un análisis de las falencias más importantes en los estudiantes y en el modelo pedagógico y, con el contraste de fuentes teóricas,

se establecen unos objetivos, componentes y acciones pedagógicas para fortalecer la habilidad visoespacial de los estudiantes de Diseño Industrial en una Institución de Educación Superior de Bogotá, cuya aplicabilidad se extiende a todas las universidades del país donde se ubica esta carrera.

Resultados

Diagnóstico

En esta sección de los resultados, se exponen los problemas y necesidades encontradas en los estudios realizados en una Institución de Educación Superior de Bogotá que dan cuenta de las falencias de la habilidad visoespacial. Así mismo, se exponen las debilidades del modelo educativo que están relacionadas con dichas falencias. Esta identificación permite que la estrategia pedagógica se enfoque en las mayores debilidades que presentan los estudiantes.

Problemas y necesidades que poseen los estudiantes respecto a las habilidades visoespaciales. En los documentos analizados, se identifican algunas problemáticas y necesidades de los estudiantes de Diseño Industrial. Una primera problemática proviene de la educación secundaria y media que reciben los estudiantes la cual tiene falencias en la formación de la habilidad visoespacial, lo cual se refleja en las debilidades que presentan los graduados de Diseño Industrial en competencias relacionadas con esta habilidad. En efecto, Quintana (2006, 2010, 2013) ha insistido que en los estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad Autónoma de Colombia tienen problemas en la expresión gráfica debido a las debilidades que traen desde el bachillerato.

En Colombia, las pruebas Saber PRO miden el desarrollo de competencias con las que egresan los estudiantes universitarios. Para las carreras de Diseño Industrial existen componentes evaluados que se relacionan con el pensamiento visoespacial como el razonamiento cuantitativo y la generación de artefactos. Se puede observar en la figura 4 que, a nivel nacional, entre el 43% y el 51% de los graduados tuvieron respuestas erradas en el componente de razonamiento cuantitativo. Mientras tanto, en la una institución educativa de educación superior de Bogotá, los

graduados del programa de diseño industrial tuvieron entre el 40% y el 49% de respuestas erradas. Esta es una cifra elevada que genera alerta naranja según los criterios del ICFES.

Afirmación	Programa	Institución	Sede	Grupo de referencia	Grupo de referencia NBC **
Valida procedimientos y estrategias matemáticas utilizadas para dar solución a problemas.	49%	48%	48%	50%	51%
Frente a un problema que involucre información cuantitativa, plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas.	41%	43%	43%	44%	44%
Comprende y transforma la información cuantitativa y esquemática presentada en distintos formatos	40%	41%	41%	42%	43%

Fuente: ICFES (2019)

Figura 4. Resultados Saber Pro del componente de “razonamiento cuantitativo” en la carrera de Diseño Industrial en una institución de educación superior de Bogotá, año 2018.

Mientras tanto, en la competencia específica de “generación de artefactos” se observa que, a nivel nacional para la carrera de Diseño Industrial, obtuvo entre el 47% y el 66% de respuestas erradas. Por su parte, la institución de educación superior no se queda atrás y los graduados de la carrera de Diseño Industrial obtuvieron entre el 42% y el 45% de respuestas erradas. Este es un nivel que, aunque más bajo que a nivel nacional, representa un nivel de alerta naranja para los criterios que maneja el ICFES, lo cual plantea la necesidad de reforzar estas áreas (ver figura 5).

Por otro lado, Quintana & Barbosa (2009) ha encontrado que las patologías más recurrentes en los dibujos analizados de estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad Autónoma de Colombia son: la ausencia o escasa comprensión espacial; la difícil interpretación de volúmenes, desde su composición y posterior representación; manejo de un andamiaje

estructural truncado desde el concepto mismo de estructura para el dibujo y dificultad en el razonamiento espacial cuando entran en juego más de un objeto a ser representado (p. 48).

Afirmación	Programa	Grupo de referencia	Grupo de referencia NBC **
Concreta artefactos	42%	47%	47%
Otorga sentido a los artefactos teniendo en cuenta las prácticas socio-culturales	45%	52%	52%
Comprende la lógica de producción del artefacto en relación con los medios y recursos disponibles	64%	66%	66%
Indaga en el contexto para determinar la situación a intervenir	45%	51%	51%

Fuente: ICFES (2019)

Figura 5. Resultados Saber Pro del componente de “generación de artefactos” en la carrera de Diseño Industrial en una institución de educación superior de Bogotá, año 2018.

Un análisis más específico de los dibujos hechos por los estudiantes en la asignatura de expresión básica confirmó la premisa que tenían varios profesores del Área de Expresión del programa: los estudiantes no presentan destrezas suficientes para ser considerados como pensadores del objeto (en abstracto) y representantes de objetos y su espacio (habilidad visoespacial); es decir, existen debilidades en las competencias necesarias en los estudiantes para expresar un volumen concreto en la situación espacial también concreta (Quintana et al., 2011, p. 49).

La tabla 1 muestra el desempeño de los estudiantes en tres métodos de representación: mano alzada, modelación tridimensional mediante técnicas computacionales y delineado; evaluados³ en aspectos como proporción y escala; volumen, luz y sombra y acabados visuales.

³ Esta evaluación tiene cuatro niveles: *Alto*: se considera un nivel más que satisfactorio, sobresaliente. *Medio*: un nivel promedio, apenas satisfactorio. *Bajo*: un nivel insuficiente, con poca claridad en el ítem estudiado. *Nulo*: un

Tabla 1. Desempeño de los estudiantes de diseño industrial de la FUAC en la representación a mano alzada.

Mano alzada				
Alto	Medio	Bajo	Nulo	Aspecto evaluado
14.28%	28.57%	37.71%	21.42%	Proporción y escala
10.71%	17.85%	50%	21.42%	Volumen, luz y sombra
10.71%	21.42%	50%	17.85%	Acabados visuales
Modelación tridimensional mediante técnicas computacionales				
Alto	Medio	Bajo	Nulo	Aspecto evaluado
30.55%	42.22%	23.88%	3.88%	Proporción y escala
11.66%	39.44%	47.7%	1.11%	Volumen, luz y sombra
10.55%	35.55%	51.66%	2.22%	Acabados visuales
Delineado				
Alto	Medio	Bajo	Nulo	Aspecto evaluado
28.36%	40.38%	25%	6.25%	Proporción y escala
11.53%	36.53%	48.07%	3.84%	Volumen, luz y sombra
10.57%	33.65%	51.44%	4.32%	Acabados visuales

Fuente: Quintana et al (2011, p. 49).

En el método de representación a *mano alzada* se observa que la mayoría de estudiantes poseen un nivel bajo o nulo en los tres aspectos evaluados, lo que evidencia una falta de capacidad para expresar gráficamente la tridimensionalidad desde un referente o un concepto abstracto (Quintana et al., 2011, p. 50). Explica Quintana et al (2011) que la mayoría de dibujos son un resultado poco concienzudo desde el punto de vista de la medición, donde existen fallas en la representación, a pesar de que el estudiante puede visualizar y manipular el objeto en la clase (p. 50).

Respecto al tipo de representación de *tridimensionalidad mediante técnicas computacionales* se evidencia en la tabla 1 que existe un mayor porcentaje de estudiantes que

nivel dentro del que caben trabajos que desprecian el ítem contemplado o aparecen dentro del dibujo sin criterio o evidencia de reflexión.

tiene un dominio alto y medio en los aspectos evaluados. Esto se debe a que el software de modelamiento tridimensional tiene herramientas predeterminadas que facilitan al estudiante la apropiación y experimentación intuitiva en el uso de acabados visuales, volumen, luz, sombra, etc. (Quintana et al., 2011, p. 50).

En el método de representación del *delineado* también se observa una participación alta de estudiantes con niveles bajo y nulo de desempeño en los aspectos evaluados. En palabras de Quintana et al (2011): “este hecho es de fácil inferencia por la fuerte preocupación del estudiante por el delineado mismo (realizado gracias a herramientas) que configura suficientemente el andamiaje estructural del dibujo tridimensional” (Quintana et al., 2011, p. 52).

Finalmente, Quintana et al (2011) concluye de las entrevistas hechas a profesores que los estudiantes tienen el potencial para realizar construcciones geométricas a nivel tridimensional, pero carecen de autonomía e iniciativa para realizar buenos trabajos, pero pierden el impulso de la actividad si el docente no está presente (p. 54). La falta de práctica conduce a la pérdida de conocimientos, sobre todo si se usa software de diseño (p. 55).

Análisis de los planes de curso, lineamientos curriculares y el desarrollo del pensamiento visoespacial. En esta sección se realiza un análisis del modelo pedagógico que posee una institución de educación superior de Bogotá a través de sus documentos oficiales y la evidencia empírica de autores respecto a las falencias que trae el modelo actual para la enseñanza del pensamiento visoespacial.

Los *Lineamientos curriculares institucionales de pregrado de la Institución de Educación Superior de Bogotá* establecen en sus orientaciones pedagógicas el reto de la superación del modelo pedagógico-didáctico tradicional, por modernas concepciones de la pedagogía y la didáctica. Así mismo, plantea su fundamentación en desarrollos paradigmáticos

científicos pedagógicos didácticos, el uso pedagógico de las nuevas tecnologías, la creación de ambientes de aprendizaje significativo. El documento también habla de la función orientadora y facilitadora del docente y la función de autoaprendizaje, autoformación y autorregulación del estudiante.

Como se puede inferir de estos lineamientos oficiales es que en el papel se enuncian elementos muy cercanos a una vertiente constructivista de la pedagogía y se aleja del modelo tradicional, pues no se evidencian palabras relacionadas con lo memorístico, la transmisión del conocimiento, etc. Esto mismo sucede con la guía de cátedra de la asignatura Geometría Descriptiva de la Institución de Educación Superior de Bogotá dentro de la carrera de Diseño Industrial, donde establece que la metodología de enseñanza es la clase magistral, ejercicios prácticos de aplicación y comprobación dentro y fuera del aula, investigación y desarrollo de ejercicios (planchas y maquetas).

No obstante, como se muestra a continuación, lo determinado oficialmente en cuanto al modelo pedagógico, dista mucho de lo que en realidad se lleva a cabo en el aula en la carrera de Diseño Industrial, pues las clases están impregnadas más por la visión tradicional y conductista de la educación, que por los preceptos constructivistas que se promulgan en estos documentos oficiales.

El estudio realizado por Quintana et al. (2011) demuestra que la actitud del profesor influencia de una manera notable el desempeño del estudiante en términos de rigurosidad desde un punto de vista de aplicación de conceptos base para cada uno de los ejercicios. Realizaron un análisis de las clases dentro de la carrera de Diseño Industrial y obtuvieron conclusiones interesantes en diversos aspectos, los cuales se detallan como sigue (Quintana et al., 2011, p. 58):

Metodología. Un elemento facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje son las ayudas didácticas, por ejemplo, el empleo de un modelo físico tridimensional que facilite en los estudiantes su comprensión y facilitación. Sin embargo, existen unas falencias expuestas por Quintana et al. (2011):

- Hay bajo nivel de instrumentación en construcciones geométricas, es decir el docente no exige al estudiante los materiales mínimos necesarios para la realización de una clase de construcciones geométricas, en consecuencia, al estudiante le toca seguir de lejos la clase, sin ningún tipo de práctica.
- El trabajo en clase es totalmente conductista, esto es, el proceso de los ejercicios es de estricto manejo del docente, lo que dificulta la generación de una agenda personal de la clase y gusto por la misma.
- El tablero no convoca la atención del estudiante, el docente se encarga de llenar el tablero con ejemplos para el desarrollo del ejercicio propuesto, pero no gestiona el direccionamiento visual y atención del estudiante (p. 58).

Didáctica. Un aspecto positivo es que el docente participa en el desarrollo del ejercicio de manera simultánea con los estudiantes. No obstante, Quintana et al (2011) expone algunos elementos negativos:

- Baja eficiencia de la comunicación por la cantidad de estudiantes: En grupos pequeños se facilita el seguimiento al desarrollo individual de los estudiantes y procurar la solvencia de dificultades; aspecto que en grupos grandes se dificulta.
- Seguimiento inadecuado de la ejecución de los ejercicios: se realiza una explicación única y previa al ejercicio a ser desarrollado por los estudiantes, los cuales en su desarrollo autónomo presentan dificultades; una sola explicación no es suficiente.
- No se induce a hábitos adecuados de trabajo: existe inadecuada disposición postural en relación a la utilización de mesas e instrumentos de trabajo, lo que impide el desarrollo apropiado de la actividad.

Este es un aspecto clave para el rendimiento del trabajo desde la instrumentación hasta la apropiación del espacio para su desarrollo (p. 58).

Actitud y aptitud de los estudiantes. Como aspecto positivo se encuentra que en algunas clases existe participación activa de los estudiantes, una premisa para la adecuada comprensión del tema. No obstante, Quintana et al (2011) encuentran algunos aspectos negativos:

- El estudiante no comprende el ejercicio: existen errores en los estudiantes cuando cambian el objeto a construir mediante axonometría, de un punto de vista a otro, sin entender su incidencia en el proceso de realización del dibujo. Este error no es corregido por el profesor.
- El grupo de estudiantes es disperso: existen brotes de indisciplina debido a que el docente no coordina el grupo. En consecuencia, las explicaciones brindadas no se capitalizan en los ejercicios desarrollados en clase.
- Bajo índice de motivación en estudiantes: la baja motivación se visualiza en la escasa asistencia de estudiantes a la sesión, sumada a la fluctuación de los estudiantes en horas de clase.
- La velocidad de respuesta del trabajo en los estudiantes es muy variable: existe diversidad en la respuesta de cada uno de los estudiantes en las aulas de informática, lo cual frena el proceso de desarrollo de la clase por parte del docente (p. 59).

Recientemente, en un estudio propio se comprobó que la metodología tradicional con la que se dicta la asignatura de geometría descriptiva no se considera adecuada para la comprensión de conceptos, pues el 55% de los estudiantes respondieron que es aceptable y el 28% respondió que es regular (Novoa, 2016). Esto conduce a una disminución de la motivación del estudiante en el conocimiento de los elementos desarrollados.

Por su parte, el 58% de los estudiantes de diseño industrial no cree que los libros de texto tradicionales sean apropiados como se quisiera para la enseñanza y aprendizaje de la geometría descriptiva. Esto se complementa con la necesidad de actualizarse en la forma de enseñar, pues

el 85% de los estudiantes considera que las herramientas empleadas en las aulas de clase deben evolucionar (Novoa, 2016).

Por otro lado, el 68% de los estudiantes considera que se siente insatisfecho con la asignatura, mientras que el 58% de los estudiantes relacionan las dificultades de la asignatura con el método usado para su enseñanza: interés solo por la calificación numérica, monotonía, baja retención de conocimientos, poca aplicabilidad de conceptos teóricos y desinterés de los estudiantes (Novoa, 2016).

Se observa entonces en este diagnóstico que los estudiantes poseen problemas para la expresión gráfica a nivel tridimensional, lo que requiere de habilidades visoespaciales desarrolladas, las cuales, en consecuencia, están con debilidades. Como una causa principal de estas falencias se encuentra el modelo pedagógico con el que se enseñan las temáticas del Diseño Industrial en la educación superior, cuyos preceptos no contribuyen al aprendizaje significativo y la motivación de los estudiantes por aprender. Por lo tanto, la estrategia pedagógica que se propone en esta investigación, busca transformar y complementar algunos de estos elementos a nivel pedagógico.

Propuesta

Partiendo de los elementos evidenciados en el diagnóstico y de los fundamentos teóricos sobre la pedagogía a nivel superior y la enseñanza de la habilidad visoespacial en el Diseño Industrial, se desarrolla una propuesta de estrategia pedagógica fundamentada en el modelo pedagógico constructivista. Enseguida se describen los objetivos, metodología, actividades, cronograma y evaluación de la misma.

Objetivos. El objetivo general de la estrategia pedagógica consiste en: Fortalecer la habilidad visoespacial, el aprendizaje significativo de la expresión gráfica y la motivación de los estudiantes de la carrera de Diseño Industrial en la educación superior.

Los objetivos específicos para lograrlo son:

Promover una actitud docente que motive a los estudiantes hacia el aprendizaje y brinde espacios de la vida real para integrar los conocimientos.

Desarrollar trabajo manual en diseño industrial y la cooperación multidisciplinar para la solución de problemáticas de la sociedad.

Modelar los diseños proyectados manualmente con el fin de mostrar los diferentes ángulos de los artefactos y soluciones planteadas.

Metodología. La estrategia pedagógica propuesta se basa en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), dentro del cual se consideran una serie de pasos en las que los estudiantes aprenden enfrentándose a la realidad, la cual les demanda conocimientos propios del Diseño Industrial. En ese proceso se genera el aprendizaje significativo de la habilidad visoespacial y los contenidos curriculares de esta carrera.

Como se puede observar en la figura 6, la estrategia propuesta gira alrededor del ABP y tiene unos componentes y unos resultados.



Fuente: autor

Figura 6. Estrategia pedagógica propuesta para la enseñanza de la habilidad visoespacial y la expresión gráfica en el Diseño Industrial.

Los componentes de la estrategia propuesta tienen un orden causal. Por un lado, se requiere primero del *apoyo docente* como facilitador del aprendizaje y el acompañamiento en la proposición de problemas adecuados a la realidad de los estudiantes, que obliguen el aprendizaje de los contenidos propios de la asignatura y el trabajo con estudiantes de otras carreras.

El apoyo docente también requiere un cambio de mentalidad en su rol de trasmisor del conocimiento, a facilitador del mismo. Esto implica que no debe entregar “masticado” al estudiante todo, sino que debe dejar que él mismo descubra que en la realidad requiere ciertas herramientas técnicas para hacer proyecciones adecuadas de objetos. Este aprendizaje por demanda le permite al docente integrar los conocimientos de la asignatura en el momento en el que el estudiante lo requiera al enfrenarse con la realidad.

Así mismo, el docente también debe tener una actitud adecuada. En este caso, su rol ya no es la transmisión del conocimiento, sino la trasmisión de una actitud de satisfacción por el

trabajo que hace un diseñador industrial y su aporte a la sociedad. Esto produce, por reflejo, una actitud similar en los estudiantes, mejora la comunicación y el docente gana liderazgo.

Luego, existe la necesidad de que estos problemas que los estudiantes van a resolver sean trabajados de manera *manual en equipos multidisciplinarios* en donde tengan que, por ejemplo, diseñar un artefacto que facilite algún procedimiento médico o un mueble de oficina que facilite el trabajo de escritorio de los Contadores Públicos, o el acompañamiento del diseño de equipos y objetos dentro de las carreras de ingeniería y arquitectura.

El trabajo del estudiante de diseño industrial es recoger las necesidades del campo, retroalimentarlas con los conocimientos de estudiantes de otras disciplinas y diseñar a mano alzada, en ese mismo instante, el objeto que puede solucionar la problemática planteada. Todo este proceso conlleva el acompañamiento del docente y la guía en respecto a los conocimientos necesarios para proyectar los artefactos ideados. Los bosquejos realizados por el estudiante de diseño industrial se han obtenido mediante técnicas de proyección aconsejadas y evaluadas por el docente

No obstante, un dibujo tridimensional en papel no muestra todos los ángulos del objeto planteado, haciéndose necesario trasladarlo al *Diseño Asistido por Computador*. El uso de software de diseño debe utilizarse sólo al final para que el Diseñador Industrial pueda transmitir de mejor manera sus soluciones al equipo, al resto de la clase y, en su labor profesional, a sus equipos de trabajo y clientes. Esta herramienta tecnológica no debe utilizarse si no se ha hecho previamente el trabajo a mano alzada, pues de no ser así, el estudiante no va a desarrollar la habilidad visoespacial de, generando dependencia a un software que piensa por él.

Al final, el apoyo docente debe integrarse de nuevo con el fin de complementar los conocimientos temáticos que posiblemente no se alcanzaron a trabajar en la práctica o que

requieren reconceptualizarse para otras aplicaciones en el campo. Esto es necesario para que el conocimiento se encapsule en un contexto netamente práctico que corresponde a una carrera técnica o tecnológica de Diseño Industrial; en su lugar, para que el estudiante tenga los elementos teóricos y procedimentales que le permitan convertirse en un profesional en Diseño Industrial.

El resultado de la integración de estos componentes consecutivos es que el estudiante logra el desarrollo de la habilidad visoespacial para resolver problemas en la vida real que le van a requerir colaborar con conocimientos de otros campos, el aprendizaje significativo de la expresión gráfica de artefactos e incrementa su motivación para aprender, pues, se supera el campo teórico y se inserta el estudio en la realidad.

Actividades y cronograma. Siguiendo el esquema de la estrategia pedagógica propuesta, se plantean las actividades para desarrollarla en cada uno de los componentes planteados (ver tabla 2). También se muestra el cronograma de ejecución de estas actividades, lo que evidencia que cada una de ellas resulta crítica para la siguiente.

En la primera semana de clases el docente hace su clase introductoria de la asignatura, las temáticas a abordar y explica la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos, explicando que el objetivo de la asignatura en todo el semestre es obtener un producto final (diseño de un artefacto) que dé una solución a alguna problemática de la sociedad. En esa misma semana el docente da las pautas del trabajo que hay que desarrollar con el problema que se elija, con el fin de poder abarcar los contenidos necesarios dentro de la asignatura.

Tabla 2. Actividades y cronograma de la estrategia didáctica.

Semana	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. ACTITUD Y APOYO DOCENTE																
1.1. Explicación general del docente sobre la asignatura, las temáticas a abordar y la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas																
1.2. Asignación o elección del problema a resolver en cada grupo de estudiantes																
1.3. Apoyo y acompañamiento al trabajo de los estudiantes.																
2. TRABAJO MANUAL MULTIDISCIPLINAR																
2.1. Trabajo en grupo para lluvia de ideas para las soluciones preliminares a la problemática a resolver.																
2.2. Dibujo a mano alzada de los artefactos que pueden solucionar la problemática y elección de uno de ellos para su acabado final.																
2.3. Clase magistral – práctica de afianzamiento y dotación de herramientas y métodos.																
2.4. Presentación de diseños finales con las herramientas dadas por el docente.																
3. DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADOR																
3.1. Desarrollo del artefacto diseñado en papel al software de diseño.																
3.2. Discusión en grupo sobre el diseño final																
3.3. Exposición ante el grupo																
3.4. Clase magistral – práctica de afianzamiento y dotación de herramientas y métodos.																
3.5. Presentación de diseños finales con las herramientas dadas por el docente.																

Fuente: Autor

De una clase a otra los estudiantes organizan grupos de trabajo, indagan posibles problemas que puedan tener estudiantes o profesionales de otras disciplinas y plantean una problemática que desean resolver.

Una vez se elige el problema, en la segunda semana los estudiantes hacen lluvia de ideas e indagan posibles diseños que puedan solucionar los problemas abordados. En la tercera semana se hacen diseños a mano alzada de los artefactos solución y se elige uno de ellos para mostrarlo y explicarlo en clase.

En este punto los estudiantes ya se han enfrentado a inconvenientes en la forma de proyectar el diseño, pues no poseen todos los elementos técnicos y metodológicos para hacerlo de la manera adecuada. Por lo tanto, es conveniente que en la semana 4 y 5 el docente haga clase

magistral con los estudiantes para afianzar conocimientos faltantes y para dotarlos de los métodos y herramientas de diseño para que los diseños a mano alzada cumplan con las condiciones profesionales necesarias. Lo interesante de estas clases magistrales es que el estudiante va a estar más motivado y pendiente de la clase pues todo lo que indique el docente es totalmente aplicable a su realidad y su interés por solucionar una problemática determinada. En este punto es donde el conocimiento que imparte el docente se vuelve más significativo.

Luego de estas clases, en la semana 6 y 7 los estudiantes deben volver a sus diseños, ajustarlos, reformularlos o complementarlos con el fin de que cumplan criterios de calidad y presentarlos de nuevo ante el grupo. De esta manera, en la clase se puede hacer retroalimentación y aprender de los artefactos que todos han diseñado.

En la semana 8 y 9 los estudiantes tendrán espacio para utilizar software de diseño y proyectar sus diseños. Como se ha explicado, el Diseño Asistido por Computadora es una habilidad que debe tener el estudiante para conocer los diversos ángulos de su artefacto de una manera más concreta y rápida. Así mismo, este diseño permite en el campo profesional la impresión o fabricación en masa de estos artefactos. El diseño por computador permite al estudiante afianzar su pensamiento visoespacial al complementar el diseño a mano alzada.

En la semana 10 y 11 los estudiantes discuten en cada uno sus grupos los diseños que han ido realizando y los exponen en la clase. En todo este proceso existe acompañamiento del docente para explicar los puntos donde existen falencias y los aspectos a mejorar.

De nuevo, es natural que los estudiantes hayan tenido inconvenientes para diseñar sus artefactos por computadora, lo cual hace necesaria otras clases magistrales en las semanas 12 y 13 para dotar a los estudiantes de herramientas y métodos profesionales para el diseño de estos artefactos. El interés, motivación y aprendizaje significativo se mantiene en estas clases debido a

que los estudiantes están aplicando en todo momento en sus artefactos la explicación que el docente indica en la clase.

Finalmente, en la semana 14 se presentan los diseños finales ante la clase, pero incorporando todas las herramientas indicadas por el docente. Además, deben incluir un presupuesto de cuánto vale producir la pieza según los materiales planteados para su elaboración. Esta presentación permite que todos los estudiantes aprendan de las experiencias de cada grupo y puedan observar diseños finales de calidad con todos los aspectos de proporción, escala, volumen, luz, sombra y acabados visuales.

Evaluación. La evaluación del impacto de la estrategia pedagógica no puede evaluarse únicamente mirando los resultados en las notas de los estudiantes, pues el aprendizaje basado en problemas lleva a los estudiantes a la experimentación, a los errores y al aprendizaje a partir de ellos. De esta manera, la forma de evaluar la efectividad de esta estrategia es mediante la observación estructurada de las clases y la evaluación cualitativa de los diseños finales. En el largo plazo esta estrategia puede demostrar efectividad en los resultados de las pruebas Saber Pro de los estudiantes graduados.

Conclusiones

La investigación realizada permite concluir que el modelo pedagógico tradicional – conductista presenta limitaciones para formar la habilidad visoespacial en los estudiantes de Diseño Industrial en la educación superior. Esto se refleja en las debilidades que tienen los estudiantes para el diseño a mano alzada en aspectos de proporción, escala, volumen, luz, sombra y acabados visuales, en la desmotivación de los estudiantes por la clase y el bajo aprendizaje que logran en las mismas.

También se concluye que un modelo pedagógico constructivista fundamentado en la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) presenta mejores oportunidades para el aprendizaje significativo en los estudiantes, el logro de una mejor habilidad visoespacial y mayor motivación dentro de las clases. Por eso los componentes planteados para la propuesta pedagógica incluyen un cambio en la actitud y apoyo docente, el trabajo manual multidisciplinar y el Diseño Asistido por Computadora.

La estrategia presentada no es excluyente, es decir, no plantea un cambio radical de un modelo tradicional a uno constructivista. Por el contrario, es complementaria al modelo actual que maneja la universidad, pero aprovecha mucho mejor la clase magistral y el saber del docente. Los aspectos que se complementan son el trabajo multidisciplinario, la aplicación de conocimientos para resolución de problemas de la sociedad y el descubrimiento propio por parte de los estudiantes.

La carrera de Diseño Industrial ha cambiado con el tiempo y el profesional en esta área dejó de ser quien trabajaba solo dentro de un cuarto a tener que trabajar de manera mancomunada con diversas áreas de la empresa, de manera creativa, para dar solución a distintas problemáticas de la misma. La propuesta pedagógica planteada entiende esta realidad y por eso

se considera que el estudiante debe aprender practicando con problemas reales dentro de sus estudios universitarios.

Recomendaciones

Esta investigación es un punto de partida que puede transformar la forma como se enseña la expresión gráfica y se fortalece la habilidad visoespacial en las carreras de Diseño Industrial en las universidades del país. Para ello se requiere hacer investigaciones complementarias que permitan conocer esta realidad de manera más completa en el país y otras que implementen estrategias como la desarrollada en esta investigación.

Es natural que en la aplicación de la estrategia pedagógica planteada se encuentren obstáculos y resistencias de todo tipo, pero todo cambio acarrea estas y demás vicisitudes. Lo que es importante entender es que ésta estrategia es susceptible de mejorarse a lo largo de su aplicación, con el fin de lograr los resultados esperados.

El Diseño Industrial es una profesión que permite el avance de la sociedad a través de artefactos que facilitan la vida diaria, por lo tanto, vale la pena los esfuerzos que se puedan realizar por formar mejores profesionales dentro de esta área.

Referencias

- Álvarez, M. Á., Morales, C., Hernández, D. R., Cruz, L., & Cervigni, M. (2015). Predictores cognitivos de rendimiento académico en estudiantes de diseño industrial. *Arquitectura y Urbanismo*, 36(1), 86-91. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1815-58982015000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Angulo, C. A., Peña, C. B., Varón, J. F., & Joaqui, S. L. (2019). Transferencia del pensamiento espacial desde el diseño industrial hacia fisioterapia. *Actas de Diseño No26*, 14(26), 251-254. Recuperado de https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_articulo=15397&id_libro=731
- Ascuntar, M. C. (2018). Evolución contextual del dibujo en diseño industrial. *Designia*, 5(2), 121-127. <https://doi.org/10.24267/22564004.333>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación: Administración, Economía, Humanidades y Ciencias Sociales* (3a ed.). Bogotá D.C: Pearson Educacion.
- Brockbank, A., & McGill, I. (2008). *Aprendizaje reflexivo en la educación superior* (Segunda Edición). Madrid: Morata.
- Cadavid, V. (2013). *Relaciones entre la metacognición y el pensamiento viso-espacial en el aprendizaje de la estereoquímica* (Universidad Autónoma de Manizales). Recuperado de http://repositorio.autonoma.edu.co/xmlui/bitstream/handle/11182/186/Relación_metacog_aprendi_viso-espacial_estereoquímica.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Camacho, S. C. (2014). Aproximación a la historiografía del diseño industrial, con énfasis en Colombia. Nodo: *Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente*, 8(16), 71-86. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5646250>
- Cartuche, N., Tusa, M., Agüinsaca, J., Merino, W., & Tene, W. (2015). El modelo pedagógico en la práctica docente de las universidades públicas del país. En M. H. Ortiz, E. Fabara, E. Isch, & C. Crespo (Eds.), *Reflexiones sobre la formación y el trabajo docente en Ecuador y América Latina* (pp. 203-231). Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/11035>
- Díaz, J. (1999). *La enseñanza y aprendizaje de las habilidades y destrezas motrices básicas*. Barcelona: Inde.
- Galeano, M. E. (2015). *Estrategias de investigación social cualitativa el giro en la mirada*. Medellín (Colombia: La Carreta Editores.
- Gamboa, M., García, Y., & Beltrán, M. (2013). Estrategias pedagógicas y didácticas para el desarrollo de las inteligencias múltiples y el aprendizaje autónomo. *Revista de investigaciones de la UNAD*, 12(1), 101-127.
- García, M., & Buitrago, Y. (2017). Modelo pedagógico de pensamiento complejo en diseño gráfico. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 8(2), 119-131.
<https://doi.org/10.22335/rfct.v8i2.392>
- Garmendia, M., Gisasola, J., & Gorozika, J. (2004). *Enseñanza de la visualización de piezas como resolución de problemas*. Presentado en XVI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Recuperado de <https://docplayer.es/91967489-Ensenanza-de-la-visualizacion-de-piezas-como-resolucion-de-problemas.html>
- Glazman, R., & Ibarrola, M. (1978). *Diseño de planes de estudio*. Mexico: CISE-UNAM.

- Gómez, M., & Polanía, N. (2008). *Estilos de enseñanza y modelos pedagógicos: Un estudio con profesores del programa de ingeniería financiera de la Universidad Piloto de Colombia* (Tesis de Maestría, Universidad de la Salle). Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/1667/T85.08%20G586e.pdf;jse>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Herrán, A. (2011). Técnicas didácticas para una enseñanza más formativa. En N. Álvarez & R. Cardoso (Eds.), *Estrategias y metodologías para la formación del estudiante en la actualidad*. Camagüey (Cuba): Universidad de Camagüey.
- Hurtado de Barrera, J. (2012). *El proyecto de investigación: Comprensión holística de la metodología y la investigación* (Séptima Edición). Caracas: Quirón Ediciones.
- Ibáñez, C. (2007). *Metodología para la planeación de la educación superior: Una aproximación desde la psicología interconductual*. Hermosillo, Sonora, México: Universidad de Sonora, Departamento de Psicología y Ciencias de la Comunicación.
- ICFES. (2017). *Informe nacional de resultados*. Colombia en PISA 2015. Ministerio de Educación Nacional.
- ICFES. (2019). Reporte de resultados programa académico Saber Pro. Recuperado 5 de octubre de 2019, de Sistema Prisma website: <http://www2.icfesinteractivo.gov.co/resultados-saber2016-web/pages/publicacionResultados/agregados/saberPro/prac/agregadosPrac.jsf#No-back-button>
- Labra, P., Kokaly, M. E., Iturra, C., Concha, A., Sasso, P., & Vergara, M. I. (2011). El enfoque ABP en la formación inicial docente de la Universidad de Atacama: El impacto en el

quehacer docente. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 37(1), 167-185.

<https://doi.org/10.4067/S0718-07052011000100009>

Lavernia, N., & Lecuona, M. (2000). *El valor del diseño, gráfico e industrial*. ADCV.

Merchán, M. S., & Henao, J. (2011). Influencia de la percepción visual en el aprendizaje.

Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular, 9(1), 93-101. Recuperado de

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5599290>

Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias: En Lenguaje,*

Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y

saber hacer con lo que aprenden. Ministerio de Educación Nacional.

Niño, R. (2019). *Propuesta pedagógica para las didácticas en el dibujo técnico y la planimetría*

de obra (Tesis de Especialización, Universidad Piloto de Colombia). Recuperado de

[http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6512/Trabajo_Grado-](http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6512/Trabajo_Grado-Didacticas_en_dibujo-RonaldNiño-Final-30-08-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[Didacticas_en_dibujo-RonaldNiño-Final-30-08-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6512/Trabajo_Grado-Didacticas_en_dibujo-RonaldNiño-Final-30-08-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Novoa, C. R. (2016). Métodos de Enseñanza-Aprendizaje de la geometría descriptiva en la

Fundación Universidad Autónoma de Colombia. *Revista Internacional de Diseño*, (3),

105-121. Recuperado de

http://www.fuac.edu.co/recursos_web/documentos/disenio/revista-inter/RIDN3.pdf

Ortiz, A. (2015). *Enfoques y métodos de investigación en las ciencias sociales*. Bogotá:

Ediciones de la U.

Ospina, C. (2004). *Nueva visita a la geometría descriptiva explorando la manera de enseñar y*

aprender. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Pérez, A., Mammarella, I., Prete, F. D., Molina, M. T. B., & Cornoldi, C. (2014). Capacidad

geométrica y memoria visoespacial en población adulta. *Psicológica: Revista de*

metodología y psicología experimental, 35(2), 225-249. Recuperado de

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5756321>

Pinar, W. (2004). *What is curriculum Theory?* New York: Routledge.

Quintana, B. (2006). *Del pensamiento al objeto industrial una relación pensamiento—Objeto industrial*. Universidad Autónoma de Colombia.

Quintana, B. (2010). *Dibujo a mano alzada en estudiantes Universitarios: Diagnóstico y conceptualización para sus ambientes de aprendizaje*. Ponencia presentada en Primer Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño, Buenos Aires.

Quintana, B. (2013). Dibujo a mano alzada en estudiantes universitarios: Diagnóstico y conceptualización para sus ambientes de aprendizaje. *Actas de Diseño*, 8(15).

Recuperado de

https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/456_libro.pdf

Quintana, B., Barbosa, I. X., & Cuenca, A. X. (2011). *Dibujo tridimensional y diseño una mirada desde la academia*. Recuperado de

<https://books.google.com.co/books?id=dfp0DwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Quintana, B., & Barbosa, X. (2009). Diagnóstico del estado de desarrollo del dibujo tridimensional en estudiantes del Programa de Diseño Industrial de la Universidad Autónoma de Colombia. *Revista Clepsidra*, 5(8), 39-62.

<https://doi.org/10.26564/19001355.482>

Ramírez, N., & Cardozo, J. J. (2013). Diseño y bienestar humano, una mirada entre 1750 y 1950.

Actas de Diseño No15, 8(15), 85-89. Recuperado de

https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=456&id_articulo=9233

- Restrepo, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 8, 9-19. Recuperado de <https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/562>
- Rojas, J. I., Fernández, A., Serrano, A., & Hernández, D. (2011). Una revisión histórica: Desde el dibujo en ingeniería hacia la ingeniería del diseño. *Dyna*, 78(167), 17-26.
- Santalla, Z. del R. (2000). *El sistema de memoria humana: Memoria episódica y semántica* (1a ed). Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.
- Touriñán, J. (2011). Intervención Educativa, Intervención Pedagógica y Educación: La Mirada Pedagógica. *Revista portuguesa de pedagogia, Extra-Série*, 283-307.
- 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). Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/96294>