

DESARROLLO DE UN KIT PARA EL APRENDIZAJE DE PRINCIPIOS DE
REPRESENTACIÓN DE VISTAS PRINCIPALES, AUXILIARES Y EN CORTE,
TENIENDO EN CUENTA LAS NORMAS APLICABLES

DANIEL ALEJANDRO AVILA MALAVER
Cod. 2163629

Director
Ing. José Libardo Rojas
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERIAS
BOGOTÁ
2019

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	4
1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
2 JUSTIFICACIÓN	6
3 OBJETIVOS	7
3.1 Objetivo general.....	7
3.2 Objetivos específicos	7
4 MARCO REFERENCIAL.....	10
4.1 Marco conceptual.....	10
4.2 Marco teorico	11
4.2 Antecedentes	13
5. REQUERIMIENTOS DE DOCENTES Y ESTUDIANTES	16
5.1 Selección de los instrumentos de recolección de datos.....	16
5.2 Diseño de los instrumentos de recolección.....	17
Diseño de la encuesta	17
<i>Diseño estadístico</i>	18
<i>Formulación de la encuesta</i>	21
<i>Resultados de la encuesta</i>	24
Diseño de la entrevista	29
<i>Formulación de la entrevista</i>	29
<i>Resultados de la entrevista</i>	31
6 METODOLOGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE.....	33
6.1 Selección de la metodología mas adecuada.....	37
7 DISEÑO Y FABRICACION DEL MATERIAL DIDACTICO	38

7.1	Diseño de las piezas solidas	38
	Niveles de complejidad del kit	39
	Modelado 3d de las piezas	41
	Fabricacion de las piezas	42
7.2	Almacenamiento del kit	107
7.3	Guia de aplicación del kit	109
7.4	Dificultades de fabricacion	109
7.5	Producto terminado.....	109
8	PRUEBA PILOTO DEL KIT DE DIBUJO TECNICO	50
9	RECOMENDACIONES.....	53
10	CONCLUSIONES	54
11	REFERENCIAS	55

ANEXOS

ANEXO 1.	Encuesta.....	21
ANEXO 2.	Entrevista.....	28
ANEXO 3.	Guia.....	56
ANEXO 4.	Planos resultado.....	56

RESUMEN

El Dibujo técnico es una disciplina instrumental de gran importancia para el ingeniero, arquitecto o técnico, ya que les permite dar a conocer de manera clara y objetiva sus ideas. Para ello es importante desarrollar habilidades en su proceso de formación (Bautista, 1996), de acuerdo con lo anterior la universidad Santo Tomas centra sus esfuerzos en implementar nuevas metodologías de aprendizaje que le permita a los estudiantes adquirir dichas habilidades y destrezas que les facilite el correcto uso de este lenguaje gráfico.

En el presente trabajo se quiere desarrollar e implementar un material didáctico de aporte a la enseñanza-aprendizaje del dibujo técnico dentro de los espacios del Programa de Ingeniería Mecánica.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente el material será basado en requerimientos recolectados de docentes y estudiantes del programa, por este motivo y teniendo en cuenta metodologías de enseñanza investigadas en la literatura, el material didáctico escogido fue un Kit de dibujo técnico donde se pretende que el estudiante sea el autor principal de su aprendizaje.

Posterior a culminar la etapa de diseño del kit, se procede a realizar la fabricación mediante el proceso de prototipo rápido, el cual fue escogido por el bajo consumo de tiempo de fabricación y cumple con los requerimientos establecidos.

Por último, se hace la implementación del kit de dibujo técnico, para ello se realiza una prueba piloto a 4 estudiantes del programa de ingeniería mecánica, donde se pretende que el estudiante sin tener conocimiento alguno del Kit, pueda desarrollar satisfactoriamente la actividad en su totalidad.

De acuerdo con la prueba piloto, se obtuvo como resultado que estas piezas físicas le permiten al estudiante adquirir de manera activa y diferente el conocimiento, también que el poder autocorregirse inmediatamente proporciona que el estudiante tenga una retroalimentación que le permita enriquecer su proceso de formación.

1 FORMULACION DEL PROBLEMA

El Dibujo técnico es una disciplina instrumental de vigencia actual, la cual permite al ingeniero, arquitecto o técnico dar a conocer de manera clara y objetiva sus ideas. Para ello es indispensable desarrollar habilidades a lo largo de su proceso formativo, que le permita comprender y manejar este lenguaje gráfico (Bautista, 1996) . Con el fin de que el dibujo técnico sea un medio de comunicación eficiente, se debe presentar de forma precisa y completa, teniendo en cuenta normas aplicables (Varela león, n.d.). Así pues, esta expresión gráfica se considera como el lenguaje que permite el intercambio de ideas entre profesionales de distintos países.

La Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Santo Tomás ofrece a los nuevos estudiantes un espacio académico que se encarga de desarrollar los conceptos básicos para la representación gráfica de elementos y sistemas mecánicos. Para ello, orienta sus esfuerzos a encontrar nuevos métodos de enseñanza que faciliten al estudiante el aprendizaje del dibujo técnico; de esta manera el curso de primer semestre se basa en la aplicación de técnicas de representación gráfica como mano alzada, dibujo con instrumentos y el uso de software CAD.

Según la ingeniera Cecilia Rivera Vergara, docente de la Facultad de Ingeniería Mecánica, “un gran número de jóvenes que ingresan a la universidad manifiestan no tener ningún conocimiento relacionado con el dibujo técnico” (Rivera Vergara, 2018), por lo que para la mayoría de ellos es desconocida la representación de elementos mecánicos de acuerdo con criterios técnicos y normativos. Debido a esto y a la falta de practica o baja experiencia con el razonamiento espacial, muchos alumnos podrían perder el interés por el espacio académico y en ocasiones por la carrera.

Por otra parte, el ingeniero Rodrigo López Vaca, docente del espacio académico Mecánica de sólidos afirma que “los estudiantes presentan falencias en el modelamiento de sólidos a través de plataformas CAD, así como en la construcción de vistas a mano alzada y su posterior análisis” (Lopez Vaca, 2018).

Lo anterior representa una serie de dificultades para los estudiantes, no sólo en las asignaturas relacionadas con la expresión gráfica, sino a lo largo de los núcleos de diseño y manufactura. Sin embargo, desde el año 2014 la Facultad ha implementado acciones para facilitar el aprendizaje y la enseñanza de la ingeniería, tomando como referencia principal la metodología CDIO (Comprender, Diseñar, Implementar y Operar), cuyos objetivos se basan en la riqueza de proyectos, actividades de aprendizaje activo grupal y rigurosos procesos de evaluación (“Worldwide CDIO Initiative,” n.d.). De esta manera, se busca brindar herramientas a estudiantes y docentes que faciliten la aplicación práctica del conocimiento adquirido en el aula.

Teniendo en cuenta la situación descrita, se propone desarrollar un kit de elementos y guías que faciliten la tropicalización de los estudiantes de primer semestre al entorno de la expresión gráfica y les permita comprender la importancia de la correcta ejecución e interpretación de planos.

2 JUSTIFICACION

Partiendo del hecho que para la Facultad es de suma importancia mantener bajos niveles de deserción y altos índices de graduación oportuna, y teniendo en cuenta que las estrategias de aprendizaje activo promueven el trabajo autónomo del estudiante, otorgándole protagonismo respecto a su proceso de formación, la elaboración de un kit para el aprendizaje de dibujo técnico contribuiría con la mejora de estos indicadores y el fomento de espacios académicos más participativos y de aprehensión de la práctica adecuada del dibujo en ingeniería, en entornos laborales simulados.

De acuerdo con la Agencia de Educación Superior de Medellín, la deserción por periodo en Colombia para el año 2016 fue del 12.5% (ODES, 2017). En el contexto de la Universidad Santo Tomas, sede Bogotá, según la ingeniera Cecilia Rivera Vergara, docente consejera de la Facultad de Ingeniería Mecánica, el programa presentó al finalizar el año 2017, un porcentaje cercano al 25% (Rivera Vergara, 2018), resaltando el hecho de que la mayoría de estudiantes desertores pertenecen a los tres primeros semestres, justamente en los que se encuentran las asignaturas Expresión gráfica y Dibujo de máquinas.

Por otra parte, la implementación de herramientas para el aprendizaje práctico del dibujo técnico se alinea con la estrategia CDIO, facilitando los procesos de docencia y enseñanza en ingeniería, ya que a través de actividades que simulan el levantamiento metrológico y la elaboración de planos, tal como se realiza en el ámbito profesional, los docentes pueden ser más eficaces en la transmisión de conocimientos y conceptos relacionados con el dibujo en ingeniería, importantes para el diseño, la manufactura y el control de calidad de producto, por ejemplo.

Así mismo, la aplicación de estos instrumentos le permite al estudiante adquirir conocimientos de ingeniería de forma activa, siendo el actor principal en el proceso de aprendizaje. Por lo que este material didáctico le permitirá al estudiante resolver un problema simulado de forma práctica y poder dar soluciones adecuadas, el alumno puede evaluar el impacto de sus decisiones, aprender de sus errores y corregir de forma inmediata. Por otra

parte, se busca que el alumno genere interés por el curso al no tratarse de un espacio académico monótono basado en enseñanza teórica. De esta manera, se pretende que el aprendizaje de conocimiento de ingeniería sea más eficaz y claro para los estudiantes que cursan la asignatura de expresión gráfica (Olmedo-Torre, Vidal, Castillo, & Rodríguez, 2017).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Desarrollar un kit para el aprendizaje de principios de representación de vistas principales, auxiliares y en corte, teniendo en cuenta las normas aplicables.

3.2 Objetivos específicos

- Definir requerimientos de docentes y estudiantes que hayan cursado el espacio académico a través de instrumentos de recolección de información adecuados.
- Seleccionar la metodología apropiada para el aprendizaje de principios de representación de vistas.
- Diseñar y fabricar el material didáctico, que incluya guías de aprendizaje, teniendo en cuenta los requerimientos y la normatividad aplicable.
- Validar la eficacia del kit a través de prácticas con docentes y estudiantes de la facultad de ingeniería mecánica, de la Universidad Santo Tomas, sede Bogotá.

4 MARCO REFERENCIAL

4.1 Marco conceptual

- Aprender haciendo: es una competencia que pretende integrar material didáctico para modificar la forma de enseñanza, que despierte en los alumnos un interés por el espacio académico. Motivando el deseo de adquirir nuevos conocimientos a través del aprender haciendo (Docente, 2017).
- Vistas principales en dibujo técnico: son las proyecciones ortogonales de un objeto definidas sobre 6 planos (plano vertical, horizontal, de perfil y sus planos paralelos), estas están definidas en la norma ISO 128-82.
- Impresión 3D: también conocido como fabricación aditiva o prototipado rápido. Es un método que produce modelos físicos tangibles en 3D mediante un proceso de unión de materiales, generalmente capa por capa. Está basado en modelos CAD. Esta tecnología reduce el desperdicio mientras se alcanza una exactitud geométrica satisfactoria (Wang, Jiang, Zhou, Gou, & Hui, 2017).
- CAD: por sus siglas en español, diseño asistido por computadora. Es un software que permite hacer uso de las nuevas tecnologías para diseñar y dibujar un elemento, este reemplazó los dibujos a mano. Es usado con gran frecuencia en la industria debido a las distintas ventajas que proporciona (Geromin, Roucoules, Malburet, & Lopez, 2018).
- Impresión fotocurable piezoeléctrica: Son procesos basados en técnicas de polimerización controlada por la luz, teniendo en cuenta la compensación entre la capacidad de fabricación y características piezoeléctricas. De acuerdo con esto, el efecto piezoeléctrico es la capacidad de ciertos materiales para generar voltaje cuando se someten a un esfuerzo mecánico (Chen et al., 2017).

4.2 Marco teórico

El desarrollo del kit de dibujo técnico está basado en la metodología de aprender haciendo, por este motivo a continuación se presentan afirmaciones y pensamientos que tienen algunos autores acerca de este método.

Para Jhon Dewey el trabajo práctico es dar grandiosas oportunidades para aprender las asignaturas de los programas académicos, no solo como información, sino como un conocimiento logrado a través de las situaciones de la vida (Ruiz & Ruiz, 2013). Con esto se da origen al método de Aprender-Haciendo el cual debe ser un programa de enseñanza práctico, que implica la experiencia de los estudiantes.

Dewey confiaba en una educación práctica, que supera la educación tradicional, centrada en el pupitre. Decía “Si los fines educativos se originan en las actividades reales de la vida, serán tantos y tan variados como la vida misma”. Por este motivo al estudiante se debe darle la oportunidad de realizar observaciones y debe tener a la mano el material de investigación necesario. Se le debe estimular a aprender actuando (Ruiz & Ruiz, 2013). Consideraba el aprendizaje como un proceso de acción sobre las cosas, no como un proceso pasivo, de recibir datos a través de los sentidos.

Por otra parte, el método del Aprender-Haciendo tenía que presentar situaciones en las que los problemas sean de la vida común y tanto el método de enseñanza del docente, como el método de aprendizaje del alumno, debían ser aspectos de un problema general de investigación. Por lo tanto, la metodología más adecuada para la enseñanza es el método de los problemas, que se caracteriza por referirse a la experiencia actual del estudiante (Ruiz & Ruiz, 2013).

Herrera Sánchez en el 2005 señalaba que la experiencia universitaria donde la enseñanza se centra no solo en el conocimiento sino también en generar habilidades, destrezas, actitudes, costumbres de pensamiento y acción desarrollan en el estudiante la competencia fundamental del aprender haciendo (Gamboa Mora & García Sandoval, 2012). De acuerdo a lo anterior,

el proceso de aprendizaje es posible a partir de la activación de procesos cognitivos, estos procesos se activan a través de las estrategias pedagógicas, la cual parte de la reflexión sobre las concepciones y prácticas docentes.

Para Vygotsky, en el aprendizaje influye de gran manera el contexto social más que las creencias y actitudes, ya que este afecta lo que se piensa y como se piensa. Este contexto social moldea los procesos cognitivos de las personas desde el momento de nacer. Según Vygotsky el contexto social debe ser considerado en diversos niveles “1.- El nivel interactivo inmediato, constituido por los individuos con quien el niño interactúa en esos momentos. 2.- El nivel estructural, constituido por las estructuras sociales que influyen en el niño, tales como la familia y la escuela. 3.- El nivel cultural o social general, constituido por la sociedad en general, como el lenguaje, el sistema numérico y la tecnología” (Ivic, 1999).

Con lo anterior se deduce que, el pensamiento de un niño se estructura de manera gradual, la maduración del pensamiento determina si este puede hacer o no ciertas actividades. Pero no necesariamente la maduración determina el desarrollo total del pensamiento, todo depende de su entorno, ya que el dominio corporal y el conocimiento de un niño que se desarrolla en un ambiente rural es diferente al del que se desarrolla en un ambiente urbano.

Por otra parte, las formas de aprendizaje tallarán en los estudiantes un juicio de adquisición-construcción de su conocimiento y destreza. Estos tipos de aprendizaje son, 1.- Activo: donde la persona aprende por sí mismo, 2.- Autorregulado: crea y percibe actividades propias, evalúa los resultados de las actividades y reevalúa nuevas actividades, 3.- Constructivo: el conocimiento individual parte de una construcción personal que interpreta las percepciones o experiencias, 4.- Situado: el contexto de aprender ofrece oportunidades reales de experimentar lo que se debe adquirir y aplicar los conocimientos, 5.- Social: indica que aprender no es un proceso exclusivamente individual, sino una interacción sociocultural (Rodríguez & L. Ramírez, 2014).

Por otra parte, es importante observar el cono de la experiencia de Dale. El cual es una pirámide que compara cuáles son los métodos de aprendizaje más y menos efectivos. Se

observa que, los métodos menos incidentes son los que implican mayor pasividad en los estudiantes. No obstante, los métodos que requieren de mayor actividad práctica por parte del alumno reciben el mayor porcentaje. Ver (Figura 1).



Figura 1. Cono de la experiencia de Dale. Recuperado de

<http://bitacoradelgaleon.blogspot.com/2007/05/edgar-dale-y-el-cono-de-aprendizaje.html>

4.3 Antecedentes

La metodología Aprender Haciendo es un programa de enseñanza práctico, con el cual los estudiantes aprenden realizando un ejercicio similar a la vida laboral. Por este motivo, se ha desarrollado material didáctico que facilite el aprendizaje de representación de vistas en dibujo técnico.

El moldeo de un sólido en un bloque de jabón o en arcilla, ha sido implementado por diversos profesores de secundaria y de universidades, como un ejercicio apropiado para aplicar la interpretación de una proyección ortogonal (Ditbutec, n.d.). Ya que los estudiantes deben obtener la pieza final teniendo en cuenta las vistas principales, auxiliares, el estudiante podrá mejorar su habilidad en interpretación de planos.

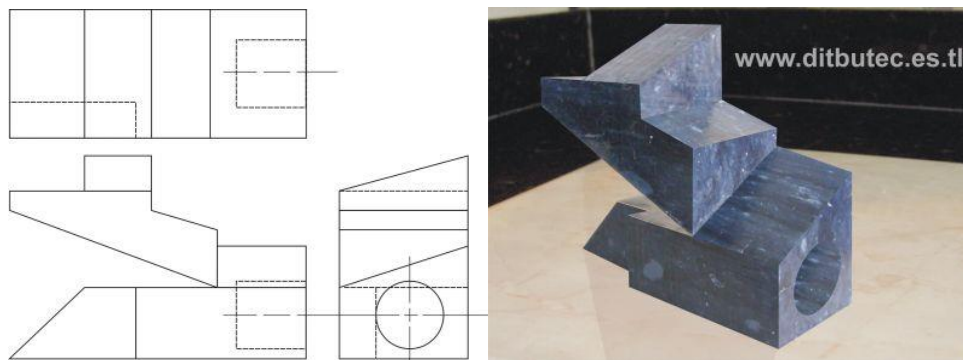


Figura 2. Modelado de un jabón. Recuperado de www.ditbutec.es.tl

Las guías prácticas son teórico-práctico, en la cual se elaboran una serie de actividades consecutivas tanto en los salones de clase como en el laboratorio asistido por computador y software CAD, con estas se pretende que el estudiante desarrolle habilidades para la elaboración de planos, correcta interpretación del lenguaje grafico para resolver problemas técnicos y elaborar proyectos propios de ingeniería (Joaquin, n.d.).



Figura 3. Guía practica de dibujo técnico. Recuperado de

<https://www.yumpu.com/es/document/read/12633494/guia-del-alumno-ies-barajas/7>

La empresa alemana GUNT Hamburg ha desarrollado un kit para dibujo técnico. El kit de modelos TZ 100 ayuda a introducir al alumno en el ámbito de la geometría descriptiva. Este kit cuenta con diez modelos de diferente grado de complejidad, dichos modelos están

fabricados en aluminio y cuentan con su respectivo estuche (Figura 2). Ya que las piezas están fabricadas con excelente precisión, se pueden realizar ejercicios de medición y acotamiento. Este kit cuenta con guías en las cuales se muestran las tres vistas y el modelo en el mismo plano, lo que permite que se pueda comparar con el trabajo realizado por el estudiante (“Productos,” n.d.).



Figura 5. Kit de dibujo GUNT (TZ100). Recuperado de

https://www.gunt.de/images/datasheet/1423/TZ-100-Dibujo-tcnico-representacin-en-tres-plantas-gunt-1423-foto_totale.jpg

El kit de modelos TZ 110 sirve de apoyo al proceso inicial de aprendizaje en el dibujo técnico, de la pieza real a la representación de sus vistas en un dibujo industrial (Figura 3). Este cuenta con 18 piezas de aluminio. Sirve para prácticas de medición y acotamiento (“Productos,” n.d.).



Figura 6. Kit de dibujo GUNT (TZ110). Recuperado de

https://www.gunt.de/images/datasheet/1424/TZ-110-Modelos-cilndricos-con-cortes-paralelos-al-eje-gunt-1424-foto_total

5 REQUERIMIENTOS DE DOCENTES Y ESTUDIANTES FRENTE AL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA EXPRESION GRAFICA

5.1 Selección de los instrumentos de recolección de datos

Con el objetivo de establecer los requerimientos de docentes y estudiantes del programa de Ingeniería Mecánica frente al diseño de una ayuda didáctica para la enseñanza y aprendizaje del dibujo técnico, se propone el uso de instrumentos para recolección de información tales como la encuesta, la entrevista, el grupo focal o etnografía, entre otros. Para determinar los instrumentos adecuados se aplicará una matriz de comparación por pares, en la cual se comparan varios aspectos de los diferentes instrumentos de recolección, con el fin de obtener los más adecuados para este proceso.

Para la siguiente matriz de comparación, cumplir con el requerimiento se muestra como 1 y no cumplir se muestra como 0. Después de llenar la matriz con su número correspondiente se realiza la suma total con su respectivo porcentaje. al final el instrumento de recolección de datos con mayor porcentaje es el escogido.

	Cualitativa	Cuantitativa	Implementación Específica	Implementación Gran cantidad de	Fácil	Implementación en	Poco tiempo de implementación	Implementación	Pocos recurso para	Implementación por medios	Total	Porcentaje
Entrevistas	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	6	60%
Observaciones	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4	40%
Grupos focales	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	5	50%
Documentos y registros	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	4	40%
Etnografía	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	4	40%
Encuesta	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	8	80%

Técnica Delphi	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	4	40%
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

Tabla 1. Matriz de comparación para instrumentos de recolección.

Con el fin de conocer la opinión de docentes y estudiantes se hace necesario recolectar información de manera cualitativa y cuantitativa, por lo anterior se escogió dos instrumentos de recolección de datos diferentes.

De acuerdo con la tabla 1. Se obtuvo que el instrumento de recolección de datos cuantitativos más acorde es la encuesta, debido a que esta se puede implementar a grandes grupos de personas, es fácil de aplicar, esta se puede aplicar de forma digital y requiere poco tiempo para responder (Meneses & Rodríguez, 2011), por lo anterior este instrumento será aplicado a los estudiantes de la facultad de Ingeniería Mecánica.

Por otra parte, el instrumento de recolección de datos cualitativo más adecuado es la entrevista, ya que esta es de fácil aplicación y se realiza de forma individual, proporcionando una mejor recolección de información. Además, requiere de poco tiempo y recursos para su implementación (Meneses & Rodríguez, 2011); de acuerdo a lo anterior este instrumento será aplicado a docentes de los núcleos de Diseño y Materiales y procesos de manufactura.

5.2 Diseño de los instrumentos de recolección de datos

A continuación, se muestran criterios que se tuvieron en cuenta para la elaboración de los instrumentos de recolección de datos, de acuerdo con lo anterior para la encuesta se consideraron los aspectos básicos de la muestra, el periodo de recolección de datos y el diseño muestral. de igual forma, para la entrevista se consideró que fuera de forma semiestructurada.

Diseño de la encuesta.

La encuesta se diseñó con el objetivo de conocer la percepción de los estudiantes que ya cursaron la asignatura de expresión gráfica (dibujo técnico). Esto permitirá establecer

falencias que se pueden estar presentando en el proceso enseñanza-aprendizaje implementado actualmente.

De acuerdo con lo anterior, se buscó que el instrumento utilizado midiera las actitudes de los alumnos frente a las metodologías de enseñanza, proceso de aprendizaje y la importancia del espacio académico. Las actitudes son una predisposición aprendida para responder consistentemente de una manera favorable o desfavorable ante un objeto (Castillo, 2011). Por lo anterior, se decide utilizar escalas de Likert para conocer el nivel de percepción o la actitud del encuestado frente al tema de interés.

El uso de las escalas de Likert consiste en ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los partícipes o encuestados. Es decir, se presenta cada afirmación y se le solicita a la persona que elija un valor de la escala de juicio, de acuerdo con su percepción frente al criterio. Posteriormente el puntaje de las afirmaciones califica al objeto de actitud que se está midiendo (Sampieri, 2014).

Para obtener la puntuación en el método de recolección de Likert se debe sumar los valores alcanzados respecto a cada grupo de preguntas, esta se considera alta o baja según el número de ítems o afirmaciones (Sampieri, 2014). Por ejemplo, si el número de preguntas es de 8, teniendo 1 como baja calificación y 5 como máxima calificación. al obtener el puntaje total si es menor que 20 se considera que la actitud hacia dicha situación es desfavorable o por lo contrario si es mayor que 20 es favorable.

Diseño estadístico.

El diseño estadístico se usa principalmente en investigaciones de tipo cuantitativo, con este se puede determinar los procedimientos y principios de un proceso de recolección de información, dependiendo de las restricciones de la investigación (Ojeda, Diaz, Apodaca, & Trujillo, 2004).

A continuación, se muestran los criterios aplicados para el diseño de la encuesta. De acuerdo con (Torres, Montenegro, & Suarez, 2014). Se debe tener en cuenta el universo, la población objetivo, marco muestral, fuente de datos, cobertura geográfica, unidad de muestreo, periodo de recolección de datos, tipo de muestreo y tamaño de la muestra.

1. Información básica de la muestra.

- Universo: la unidad estadística a investigar son los estudiantes de la Universidad Santo Tomas de todas sus sedes y seccionales, definidos los estudiantes de ingeniería mecánica, industrial, civil que tiene contacto con el dibujo técnico en algún semestre de su carrera profesional y los cuales están interesados en recibir la mejor educación para su futuro profesional.
- Población objetivo: la población será delimitada a los alumnos de la facultad de Ingeniería Mecánica que cursen del segundo semestre en adelante.
- Marco muestral: se definió como todos aquellos ciudadanos mayores de 17 años de edad, residentes en el territorio nacional, estudiante o docente activo de la Universidad Santo Tomas, Perteneciente a la facultad de Ingeniería Mecánica sede principal. La información censal que se utilizó como marco de muestreo se encuentra en la secretaria de la facultad.
- Fuente de datos: la Fuente mediante la cual se obtendrá información estadística requerida, es la encuesta tipo escala de Likert para los estudiantes.
- Cobertura geográfica: ya que la muestra se pretende obtener en la sede principal de la Universidad Santo Tomas, esta se realizó en el barrio Chapinero de la Ciudad de Bogotá, Colombia.
- Unidad de muestreo: Estudiantes universitarios.

2. Periodo de recolección de datos

- De acuerdo con el cronograma, la recolección de la muestra fue realizada en el mes de mayo del año 2019, esto con el fin de contar con la mayor cantidad de estudiantes presentes en la universidad.

3. Diseño muestral

- Tipo de muestreo: teniendo en cuenta las variables, el marco muestral, el tipo de estudio y la población. El método de selección de la muestra que se utilizó es el muestreo aleatorio simple. El cual “Garantiza que todos los individuos que componen la población objetivo tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra. Esto significa que la probabilidad de selección de un sujeto a estudio “x” es independiente de la probabilidad que tienen el resto de los sujetos que integran y forman parte de la población blanco” (Otzen & Manterola, 2017).

Por otro lado, se escogió este tipo de muestreo por que diseñarlo es extremadamente rápido y fiable. Puesto que la generación de números aleatorios mediante software es cada vez mejor y se obtiene un menor error.

- Tamaño de la muestra: Obtener el tamaño de la muestra en un proceso de investigación, nos brinda la posibilidad de no encuestar a la totalidad de la población si no tan solo a una parte de ella, proporcionándonos con esto información más oportuna eficiente y exacta (Ojeda et al., 2004).

Para calcular el tamaño de la muestra se usa la siguiente fórmula que depende de 5 factores (Networks, 2013).

$$n = \frac{k^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(e^2 \cdot (N-1)) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

Ecuación 1. Tamaño de la muestra.

N: es el tamaño de la población o universo.

k: es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos.

e: es el error muestral deseado.

p: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio.

q: es la proporción de individuos que no poseen esa característica.

n: es el tamaño de la muestra

Para este estudio se usó un tamaño de población de 430 estudiantes, correspondiente al número de estudiantes matriculados en 2019 en el programa de Ingeniería Mecánica, un nivel de confianza de 85%. con una constante K de 1,44, error muestral de 5%, y una proporción de individuos de 0.5. Con esta información y de acuerdo con la Ecuación 1, se obtiene que el tamaño de la muestra es de 141 estudiantes.

Formulación de la encuesta.

Para esta encuesta se realizaron 27 afirmaciones basadas en la escala de Likert, distribuidas en 5 preguntas que se muestran a continuación.

I. CONOCIMIENTO PREVIO DE LOS ESTUDIANTES

De acuerdo con su experiencia en el área de dibujo técnico, responda:

	Si	No
1. ¿Tomó uno o más cursos de dibujo técnico antes de entrar a la Universidad?		
2. ¿Tomó curso de Software CAD antes de entrar a la Universidad?		
3. ¿Utilizo instrumentos de medición antes de entrar a la Universidad?		

II. METODOLOGIA DE APRENDIZAJE

De acuerdo con su forma de aprender considera que:

5 = Totalmente de acuerdo

4 = De acuerdo

3 = Ni de acuerdo, ni en desacuerdo

2 = En desacuerdo

1 = Totalmente en desacuerdo

	1	2	3	4	5
4. Aprendo más cuando estudio por mi cuenta					
5. Me gusta realizar trabajos en grupo.					
6. Creo que sería mejor aprender a partir de casos prácticos que de las exposiciones teóricas del profesor.					
7. Sólo con la experiencia y la práctica se puede adquirir el conocimiento.					
8. Me es difícil estudiar con otros compañeros.					

III. ACTITUD FRENTE AL PROCESO DE APRENDIZAJE

De acuerdo con su actitud frente al proceso de aprendizaje considera qué:

5 = Totalmente de acuerdo

4 = De acuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

2 = En desacuerdo

1 = Totalmente en desacuerdo

	1	2	3	4	5
9. Es muy importante para mí que los profesores señalen exactamente lo que debemos hacer.					
10. Aprendo más cuando realizo alguna actividad práctica.					
11. Darme cuenta de mis errores al instante me permite corregirlos rápidamente y aprender de ellos.					
12. Realizar mucho trabajo en casa hace perder mi interés en la asignatura.					
13. Entiendo mejor una situación particular cuando la puedo observar y tocar.					

IV. IMPORTANCIA DEL ESPACIO ACADEMICO

Después de cursar el espacio académico Expresión gráfica (Dibujo técnico) ¿cuál considera que es su nivel de comprensión o apropiación frente a los siguientes temas?

3 =Alto

2 = Intermedio

1 = Bajo

	1	2	3	4	5
14. Vistas principales (Ortográficas)					
15. Vistas Auxiliares					
16. Vistas en corte					
17. Dibujos isométricos					
18. Fundamentos de medición					
19. Normas principales de dibujo técnico					
20. Dibujo de ensamble y despiece					

¿Cuáles considera que fueron los temas que le generaron más dificultad para su aprendizaje?

21. Vistas principales (Ortográficas)	
22. Vistas Auxiliares	
23. Vistas en corte	
24. Dibujos isométricos	
25. Fundamentos de medición	
26. Normas principales de dibujo técnico	
27. Dibujo de ensamble y despiece	

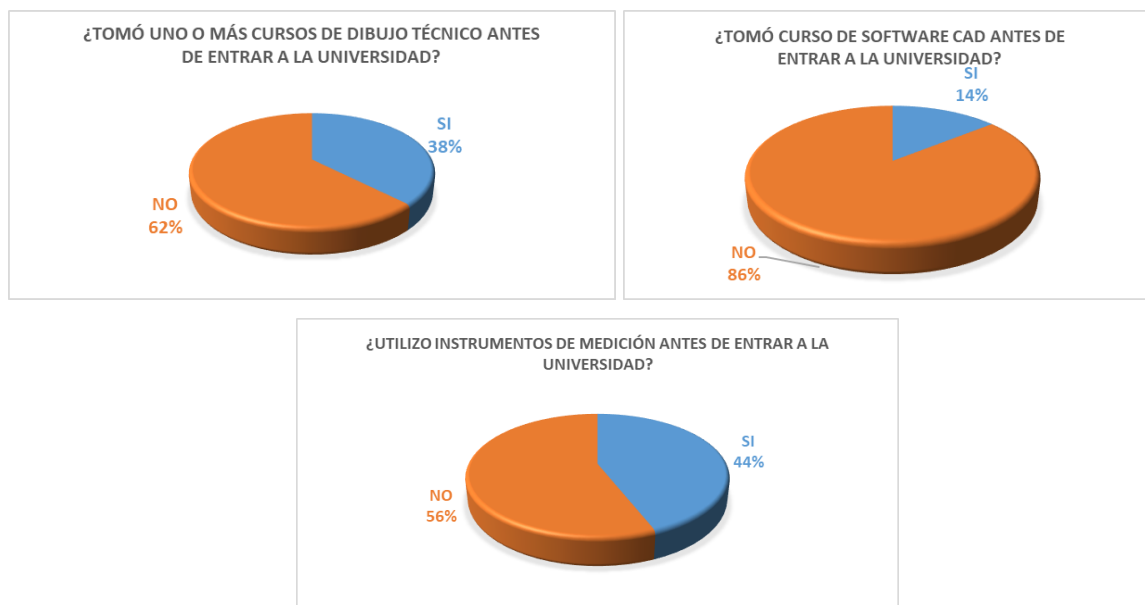
Anexo 1. Encuesta.

Resultados de la encuesta.

Esta encuesta fue realizada a 141 estudiantes del programa de Ingeniería Mecánica, que cursaban los espacios académicos de Dibujo de máquinas, Taller de fabricación, Diseño de estructuras de máquinas, Procesos de mecanizado y unión, Diseño 2 y Procesos de manufactura. La aplicación de la encuesta se realizó a través de formularios de google, debido a su facilidad para la recolección y tabulación de información.

A continuación, se muestra las gráficas donde se evidencia las respuestas de los estudiantes encuestados. De esta manera se analizarán por separado las respuestas de las afirmaciones correspondientes a cada una de las 5 preguntas.

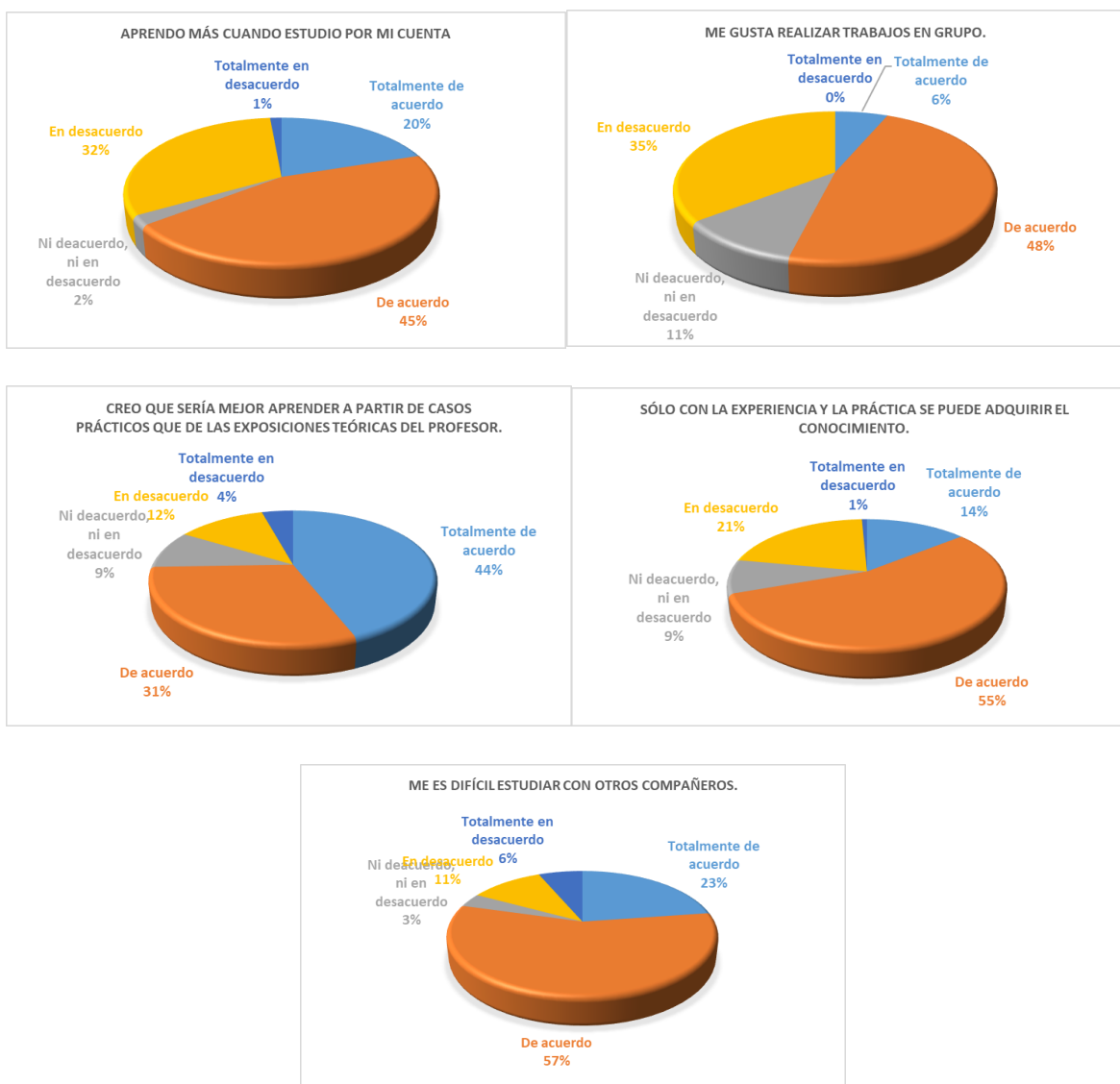
De acuerdo con su experiencia en el área de dibujo técnico, responda:



Grafica 1. Análisis primera pregunta.

De acuerdo con la gráfica 1. Se evidencia que el 62% de los alumnos encuestados no ha tomado ningún curso de dibujo técnico antes de ingresar a la universidad, se observa que tan solo en 14% de los estudiantes encuestados han tenido contacto con algún software CAD 3D, por último, el 44% de los alumnos encuestados en algún momento de su vida han utilizado y operado instrumentos de medición. Esto muestra, que más de la mitad de los estudiantes encuestados no habían tenido experiencia alguna en el área de dibujo técnico.

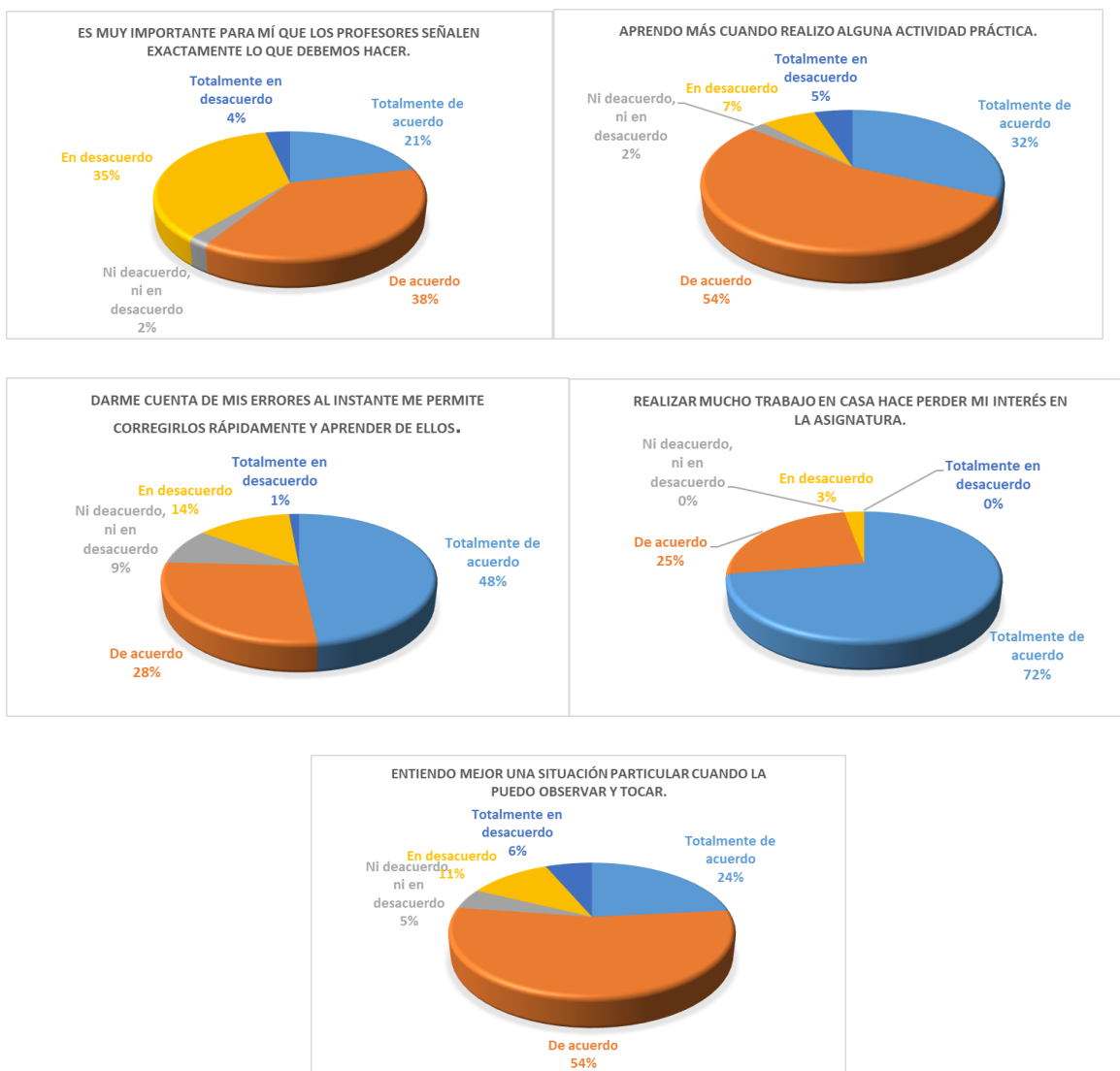
De acuerdo con su forma de aprender considera que:



Grafica 2. Análisis segunda pregunta.

De acuerdo con la forma de aprender de los estudiantes del programa de Ingeniería Mecánica la gráfica 2 muestra, que el 45% de los estudiantes están de acuerdo que estudiar por mi cuenta es una buena forma de aprender, de igual forma el 48% piensa que realizar trabajos en grupo puede beneficiar su proceso de aprendizaje, así mismo a la afirmación “creo que se aprende mejor a partir de casos prácticos” el 44% de los alumnos contestaron que están totalmente de acuerdo, también el 55% de los estudiantes piensan que la experiencia y practica es fundamental para un buen proceso de enseñanza-aprendizaje, por último el 57% está de acuerdo que estudiar con compañero a veces puede dificultar el procesó de aprender.

De acuerdo con su actitud frente al proceso de aprendizaje considera qué:

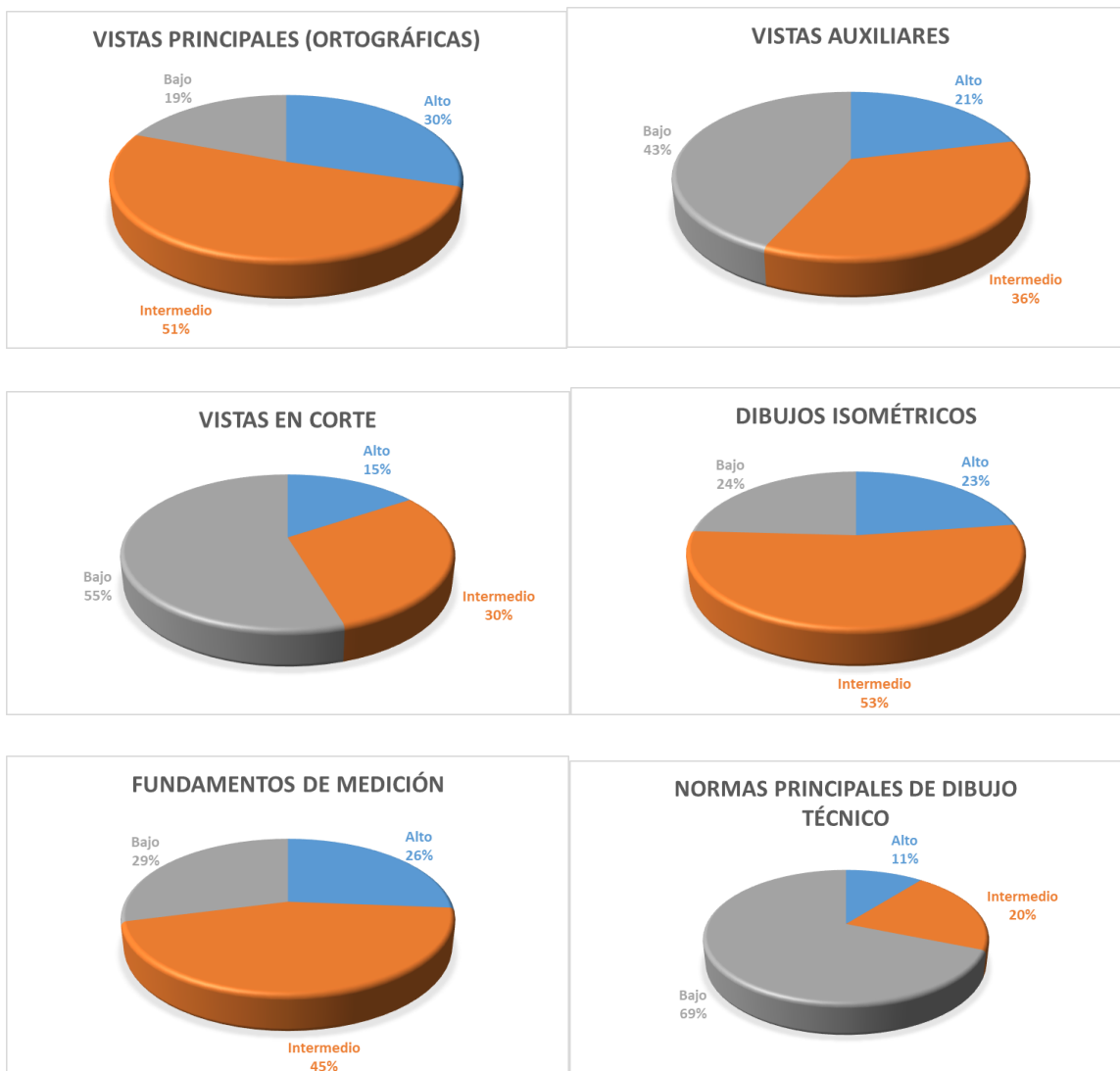


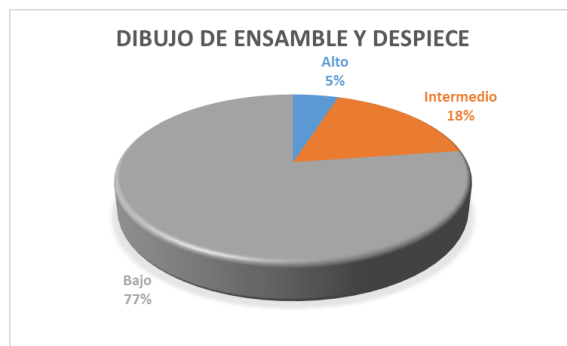
Grafica 3. Análisis tercera pregunta.

De acuerdo a la gráfica 3, se observa que un 59 % están Totalmente de acuerdo y de acuerdo con la importancia de que el profesor señale exactamente lo que deben realizar al momento de poner tareas o actividades, Por otro lado, el 86 % de los entrevistados están de Totalmente de acuerdo y de acuerdo en que aprenden más cuando realizan alguna actividad práctica. Así mismo, el 66 % de las personas encuestadas están Totalmente de acuerdo y de acuerdo con que conocer los errores al instante permite corregirlos de inmediato y aprender de ellos. El 97 % se encuentra Totalmente de acuerdo y de acuerdo con que realizar muchos

trabajos o tareas en la casa hace perder el interés en la asignatura. Por último, el 78 % están Totalmente de acuerdo y de acuerdo con que es más fácil entender una situación particular cuando es posible observarla y tocarla.

Después de cursar el espacio académico Expresión gráfica (Dibujo técnico) ¿cuál considera que es su nivel de comprensión o apropiación frente a los siguientes temas?

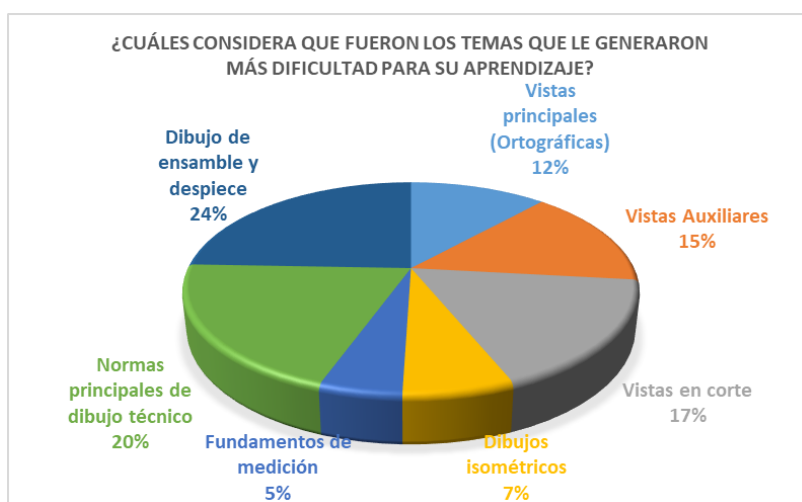




Grafica 4. Análisis cuarta pregunta.

Los estudiantes que han terminado y aprobado el espacio académico de expresión gráfica, consideran que luego de haber cursado esta asignatura presentan algunas falencias, la gráfica 4 muestra que la mayoría de los alumnos en áreas como el dibujo de ensamble y despiece, normas principales de dibujo técnico y vista en corte, tiene baja apropiación de los conocimientos vistos y estudiados en el salón de clase. Por otra parte, las áreas como las vistas principales, auxiliares y los fundamentos de medición, presenta una mejor apropiación por parte de los estudiantes. De acuerdo con lo anterior se evidencia que ni la mitad de los estudiantes encuestados presentan una buena experticia y apropiación de estos conocimientos

¿Cuáles considera que fueron los temas que le generaron más dificultad para su aprendizaje?



Grafica 5. Análisis quinta pregunta.

En grafica 5 se muestra, según los estudiantes encuestados cuál de las áreas nombradas anteriormente le genero más dificultad en su proceso de aprendizaje durante el curso de expresión gráfica. En esta se observa que el dibujo de ensamble y despiece es la que genero más dificultad con un 24%, seguida de las normas principales de dibujo técnico con un 20% y las vistas en corte con un 17%.

De acuerdo con la encuesta podemos concluir que los estudiantes presentan problemas de interpretación y elaboración de planos de ensamble, también tienen inconvenientes con las normas técnicas y las vistas de corte. Por otra parte, se observó que el estudiante aprende más de forma práctica siempre y cuando tengan la disposición para hacerlo. Por último, se evidencio que un método donde el estudiante es el actor principal favorece en gran medida el aprendizaje y la enseñanza de cualquier espacio académico.

Diseño de la entrevista.

La entrevista será diseñada con el objetivo de conocer la experiencia y el punto de vista de los docentes de la Programa de Ingeniería Mecánica, frente a la enseñanza del espacio académico de Expresión Gráfica y al grado de conocimiento con el que los estudiantes llegan a asignaturas más avanzadas.

Las entrevistas consisten en una reunión entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado), en la cual se logra una comunicación a través de preguntas y respuestas para obtener significados respecto a un tema en específico (Sampieri, 2014).

Para las entrevistas se elabora un reporte, en el cual se pretende obtener datos sobre las personas entrevistadas, como sus actitudes y comportamientos, de igual forma se lleva un informe detallado sobre las preguntas y respuestas del ejercicio, con el fin de obtener conclusiones que alimenten la investigación (Sampieri, 2014).

Formulación de la entrevista.

Para esta entrevista se formularon 11 preguntas basadas en la entrevista semiestructurada, la cual presenta mayor grado de flexibilidad porque se parte de preguntas planteadas, que pueden ser ajustadas a los entrevistados.

I. PREGUNTAS

1. ¿Considera que el método de enseñanza CDIO implementado en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Santo Tomás contribuye con el aprendizaje de expresión gráfica?

R:

2. En su opinión, ¿Qué etapas del CDIO contribuye con la enseñanza-aprendizaje de la expresión gráfica?

R:

3. En su opinión ¿Qué tipo de prácticas o metodología considera que facilitan al estudiante el aprendizaje?

R

4. ¿Considera que el proceso de enseñanza donde el estudiante es el actor principal, favorece el aprendizaje del alumno?

R:

6. ¿Considera que los estudiantes llegan a semestres avanzados con bajo conocimiento y poca apropiación de lo visto en el espacio académico de expresión gráfica?

R.

2. ¿Cuáles son las falencias que considera tienen los estudiantes de semestres avanzados, frente a las áreas de expresión gráfica, interpretación de planos y normativa de Dibujo técnico?

R.

7. ¿En cuál de las anteriores áreas se evidencia en mayor grado dichas falencias?

R.

8. ¿Piensa que debe reforzarse la enseñanza de geometría descriptiva y manejo de software CAD?

R.

9. ¿Tiene conocimiento de las metodologías de enseñanza basadas en la práctica y/o experimentación?

R.

10. ¿Piensa que estas metodologías pueden aplicarse con materiales didácticos?

R.

11. ¿Qué tipo de material didáctico considera que puede funcionar mejor en la enseñanza de dibujo técnico?

R.

Anexo 2. Entrevista.

Resultados de la entrevista.

Las entrevistas fueron realizadas a 5 de los docentes que dirigen los grupos de estudiantes escogidos para que contesten las encuestas, con el fin de obtener datos más coherentes y exactos, de igual forma este procedimiento de recolección de datos se realizó a docentes que tienen contacto directo con los espacios académicos donde se manejan competencias de interpretación de planos, visión espacial, normas técnicas, etc.

A continuación, se presenta el reporte donde se da a conocer de manera sencilla y clara la opinión de los docentes después de ser ordenada y catalogada.

La mayoría de los docentes entrevistados piensan que el método de enseñanza CDIO implementado en la Facultad de Ingeniería Mecánica contribuye en gran parte en dos de sus etapas, ellos afirman que concebir se puede homologar en los espacios académicos con el hecho de realizar bocetos a mano alzada y diseñara se puede homologar con realizar planos de detalle y fabricación.

De acuerdo con la experiencia como docentes, ellos piensan que a los estudiantes se les facilita el aprendizaje cuando el espacio académico se maneja de forma teórico-práctico, es decir poner a los estudiantes más en contacto con prácticas que les muestren como sería esa actividad en la vida real o laboral, también afirman que realizar actividades prácticas que los enriquezcan y les dejen un conocimiento que puedan lucir o mostrar mejora su aprendizaje. Cabe resaltar que para estos procedimientos teórico-prácticos se debe contar con toda la disposición y ganas de los estudiantes ya que en este método son los actores principales.

En resumen, los docentes coinciden en que los alumnos NO llegan a semestres avanzados con bajo conocimiento del espacio académico de expresión gráfica, opinan que se trata más de baja experticia debido a la poca practica y baja experiencia. También consideran que en la gran mayoría de casos los estudiantes fallan en acotar planos, interpretar planos y realizar planos de fabricación de acuerdo a las normas técnicas. De acuerdo con lo anterior piensan que se debe reforzar en gran medida la geometría descriptiva y la elaboración de planos de taller.

Por otra parte, se quiso conocer que opinión y conocimiento tienes sobre las metodologías de enseñanza basadas en la práctica, muchos afirman que tienen conocimientos de estos métodos y consideran que puedes ser implementadas con materiales didácticos que le den una nueva experiencia de aprendizaje a los estudiantes.

Por último, nos comentaron que tipo de materiales didácticos puedes ser implementados, algunos comentaron que mezclar el dibujo técnico con el dibujo artístico puede ser una manera, otros expresaron que los softwares CAD ayuda con este procedimiento, también comentaron que algún material con piezas ilustrativas que facilite la visualización puede ayudar.

Después de completar el análisis de la entrevista se toma como conclusión que la acotación y realización de planos de fabricación es el problema que más se observa en los alumnos de semestre avanzados, se evidencio que usar metodologías basadas en la práctica puede ayudar a la mejora de este problema, por último, se concluye que usar material didáctico sería una buena forma de enseñar y aprende el espacio académico de expresión gráfica.

6 DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Es importante definir el concepto de aprendizaje, Einstein dijo que “el aprendizaje es experiencia y todo lo demás es información” (Saez, 2018). Por este motivo muchos autores como Hergenhahn lo definen como “un cambio relativamente permanente en la conducta o en su potencialidad que se produce a partir de la experiencia o la práctica” (Andalucía Federeación de enseñanza de CC.OO, 2009). Partiendo de esto, existen diferentes formas o estrategias que permiten a un individuo llegar a obtener un aprendizaje significativo. Este capítulo pretende exponer diferentes estrategias de aprendizaje existentes y buscar la más adecuada teniendo en cuenta los requerimientos de la comunidad Tomasina.

Actualmente es muy común encontrar clases donde aún se usa las estrategias tradicionales o las clases magistrales donde el docente es el único que aporta información partiendo de textos literarios y los estudiantes simplemente se preocupan por escuchar y poner atención, Como lo expresa Doris Parra (Parra, 2003)

“El actual ejercicio docente en gran parte de las instituciones educativas (Educación formal y no formal) se caracteriza por desarrollar los procesos de enseñanza/aprendizaje con la estrategia de enseñanza expositiva y/o enseñanza tradicional, conllevando en muchos casos a que los procesos educativos se conviertan en simples procesos de trasmisión de conocimientos”.

Cabe aclarar que este tipo de estrategias no es erróneo, solo que es un tipo de estrategia que no le permite al estudiante desarrollar su creatividad y difícilmente le fomentara su imaginación y curiosidad por lo que está aprendiendo.

A continuación, se explicarán de forma general algunos métodos o estrategias de enseñanza.

- Método de problemas:

Este método consiste en poner a los estudiantes diferentes problemas o situaciones problemicas con el fin de que le den solución partiendo de los conocimientos adquiridos, la revisión de textos y el análisis de los mismos, fomentando la investigación y la curiosidad, este tipo de estrategia somete a

los estudiantes en una situación conflictiva desafiándolos a buscar una solución adecuada. Por estas razones se considera como un método o una estrategia de carácter didáctico.

El docente es el encargado de planificar las diferentes situaciones problemáticas, motivar e incentivar a los estudiantes para que encuentren las soluciones adecuadas y estimular las discusiones entre los participantes de la clase (Parra, 2003).

- La tutoría:

Este tipo de estrategia de aprendizaje se puede considerar más como una actividad adicional a las clases como tal, esta actividad tiene el propósito de apoyar y guiar a los estudiantes durante todo su proceso de formación, el tiempo de realización de este tipo de estrategia puede variar de acuerdo a la accesibilidad o el tiempo con el que cuente tanto los estudiantes como el docente.

La situación donde más se puede observar este tipo de estrategia es cuando los estudiantes cuentan con dificultades o presentan obstáculos dentro de su proceso de formación y desarrollo y necesitan el apoyo del docente para adquirir un mejor aprendizaje (Parra, 2003).

- La enseñanza por descubrimiento:

Este tipo de estrategia tiene como objetivo la creación del conocimiento, utiliza las bases del método científico como detonante de la experimentación y la creación del conocimiento. “Este enfoque se basa en el supuesto de que la metodología didáctica más potente es de hecho la propia metodología de la investigación científica” (Parra, 2003).

Expresado en otras palabras este método tiene la idea de que es mejor construir o crear su propio conocimiento en lugar de que otra persona lo haga por ti. Esta metodología utiliza una didáctica que incentiva la curiosidad y la indagación de cada estudiante.

- El método de proyectos:

Este método utiliza la creación de proyectos por parte de los estudiantes donde los estudiantes toman la responsabilidad propia de su aprendizaje por medio de la creación, el desarrollo y la ejecución de dichos proyectos, en los cuales ejecutan de una manera vivencial los aprendizajes adquiridos durante su formación académica en los salones de clase.

Este método permite a los alumnos trabajar de manera autónoma partiendo de unos conocimientos previos para que puedan generar su propio conocimiento y que al final puedan tener resultados generados por ellos mismos (Parra, 2003).

- Método tradicional:

Este método es el que se ve con más frecuencia en los espacios académicos, consiste en un tipo de enseñanza que les quita total protagonismo a los estudiantes, termina limitándolos a ser unos simples reproductores de un conocimiento que ya fue generado y está listo para el consumo, en este tipo de método el docente es el principal responsable de darle todo el conocimiento a los estudiantes.

En este método el estudiante tiene la oportunidad de cuestionarse o cuestionar el conocimiento que se le da, en otras palabras, todo lo que dice el docente es la verdad absoluta. Esto expresa más que claro que es un método donde las estrategias didácticas o innovadoras no tienen cabida.

En este método es muy común ver las llamadas clases magistrales donde un docente intenta explicar un tema y los estudiantes toman nota y comprenden o tratan de comprender lo que el docente les quiere transmitir, acompañados de algunos ejercicios o actividades (Parra, 2003).

- El seminario investigativo:

Esta estrategia de enseñanza se basa en el debate y la exposición de ideas como punto clave del aprendizaje, de allí parte todo tipo de cuestionamientos e investigaciones con el fin de defender su punto de vista y su proceso investigativo. Esta estrategia ayuda a fortalecer enunciados o posturas tanto creadas por el estudiante como las que son desarrolladas por otros autores, y permite resaltar las ideas más fuertes que se presenten dentro del debate.

El seminario reconoce en la participación, el intercambio y la confrontación de ideas un foco potencial para el desarrollo o la aproximación a un conocimiento (Parra, 2003).

- Modelo didáctico operativo:

Este modelo se basa en las experiencias vivenciales para la formación del conocimiento, intenta someter a los estudiantes a diferentes situaciones reales o que pueden llegar a enfrentar en un futuro próximo con el tema o el objetivo de estudio del cual pretenden adquirir o generar un nuevo conocimiento.

Después de esto se busca realizar una contextualización de las experiencias vividas anteriormente, para que puedan generar una conciencia y una reflexión de lo que se experimentó y se pueda llegar a convertir en un conocimiento (Parra, 2003).

- Método CDIO:

Este método está constituido y pensado para la enseñanza en ingeniería, es un modelo del ciclo completo del proceso (Concebir-Diseñar-Implementar-Operar), cada una de estas etapas define una parte de este. La etapa *concebir* precisa las necesidades o requerimientos del cliente, La etapa *diseñar* se centra en la creación del diseño, la etapa *implementar* consiste en transformar el diseño de la etapa anterior en un producto o servicio y por último la etapa *operar* hace referencia a utilizar el producto o servicio (Restrepo & Lopera, 2015).

6.1 Selección de la metodología más adecuada

Con el fin de conocer y elegir la metodología más acorde para el diseño del kit de dibujo técnico, se aplicó una matriz de comparación por pares, en la cual se comparan los métodos y estrategias de aprendizaje mencionadas anteriormente contra los requerimientos de docentes y estudiantes del programa.

Para la siguiente matriz de comparación, cumplir con el requerimiento se muestra como 1 y no cumplir se muestra como 0. Después de llenar la matriz con su número correspondiente, se realiza la suma total con su respectivo porcentaje. al final el método o estrategia de enseñanza con mayor porcentaje será el escogido para el diseño.

	Practico	Trabajo autónomo	Implementación en salón de clase	Trabajo en grupo	Auto corrección del proceso	Poca participación del docente	Total	Porcentaje
Método de problemas	0	1	1	1	0	1	4	40%
La tutoría	0	0	0	0	0	0	0	00%
La enseñanza por descubrimiento	1	0	0	0	1	1	3	30%
El método de proyectos	1	1	0	1	0	1	4	40%

Método tradicional	0	0	1	0	0	0	1	10%
El seminario investigativo	0	0	0	1	0	0	1	10%
Modelo didáctico operativo	1	1	1	0	1	1	5	50%
Método CDIO	1	1	1	1	0	0	4	40%

Tabla 2. Selección de la metodología.

De acuerdo con la tabla 2. La metodología que mayor porcentaje obtuvo es la del modelo didáctico operativo, la cual será la estrategia base que sustente la implementación del kit de dibujo técnico en las clases de expresión grafica del programa de Ingeniería Mecánica, incentivando al estudiante a desarrollar las actividades o tareas de una forma práctica y novedosa fortaleciendo si imaginación y creatividad.

7 DISEÑO Y FABRICACION DEL KIT DE DIBUJO TECNICO

Para el diseño y fabricación del material didáctico que pretende mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se tomó como base la metodología didáctico operativo de acuerdo con la información y requerimiento recolectados anteriormente.

El diseño de este material didáctico fue formulado principalmente para mejorar las habilidades de los estudiantes en la interpretación y representación de vistas de sólidos y ensambles, y medición con calibrador pie de rey, para esto se propuso un Kit que contenga cierta cantidad de piezas sólidas, con las cuales el alumno puede interactuar y hacerse participe principal de su aprendizaje.

Por otra parte, el material didáctico cuenta con una guía ayuda que le permitirá al estudiante corregir sus errores y aprende inmediatamente de ellos

7.1 Diseño de las piezas solidas

Este kit se diseñó con el fin de implantarse como material didáctico el cual será utilizado en los salones de clase y por una gran cantidad de estudiantes de la universidad Santo Tomas, por este motivo el kit debe cumplir con algunos requerimientos de diseño que permiten el buen funcionamiento e implementación del mismo.

A continuación, se nombran los requerimientos que se tuvieron en cuenta para el diseño del material didáctico.

- Piezas solidas ligeras
- Piezas solidas resistentes
- Buena manipulación de las piezas
- Fácil transpirabilidad del kit
- Almacenamiento simple de las piezas

Niveles de complejidad del kit.

El concepto de complejidad y simplicidad son de gran importancia para el desarrollo del material didáctico, puesto que tener varios niveles de complejidad ayudara a que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea progresivo y permita que el estudiante comprenda inicialmente los conceptos básicos hasta llegar a los más avanzados.

El concepto de complejidad se puede definir como una estructura hecha de un extenso número de partes compuesta por diversas interacciones, por otra parte, la simplicidad está definida por una estructura que contiene un numero único o restringido de partes (López, Quintero, & Sanabria, 2006).

Para este diseño se propuso un sistema jerárquico, los cuales consisten en tener diferentes niveles de complejidad interrelacionados, que va desde el nivel más elemental pasando por niveles medios hasta llegar a los más avanzados (López et al., 2006). De acuerdo con lo anterior el kit de dibujo técnico cuenta con cuatro niveles de dificultad. Los tres primeros niveles jerárquicos se componen de tres piezas sólidas cada uno y el cuarto nivel de dos piezas que se ensamblan conformando una sola.

A continuación, se muestra imágenes de las piezas que conforman los cuatro niveles.

NIVEL 1

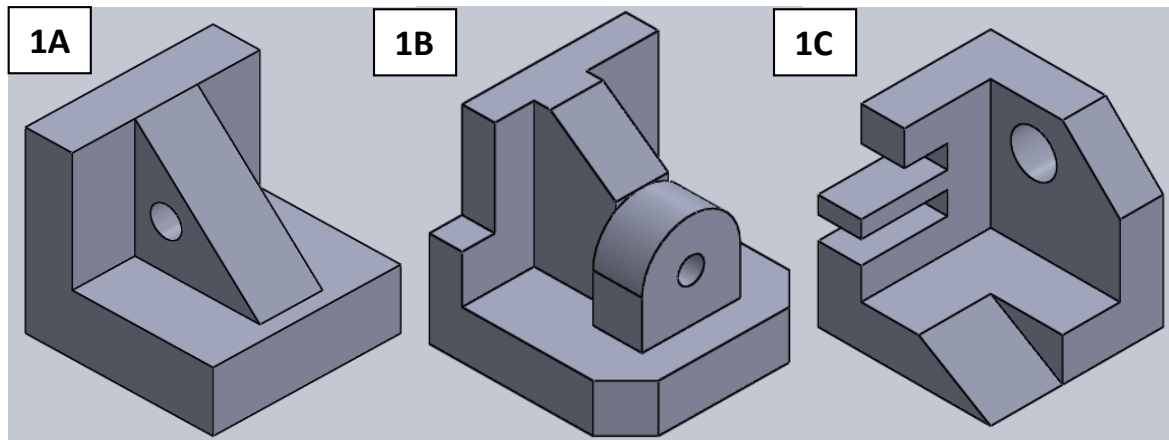


Figura 7. Piezas primer nivel.

NIVEL 2

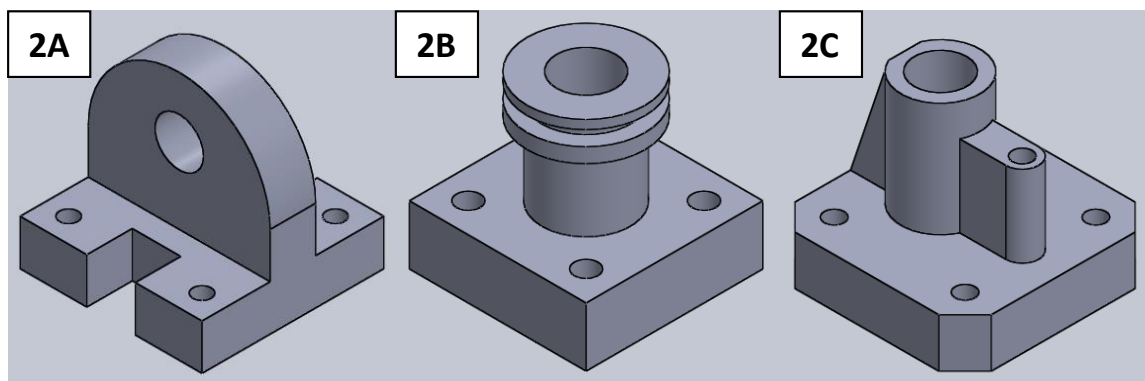


Figura 8. Piezas segundo nivel.

NIVEL 3

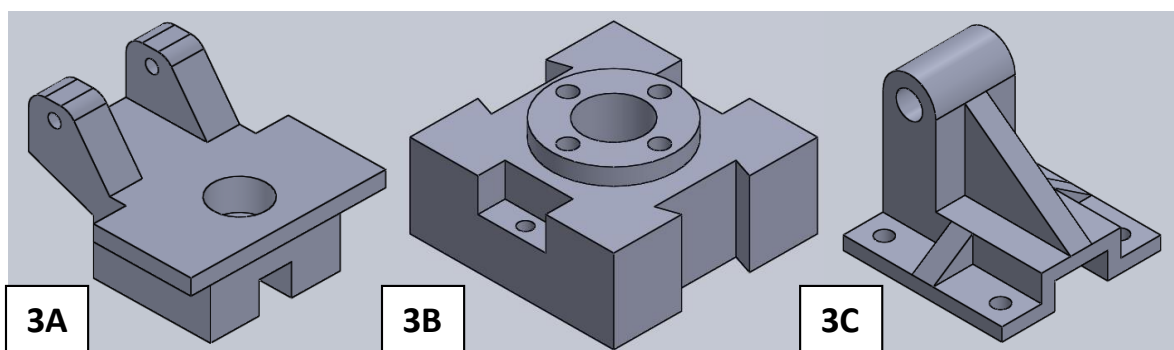


Figura 9. Piezas tercer nivel.

NIVEL 4

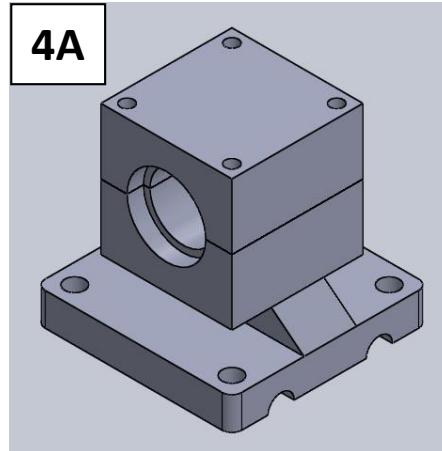


Figura 10. Piezas cuarto nivel.

El nivel de complejidad de las anteriores figuras se midió con el número de operaciones en el software CAD y la dificultad con las que se realizó cada pieza, es decir para el nivel 1 se usó un numero de 5 a 10 operaciones y solo se utilizaron extrusiones básicas de corte, para el nivel 2 se usó un numero de 11 a 15 operaciones y se utilizaron extrusiones básicas de corte y redondeo, para el nivel 3 se usó un numero de 16 a 20 operaciones y se utilizaron extrusiones básicas de corte, redondeo y chaflanes, por ultimo para el nivel 4 se usó un numero de más de 20 operaciones y cuenta con un proceso de ensamble.

Modelado 3d de las piezas.

Las diez piezas que conforman el kit de dibujo técnico fueron diseñadas y modeladas en el software SolidWorks CAD 3D, el cual se utiliza para modelar piezas y ensambles en 3D y realizar planos en 2D, también ofrece la posibilidad de crear, simular, fabricar y gestionar los datos del proceso de diseño (Diab, 2016).

Cada una de estas piezas se modelo en el software CAD (SolidWorks) partiendo de un cubo de 60 mm, a los cuales se le realizaron operaciones de extrusión básica, redondeo, chaflán y perforaciones progresivamente hasta completar el cubo por completo. Posteriormente se realiza un proceso de verificación de medidas y cotas, esto con el fin de asegurar que el cubo cumpla con los requerimientos de metrología del diseño (Stratasys, 2016)

Fabricación de las piezas.

La base primordial de este proyecto de investigación es poder suministrar un material didáctico que facilite o ayude a mejorar las estrategias pedagógicas utilizadas en el espacio académico de dibujo técnico del programa de Ingeniería Mecánica de la universidad Santo Tomas, este material didáctico debe someterse a un proceso de fabricación, el cual será explicado con especificidad a continuación.

El proceso de fabricación que se empleara es el prototipado rápido, el cual permite obtener en menor tiempo prototipos a partir de un fichero CAD (Stratasys, 2016), ya que con este proceso se puede conseguir un prototipo en menos de 24 horas la reducción de tiempo a comparación con los demás procesos es de al menos la mitad.

En la actualidad existen diversas técnicas de prototipado rápido, como Estereolitografía (SLA), Sinterización selectiva por láser (SLS) y deposición por hilo fundido (FDM), las cuales cumplen el principio de aporte de material que se va agregando de acuerdo a coordenadas matemáticas creadas mediante técnicas CAD/CAM (Sánchez, Fernández, & Llorente, 2012). De acuerdo con lo anterior cualquiera de estas técnicas se podría utilizar para la fabricación de las piezas, pero se escogió la técnica FDM por su facilidad de uso, precisión métrica, no tiene límites de tamaño, gran rapidez (101 mm/seg), piezas más resistentes y se cuenta con tres de estas impresoras en la Facultad.

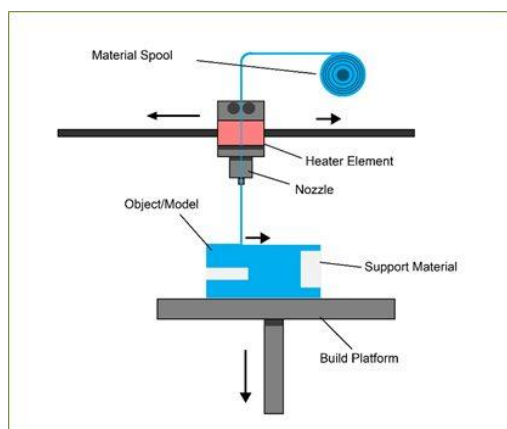


Figura 11. Deposición por hilo fundido (FDM). Recuperado de <https://www.tth.com/3d-printing/fdm-prototyping/>

El proceso de fabricación empezó transfiriendo las piezas 3D que fueron modeladas en CAD a la maquina Zortrax M200 (figura 12), esto se logró mediante los archivos STL que aproximan la geometría 3D a mallas poliédricas utilizadas por la impresora, dichos archivos son procesador por el software de la maquina logrando determinar un numero de secciones 2D que después se convertirán en capas de termoplástico (Costa, 2011).

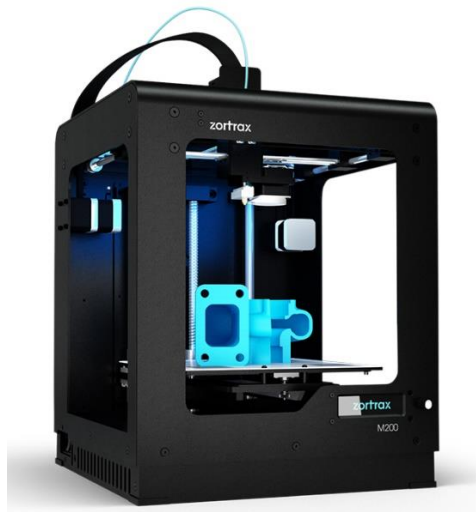


Figura 12. Impresora Zortrax M200. <https://www.3dprima.com/3d-printers/zortrax-m200-3d-printer/a-20608/>

La Zortrax M200 cuenta con un software de laminado 3D creado exclusivamente para la marca, llamado Z-suite (ver figura 13), este programa permite realizar todas las configuraciones de la impresión como posicionamiento, tipo de material, estructura de las mayas de impresión, rigidez de la pieza, soportes, entre otros, después de completar la configuración el software no muestra el tiempo estimado de impresión y la cantidad de material que va a utilizar (Alcañiz, n.d.).

De acuerdo con lo anterior, todas las piezas del kit recibieron la misma configuración de impresión. A continuación, se muestra los parámetros que se tuvieron en cuenta.

- Material = Z-HIPS

Se escogió este material debido a su alta resistencia al impacto y por sus buenas propiedades de procesamiento, pegado y pintura.

- Capa = 0.19 mm Por defecto
- Diámetro de la boquilla = 0.4 mm de fabrica

- Calidad = Alta
Se escogió para obtener bajas tolerancias en las medidas de las piezas físicas
- Relleno = 50% por defecto
- Temperatura de Extrusión = 380°C por defecto
- Temperatura de la plataforma = 100°C por defecto
- Tiempo estimado = 6 horas para cada pieza
- Cantidad de material = 62 g para cada pieza

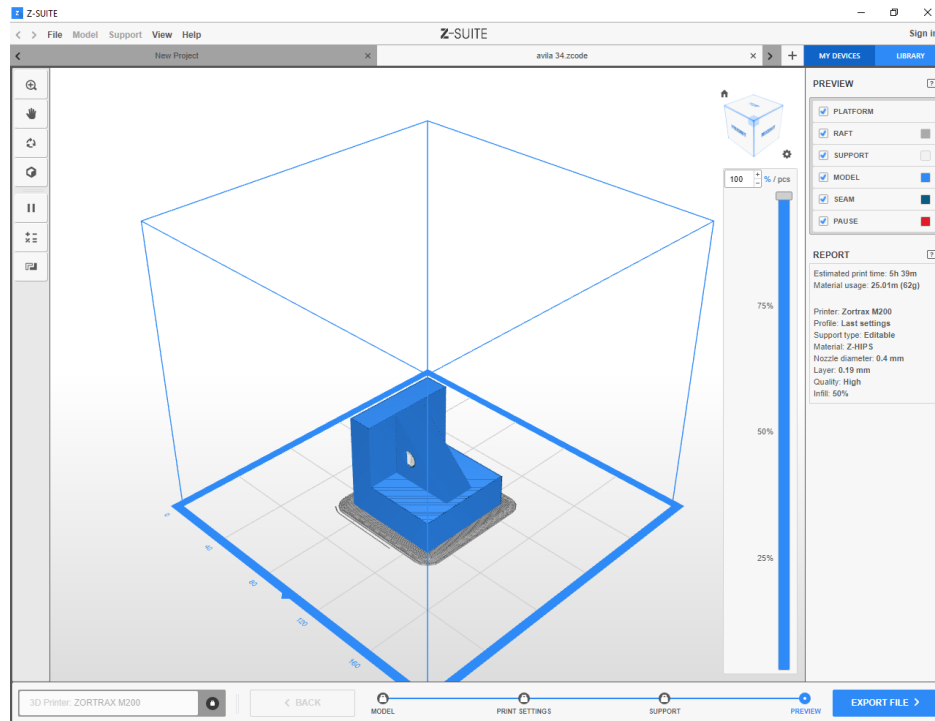


Figura 13. Software de laminado 3D Z-SUITE.

El proceso de impresión en la Zortrax M200 es sencillo, ya que para este se debe cargar el archivo Zortrax Printing Code (.zcode) que se obtiene del software de laminado 3D a la impresora (ver figura 14), posteriormente se programa la temperatura de extrusión y de la plataforma. Después de tener estas configuraciones se da ENTER en la pantalla de visualización y automáticamente inicia el proceso de impresión (ver figura 15).

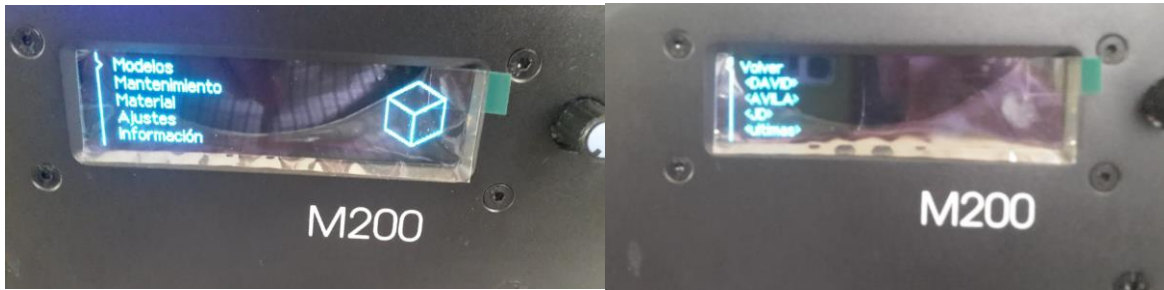


Figura 14. Carga de archivos Zortrax M200.



Figura 15. Comienzo del proceso de impresión.

En la figura 16, se muestra el momento cuando la maquina estaba imprimiendo una de las piezas, en esta se observa como la boquilla va depositando material capa por capa.

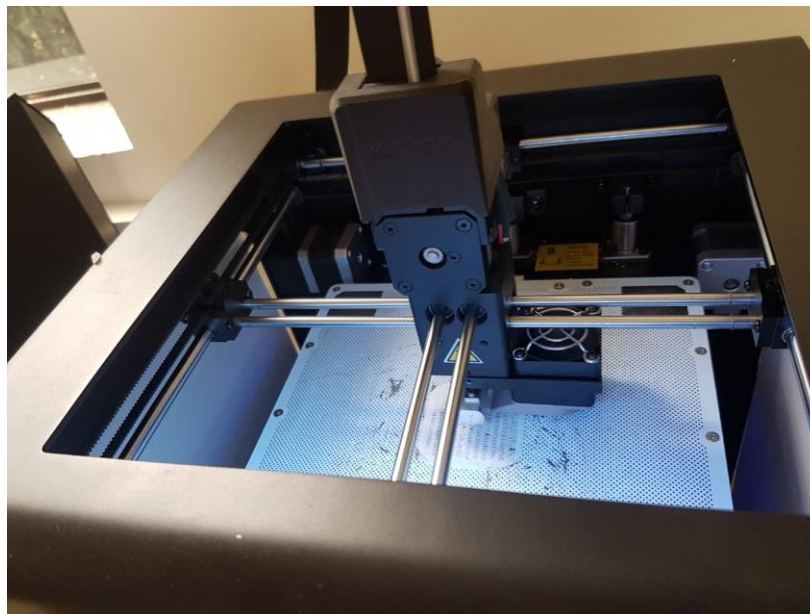


Figura 16. Impresión de piezas.

Terminado el proceso de impresión la pieza queda con residuos de material, los cuales se utilizaron como soportes en agujeros o voladizos (ver figura 17), por tal motivo se debe remover este exceso cuidadosamente con una herramienta filosa y posteriormente limar cualquier imperfección (ver figura 18).



Figura 17. Pieza con exceso de material



Figura 18. Pieza sin exceso de material

El proceso de impresión de la totalidad de las piezas se realizó en el laboratorio de metrología de la Universidad Santo Tomas, empleando un tiempo aproximado de 13 días y consumiendo 900 gramos de material (Z-HIPS). A continuación, se muestran las piezas terminadas por completo.



Figura 19. Piezas nivel 1 de complejidad.



Figura 20. Piezas nivel 2 de complejidad.

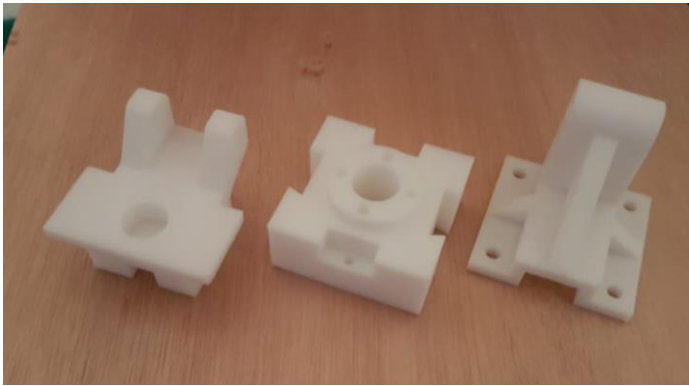


Figura 21. Piezas nivel 3 de complejidad.

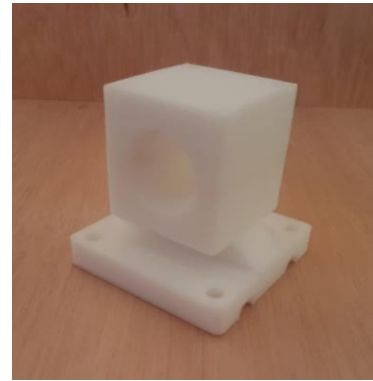


Figura 22. Piezas nivel 4 de complejidad.

7.2 Almacenamiento del kit

Las piezas fabricadas deben ser almacenadas de forma ordenada, lo que le permite al estudiante identificar los grupos que componen el kit fácilmente, por otra parte, deben ser almacenadas de forma segura, lo cual mantendrá las piezas en buenas condiciones y con sus medidas exactas.

Para el almacenamiento del kit se usó una caja de madera de 35 cm x 35 cm x 10 cm, estas medidas se tomaron en base a la distribución y tamaño de las piezas, por otra parte, esta caja debe poder almacenar todos los elementos necesarios para el uso del material didáctico.



Figura 23. Caja de madera.

En el interior de la caja de madera se usó espuma de poliuretano, la cual se encarga de proteger las piezas de golpes o rayones. Este material también permite realizar la distribución por grupos de las piezas y del calibrador pie de rey.



Figura 24. Espuma de poliuretano.

En la siguiente imagen se muestra el kit de dibujo técnico, se evidencian las 10 piezas y su correspondiente nomenclatura, el calibrador pie de rey y la caja de almacenamiento.



Figura 25. Nomenclatura de los componentes del kit y su almacenamiento.

7.3 Guía de aplicación del kit

El kit de dibujo técnico cuenta con una guía de aplicación, es de gran importancia ya que muestra de forma clara, llamativa y ordenada, toda la información que el estudiante necesita

para realizar el correcto uso de los elementos que conforman el material didáctico (Ortega, 2012). También muestra la forma correcta según norma técnica de presentar los resultados de la actividad.

Esta guía pretende apoyar al alumno a decidir cómo y con ayuda de que, comprenderá y estudiará los conceptos básicos del espacio académico que se quieren enseñar con este kit (Ortega, 2012), por otro lado, la guía está diseñada para que el estudiante sea el actor principal de su aprendizaje, porque permite que se dé cuenta de sus errores y los corrija inmediatamente.

De acuerdo con lo anterior, la guía contiene el paso a paso que se debe seguir para realizar adecuadamente la actividad, cuenta también con una explicación básica de los elementos necesario para usar el kit (piezas, normas técnicas e instrumentos de medición) y por último anexo se encuentra los planos resultado.

La guía de aplicación se anexa al final del documento como archivo PDF.

7.4 Dificultades en el proceso de fabricación

En el momento de realizar el proceso de impresión con la maquina Zortrax M200 se presentaron inconvenientes que se solucionaron en compañía del docente y del encargado de laboratorios.

La primera dificultad que se presento es que la impresora 3D no contaba con las guardas de seguridad, por este motivo les entraba mucho aire a las piezas ocasionando que estas se enfríen de forma acelerada y que presenten contracción (pandeo). Este problema se solucionó colocando octavos de cartón paja en la posición donde debía ir las guardas, con esto se logró disminuir el flujo de aire.

El segundo problema presentado es que la impresora solo cuenta con una boquilla, con la cual solo se permite fundir un tipo de material (Z-HIPS). Por este motivo no se pudo escoger el material de fabricación adecuadamente y se optó por realizar las piezas del kit con este material.

Por último, después de realizar varias pruebas nos dimos cuenta que al momento de imprimir varias piezas estas también presentaban pandeo, llegamos a la conclusión que se puede presentar por el largo recorrido que debe hacer la boquilla. Por este motivo se decidió imprimir pieza por pieza.

7.5 Producto final (kit de dibujo técnico)

En la figura 26, se muestra el kit de dibujo técnico finalizado con todos sus componentes y en su estuche de almacenamiento correspondiente.



Figura 26. Producto final.

8 PRUEBA PILOTO DEL KIT DE DIBUJO TÉCNICO

Esta prueba consiste en que varios estudiantes que ya cursaron y aprobaron las materias básicas de la línea de diseño de la Facultad de Ingeniería Mecánica ejecuten las actividades planteadas en este kit de una forma autónoma y que puedan expresar las sensaciones o impresiones que tuvieron durante esta aplicación, enfatizando en el impacto que tuvo el kit para su desarrollo práctico y su proceso de aprendizaje.

Para esto, se realizaron pruebas a 4 estudiantes del Programa de Ingeniería Mecánica de diferentes semestres y egresados. A continuación, se mostrarán las diferentes impresiones y percepciones que tuvieron los participantes de la prueba piloto con respecto al kit de dibujo técnico.

- Héctor Duvan Garnica Rodríguez estudiante de 10 semestre opina que “Después de realizar esta prueba puedo decir que este kit facilita de una forma importante el proceso de aprendizaje, las piezas didácticas me parecen una muy buena estrategia para poder desarrollar estos contenidos académicos de una forma más divertida y experiencial. Por otro lado, me pareció muy interesante la guía de aplicación, aparte de servir como un paso a paso para realizar las diferentes vistas de cada pieza, puedo autocorregir mi proceso de una forma casi inmediata por medio de los planos que contiene esta guía. Un punto a corregir sería la administración de los planos de comprobación, porque pueden ser utilizados como una copia e impedir que el estudiante desarrolle las vistas con su propio conocimiento, sino que simplemente se copie o replique o que está en los planos y ya.”

- Brayan Arturo Bejarano Toapanta egresado del programa opina que “La interpretación de planos y ejecución de los mismos en una cualidad importante que se requiere en la industria y universidades. Luego de compartir tiempo con el kit de dibujo técnico y conocer las guías que lo acompañan, me pareció una herramienta demasiado útil en diferentes niveles de educación como lo es desde el bachillerato hasta la universidad, siempre he sido fiel que la mejor forma de afianzar conocimiento para el ser humano se encuentra en la justa armonía entre la practica - teoría lo cual se evidencia a claridad con este proyecto en ejecución.”

- Julián Andrés Reinoso Franco estudiante de 7 semestre opina que “Después de hacer uso de la aplicación del kit de dibujo técnico, se ha logrado tener una visión más profunda de las 3 dimensiones de una pieza mecánica o de un sólido, permite sacar las vistas de una manera más fácil y más rápida teniendo así claridad en cada uno de los detalles de los elementos.
Es importante saber que la guía es solo un ejercicio básico de cómo abordar diferentes tipos de elementos, ya que esta solo trae 3 niveles de complejidad, dicho ejercicio es suficiente para abrir todo un panorama enfocado al diseño de piezas o elementos los cuales pueden ser de mucha ayuda al momento de alcanzar el objetivo de un proceso mecánico.

Pienso que es un maravilloso método de aprendizaje tanto para personas que cursan sus últimos grados de bachillerato como para alumnos que se encuentran en los primeros semestres de una carrera profesional, el kit es el puente más acertado entre un programa de aprendizaje y la realidad de lo que es un ejercicio en el campo laboral enfocado al diseño de elementos mecánicos que aportan soluciones al desarrollo de la sociedad.”

- David Julián Arias Montes estudiante de 6 semestre opina que “Considero que el kit de dibujo es muy útil ya que es una nueva forma de innovar y permite que las personas que nunca han entendido el dibujo técnico lo puedan interpretar de manera física, en cuanto a las pizas utilizadas en este kit considero que son bastante innovadoras ya que estas son impresiones 3D, las cuales facilitan la manipulación, son muy livianas y prácticas para dibujar, pienso que este kit es muy práctico para aprender expresión gráfica.”

9 RECOMENDACIONES

A continuación, se exponen una serie de recomendaciones que se pueden tener en cuenta para trabajos a futuro que permitan el mejoramiento del Kit de dibujo técnico.

- Hacer una caracterización detallada de materiales para la impresora 3D, con el fin de poder escoger el material más adecuado para el Kit, dependiendo de los requerimientos nombrados anteriormente.
- Realizar una rúbrica de evaluación unificada que le permita a los docentes evaluar a todos los estudiantes de acuerdo a un formato.
- Mejorar el almacenamiento del Kit con materiales adecuados y que cumplan con todos los requerimientos descritos.
- Realizar un trabajo similar basado en el área de Ensamble y despiece, con el fin de poder fortalecer esta área en los estudiantes del programa de Ingeniería Mecánica.

10 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las pautas y requerimientos observados a lo largo de la ejecución de este proyecto, se logró diseñar e implementar un kit que cumple con las necesidades de alumnos y docentes del área de diseño, con el fin de facilitar y armonizar el aprendizaje dentro de estos espacios académicos.

Después de realizar la recolección de los datos o de la información de cada uno de los estudiantes involucrados en este proyecto, se llegó a la conclusión de que los estudiantes presentan falencias en la realización de planos de fabricación. De igual forma se evidencio que realizar actividades prácticas en los espacios académicos mejoran el aprendizaje.

Conociendo la opinión de los profesores de la línea de diseño y de materiales, se obtuvo como conclusión que los estudiantes no carecen de poco conocimiento del área de expresión gráfica, sino que es falta de experiencia al poner en práctica los temas aprendidos en el espacio académico.

Después de realizar un proceso de comparación se escogió la metodología didáctico operativa como base del kit, se llegó a la conclusión de que la implementación de este tipo de metodología permita que el kit sea una herramienta valiosa para los estudiantes, facilitando la acción practica por medio de una pieza didáctica.

Para la construcción de las piezas del kit se utilizó el proceso de impresión 3D debido a su corto tiempo de fabricación y su eficiencia, además de realizo la caja de almacenamiento y la guía que permite a los usuarios desarrollar las prácticas de dibujo de una forma autónoma.

Las pruebas piloto desarrolladas durante este proyecto, permiten concluir que este kit puede facilitar la adquisición de temas y conceptos relacionados o tratados en las clases de dibujo técnico, de una manera didáctica y llamativa tanto para los estudiantes como para los docentes de estas áreas académicas

11 REFERENCIAS

- Alcañiz. (n.d.). Zortrax.
- Andalucía Federeación de enseñanza de CC.OO. (2009). Aprendizaje: definición, factores y clases. *Revista Digital Para Profesionales de La Enseñanza*, 1–6.
- Bautista, J. S. (1996). El ordenador en la didactica del Dibujo Tecnico., 525. Retrieved from <http://www.riunet.upv.es/handle/10251/5427>
- Castillo, Y. (2011). Actitudes y escalas, 8(2), 1870–1477. Retrieved from <http://www.odiseo.com.mx/2011/8-16/pdf/garcia-aguilera-castillo-guia-construccion-escalas-actitud.pdf>
- Chen, X., Ware, H. O. T., Baker, E., Chu, W., Hu, J., & Sun, C. (2017). The Development of an All-polymer-based Piezoelectric Photocurable Resin for Additive Manufacturing. *Procedia CIRP*, 65, 157–162. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.04.025>
- Costa, J. S. É. A. V. (2011). Tecnología para el prototipado rápido : Impresoras 3D, 3(1), 203–208.
- Diab, I. J. (2016). *Introducción a SolidWorks® en 10 Lecciones*.
- Ditbutec. (n.d.). Modelado en jabón. Retrieved September 9, 2019, from <https://ditbutec.es.tl/Modelado-en-jab%F3n.htm>
- Docente, M. D. E. A. (2017). Metodologías activas para el aprendizaje DIRECCIÓN DE CALIDAD EDUCATIVA VICERRECTORÍA ACADÉMICA. Retrieved from http://www.ucentral.cl/prontus_ucentral2012/site/artic/20170830/asocfile/20170830100642/manual_metodologias.pdf
- Gamboa Mora, M. C., & García Sandoval, Y. (2012). Aprender haciendo en Investigación como estrategia de aprendizaje en Ambientes Virtuales (Learning by doing in research as a learning strategy). *Revista de Investigaciones UNAD Bogotá- Colombia*, 11(2), 77–93.
- Geromin, A., Roucoules, L., Malburet, F., & Lopez, C. (2018). CAD modelling based on

- knowledge synthesis for design rational. *Procedia CIRP*, 70, 156–161.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.01.008>
- Ivic, I. (1999). Lev Semionovich Vygotsky. *Perspectivas: Revista Trimestral de Educación Comparada*, XXIV(Vygotsky y la Educación), 773–779.
- Joaquin, G. (n.d.). DIBUJO TECNICO Guia practica. Retrieved September 9, 2019, from <https://www.yumpu.com/es/document/read/12633494/guia-del-alumno-ies-barajas/7>
- López, O., Quintero, V., & Sanabria, L. (2006). Niveles de Complejidad en la Solución de Problemas, 79–85.
- Lopez Vaca, R. (2018). *Falencias modelado CAD*. Bogota.
- Meneses, J., & Rodríguez, D. (2011). El cuestionario y la entrevista. *UOC Universitat Oberta de Catalunya*. Retrieved from http://femrecerca.cat/meneses/files/pid_00174026.pdf
- Networks, F. (2013). Calcular la muestra correcta. Retrieved September 1, 2019, from <https://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calcular.html>
- ODES. (2017). En la educación superior, 18. Retrieved from <file:///C:/Users/SARA/Documents/ADMINISTRACI%00N/INVESTIGACION/odes.pdf>
- Ojeda, M., Diaz, J., Apodaca, C., & Trujillo, I. (2004). *Metodologia de dise%00o estadistico*. *The British Journal of Psychiatry* (Vol. 111).
<https://doi.org/10.1192/bjp.111.479.1009-a>
- Olmedo-Torre, N., Vidal, O. F., Castillo, J. L., & Rodríguez, F. B. (2017). The Influence of ICT on Learning in Graphic Engineering. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 237(June 2016), 737–744. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.115>
- Ortega, C. (2012). DISE%00O Y APLICACI%00N DE GU%00AS DIDACTICAS COMO ESTRATEGIA METODOLOGICA, PARA EL FORTALECIMIENTO DEL PROCESO ENSE%00ANZA APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE FISICA, 57–77.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). T%00cnicas de Muestreo sobre una Poblaci%00n a Estudio.

International Journal of Morphology, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Parra, D. M. (2003). MANUAL DE ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE, 1–120. Retrieved from [https://www.ucn.edu.co/Biblioteca Institucional Cemav/AyudaDI/recursos/ManualEstrategiasEnsenanzaAprendizaje.pdf](https://www.ucn.edu.co/Biblioteca%20Institucional/Cemav/AyudaDI/recursos/ManualEstrategiasEnsenanzaAprendizaje.pdf)

Productos. (n.d.). Retrieved September 27, 2018, from <https://www.gunt.de/es/productos/mecanica-y-diseno-mecanico/diseno-mecanico/dibujo-tecnico/dibujo-tecnico-representacion-en-tres-plantas/050.10000/tz100/glct-1:pa-150:ca-22:pr-1423>

Restrepo, G., & Lopera, M. (2015). CDIO: Una gran estrategia de formación en ingeniería. *Ingenieria & Sociedad*, 39, 5–6. Retrieved from http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/7772/1/RestrepoGuillermo_2015_estrategiaformacioningenieria.pdf

Rivera Vergara, C. (2018). *Dibujo Tecnico*. Bogota.

Rodríguez, A., & L. Ramírez. (2014). Aprender Haciendo – Investigar Reflexionando: Caso De Estudio Paralelo En Colombia Y Chile. *Revista Academia y Virtualidad*, 7(2), 53–63. <https://doi.org/10.18359/ravi.318>

Ruiz, G., & Ruiz, G. (2013). La teoría de la experiencia de John Dewey: significación histórica y vigencia en el debate teórico contemporáneo. *Foro de Educación*, 11(15), 103–124. <https://doi.org/10.14516/fde.2013.011.015.005>

Saez, J. (2018). *ESTILO DE APRENDIZAJE Y METODOS DE ENSEÑANZA*.

Sampieri, R. (2014). *METODOLOGIAS DE LA INVESTIGACION*. *The British Journal of Psychiatry* (Vol. 111). <https://doi.org/10.1192/bjp.111.479.1009-a>

Sánchez, J., Fernández, A., & Llorente, J. (2012). TÉCNICAS DE PROTOTIPADO RÁPIDO.

Stratasys. (2016). ¿ Qué es el prototipado rápido? *Stratasys*, 1. Retrieved from <http://www.stratasys.com/es/resources/rapid-prototyping>

Torres, G., Montenegro, L., & Suarez, L. (2014). Directora Técnica Dirección de Regulación, Planificación, Estandarización y Normalización -DIRPEN Nelcy Araque García, 1–36.

Varela león, O. (n.d.). EL DIBUJO COMO EXPRESIÓN, 27–31.

Wang, X., Jiang, M., Zhou, Z., Gou, J., & Hui, D. (2017). 3D printing of polymer matrix composites: A review and prospective. *Composites Part B: Engineering*, 110, 442–458. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.11.034>

Worldwide CDIO Initiative. (n.d.). Retrieved September 27, 2018, from <http://www.cdio.cl/CDIO.ORG.html>