



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE
DISEÑO

**FUNDAMENTOS DEL DIBUJO ARTÍSTICO E INDUSTRIAL COMO
APOYO A LA REALIZACIÓN DE PRODUCTOS SIGUIENDO LA
METODOLOGÍA PROYECTUAL**

Tesis para obtener el grado de
Licenciado en Diseño

Presenta

ALAN OMAR GARCÍA SÁNCHEZ

Director de tesis

Mtro. Esteban Martínez Preciado

Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Mayo de 2023. **México.**

| | |
|---|------------|
| AGRADECIMIENTOS | V |
| DEDICATORIA | VI |
| RESUMEN | VII |
| CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 MARCO CONTEXTUAL | 1 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 6 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN | 9 |
| 1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN..... | 10 |
| 1.5 OBJETIVO GENERAL | 10 |
| 1.6 OBJETIVOS PARTICULARES | 10 |
| 1.7 ALCANCE Y LIMITACIONES | 11 |
| CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA | 12 |
| 2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 12 |
| 2.2 FUENTES DE INFORMACIÓN | 12 |
| 2.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN | 13 |
| CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN | 14 |
| 3.1 ANTECEDENTES | 15 |
| 3.1.1 <i>El modo de Vida Antes de la Revolución</i> | 15 |
| 3.1.2 <i>Revolución industrial enfocada en el diseño e innovación</i> | 17 |
| 3.1.3 <i>Primeros Pasos del Diseño Industrial</i> | 30 |
| 3.1.4 <i>Primeras Escuelas de Diseño</i> | 32 |
| 3.1.5 <i>Historia General del Diseño Industrial en México</i> | 39 |
| 3.2 EL DISEÑADOR INDUSTRIAL | 42 |
| 3.2.1 <i>¿Quién es el Diseñador Industrial?</i> | 42 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.2.2 | <i>¿Para Quien Trabaja un Diseñador Industrial?</i> | 43 |
| 3.2.3 | <i>Las Cualidades del Diseñador</i> | 45 |
| 3.2.4 | <i>El Producto</i> | 54 |
| 3.3 | METODOLOGÍA PROYECTUAL | 58 |
| 3.3.1 | <i>El Problema</i> | 60 |
| 3.3.2 | <i>Recolección y Análisis de Datos</i> | 62 |
| 3.3.3 | <i>Creatividad</i> | 65 |
| 3.3.4 | <i>Materiales y tecnología</i> | 65 |
| 3.3.5 | <i>Experimentación</i> | 66 |
| 3.3.6 | <i>Modelos</i> | 66 |
| 3.3.7 | <i>Verificación</i> | 68 |
| 3.3.8 | <i>Dibujos Constructivos</i> | 69 |
| 3.4 | TÉCNICAS DE DIBUJO ENFOCADAS AL DISEÑO | 70 |
| 3.4.1 | <i>Forma</i> | 71 |
| 3.4.2 | <i>Composición</i> | 77 |
| 3.4.3 | <i>Sistemas gráficos de representación</i> | 88 |
| 3.4.4 | <i>Luz y sombra enfocada al Dibujo</i> | 101 |
| 3.4.5 | <i>Color</i> | 110 |
| 3.4.6 | <i>Atributos de color</i> | 115 |
| 3.4.7 | <i>Boceto</i> | 122 |
| 3.5 | FUNDAMENTOS DEL DIBUJO TÉCNICO | 126 |
| 3.5.1 | <i>Principios del Dibujo Técnico</i> | 126 |
| 3.5.2 | <i>Acotación en Dibujos</i> | 150 |
| 3.5.3 | <i>Tolerancias Dimensionales</i> | 159 |
| 3.5.4 | <i>Ajustes</i> | 164 |
| 3.5.5 | <i>Tolerancias geométricas</i> | 168 |
| 3.5.6 | <i>Tolerancias de Forma</i> | 170 |

| | |
|---|------------|
| 3.5.7 Tolerancias de Orientación | 174 |
| 3.5.8 Tolerancia de posición..... | 177 |
| CAPÍTULO 4 CASO DE ESTUDIO | 180 |
| 4.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA DEL CASO DE ESTUDIO | 180 |
| 4.1.1 Recolección y análisis de datos | 181 |
| 4.1.2 Creatividad..... | 182 |
| 4.1.3 Materiales y tecnología..... | 183 |
| 4.1.4 Experimentación | 184 |
| 4.1.5 Modelos y verificación | 184 |
| 4.1.6 Dibujos constructivos | 184 |
| 4.2 ETAPAS DEL PROCESO | 185 |
| 4.2.1 Bocetaje | 185 |
| 4.2.2 Planos..... | 187 |
| 4.2.3 Imágenes CAD..... | 192 |
| 4.2.4 Render..... | 197 |
| RESULTADOS | 200 |
| CONCLUSIONES | 205 |
| BIBLIOGRAFÍA | 212 |
| ANEXOS..... | 217 |

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, por dar a luz la carrera de diseño y dar lugar a la carrera de una forma gratuita y al alcance de muchos... eso incluyéndome y así ser parte de la primera generación de esta carrera.

De la misma manera, agradezco a la Facultad de Diseño por buscar estar a la altura de otros centros académicos que ofrecen la misma carrera a pesar de ser una carrera naciente de manera publica en el estado.

Agradezco a mi director de tesis Mtro. Esteban Martínez Preciado por entender mi situación y estar a pie de cañón, siempre asesorándome y motivando para culminar este reto.

De igual manera le mando un agradecimiento a cada uno de mis lectores, ya que aceptaron con mucho gusto ser mis lectores; lo que agradezco de gran manera, debido a que me están dando de su tiempo para poder culminar esta tesis.

Quiero agradecer a mi maestro Oscar Alférez, que compartió su talento conmigo, de lo cual pude desarrollar mi talento como dibujante, y así poder proponer el tema (del lado artístico) de esta tesis.

Por el mismo lado agradezco, a mi maestro Uziel Caldiño Herrera, que siempre estuvo enseñándome y asesorándome durante mi etapa estudiantil y durante mi servicio social, de manera comprometida y dedicada. Y motivó el tema de esta tesis por el lado técnico

DEDICATORIA

A mis padres. Porque siempre me apoyaron de manera incondicional y esperan lo mejor de mi. A mi padre, porque siempre me apoyo en los momentos duros y en las malas decisiones. A mi madre que nunca dudo de mi y siempre estuvo de acuerdo con mis sueños; y su amor fue lo que me mantuvo de pie.

A Sara, quien fue la persona que Dios puso en mi vida para ver su verdad y poder dar un cambio en mi vida.

En el ámbito profesional siempre me impulso a dar lo mejor y desarrollarme como profesionalista y como persona.

A mi tío Isaías, quien siempre me dio un medio de trabajo que me ayudo a saber lo que es responsabilidad y lidiar con el estrés, además que siempre tuvo confianza en lo creo.

RESUMEN

El dibujo es la herramienta básica del diseñador industrial por lo que en este estudio se aborda el tema del dibujo artístico e industrial como parte de una metodología de los procesos de diseño. A causa de que se ha llegado a interpretar el uso del dibujo para fines exclusivamente artísticos, muchos estudiantes lo consideran tedioso de aprender, y dirigen su atención a otras herramientas como los softwares de diseño, pero no se comprende que dichos programas son un medio de apoyo para perfeccionar las propuestas de diseño planteadas inicialmente por medio del dibujo, estableciendo así la importancia de adquirir conocimientos de dibujo artístico e industrial para la creación de objetos industriales.

Para el proyecto de investigación, se planteó una metodología principalmente documental, el desarrollo de la fundamentación teórica se basó en la revisión de documentación académica para definir diversos conceptos asociados al proceso de diseño, para proceder a la observación de un caso de estudio, el cual consistió en la elaboración de una turbina *Darrieus* por medio de bocetos, planos, imágenes en formato CAD y la renderización de estas últimas.

Por último, se aplicó un formulario con fines analíticos a diseñadores industriales para poder visualizar que relevancia tiene los temas principales y los objetivos que se tienen en esta tesis; donde, se encontró que el 61.9 % de diseñadores encuestados afirmaron que sus clases y talleres no fueron suficientes para adquirir completamente la habilidad de dibujar durante los estudios universitarios, por lo que se intuye que tuvieron que capacitarse de distintas maneras para obtener los resultados deseados respecto a su habilidad para dibujar o en su defecto adaptarse con los conocimientos aprendidos.

Se concluye que el dibujo (artístico e industrial), es una habilidad que sirve como medio de apoyo para el proceso de diseño puesto que facilita la representación de productos industriales, sin embargo, resulta necesario una mayor profundidad de aprendizaje para lograr dominar la técnica del dibujo.

Palabras Clave: Dibujo artístico, Dibujo industrial, Proceso de diseño, Creatividad, Estudiantes.

ABSTRAC

Drawing is a basic tool for an industrial designer, and in this study, we will look at the topic of artistic and industrial drawing as part of the methodology of design. Due to the fact that drawing has come to be interpreted exclusively for that which is artistic, many students have considered it a tedious task to learn, and have begun to direct their attention to other tools such as designing softwares. But they have not understood that these programs are only a tool to help perfect the proposed design that was initially determined through drawing. In this way we can see the importance of acquiring knowledge in artistic and industrial drawing so as to be able to create industrial objects.

This research project was based solely on a documental methodology, the development of a theoretical foundation based on the revision of academical documents in order to define the diverse concepts associated with the design process and to be able to proceed to the observation of a case study, of which consists of the manufacturing of a Darrieus turbine through sketches, blueprints, CAD drawings, and the image synthesis or rendering of the aforementioned drawings.

For analytical purposes a formula was applied to industrial designers in order to be able to visualize the relevance of the main points and the objective that is found in this thesis. It was discovered that 61.9 % of designers that participated in the survey affirmed that their classes and workshops were not enough to completely acquire the ability to draw during their university studies. From this we can infer that they had to train themselves from different resources in

order to obtain the desired results related to their drawing ability or in the lack thereof they had to adapt with the knowledge or information that was learned.

We came to the conclusion that drawing (artistic and industrial), is an ability that serves as a way to help the design process by facilitating the representation of industrial products. However, it turns out that greater training is necessary in order to master drawing technique.

Key Words: Artistic drawing, Industrial Drawing, Design Process, creativity, students.

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Marco contextual

El principal interés para elegir este tema fue el hecho que, durante la formación académica de este autor, siempre se tuvo un gusto personal por el dibujo y cómo este podía ser un medio para expresar ideas y propuestas que tenía en mente a la hora de estar diseñando, por lo cual, materias de dibujo y dibujo técnico fueron de especial interés. Sin embargo, como la carrera era nueva y esa generación fue la primera en cursarla, el plan de estudio estaba inmaduro en algunas áreas. En algunos casos el plan de trabajo del docente que daba la materia difería mucho del plan de estudio de la materia; en otros se impartía bien la materia, pero al ser unidades de enseñanza con un grado de complejidad mayor, era difícil el comprender y aprender lo visto, dado esto, el docente tenía que bajar el estándar de la calidad de los trabajos.

Otro factor era que se quería ver muchos temas en un lapso de tiempo menor al adecuado, dando como resultado la falta de dominio y/o desarrollo de las habilidades que se habían planteado desarrollar e incluso había casos donde los docentes afirmaban que dibujar era una actividad de segundo término y que no era relevante para el diseño. En cambio, en la perspectiva de quien escribe, no se daba razón a que una habilidad de representación tan importante fuera relegada a segundo plano, por lo cual se optó por tomar cursos particulares para desarrollar esta habilidad y poder plasmar las ideas personales de manera más clara. En dichos cursos se pudo observar el trasfondo teórico del dibujo artístico y cómo estas técnicas podían aplicarse a cualquier carrera que requiera del dibujo como medio de comunicación visual. Así mismo, en la universidad había algunas clases que sí argumentaban la importancia del dibujo: tanto en su historia como en su disciplina.

A continuación, se hará un breve recorrido histórico que sitúa al dibujo como un acompañante desde los inicios de la humanidad y en su desarrollo.

Así que por lo recopilado por (Gómez, 2022), comenzando por el arte rupestre, a través del cual el hombre dejaba plasmados en cuevas, piedras y paredes rocosas, innumerables representaciones de animales, plantas u objetos; escenas de la vida cotidiana, signos y figuraciones geométricas, etc., obras consideradas entre las más antiguas manifestaciones de su destreza y pensamiento.

Mucho tiempo después, cerca del año 2450 A.C. surge el primer plano en Mesopotamia, donde el arquitecto y gobernante Gudea creó una estatua en la que se apreciaban los planos de un edificio en tablillas. Y así podemos seguir hablando de Tales de Mileto, Pitágoras, Arquímedes. Quienes con sus aportaciones en geometría y trigonometría dieron avances que sentaron las bases del conocimiento humano.

A finales de la Edad Media, se comenzó a usar la estereotomía, la cual es la ciencia que estudia el despiece y corte de los materiales para la construcción de elementos de las edificaciones, es decir, estudia la manera en que debe descomponerse una forma a construir y la forma de las piezas que la componen. En la etapa del Renacimiento se dio un importante avance en el dibujo artístico. En este periodo, hacia 1413, Brunelleschi desarrolló una invención conocida como experimento de perspectiva cónica o lineal. El experimento representaba la técnica que consistía en que todas las líneas del dibujo convergen en un mismo punto de fuga, creando una sensación de profundidad. Años más tarde, artistas como: Leonardo Da Vinci, Miguel Ángel entre otros más, hicieron grandes avances en las artes: perfeccionamiento de la anatomía humana, pintura, escultismo, técnicas de representación, etc. Da Vinci en especial, realizó contribuciones en la representación de sus obras a través de vistas descriptivas que permitían estructurar los elementos gráficos para hacerlos más atractivos a la vista, asemejándose a los futuros dibujos industriales.

De manera similar, en el año de 1746 Gaspard Monge creó el sistema diédrico, que se refiere a establecer en el espacio cuatro divisiones, diedros o cuadrantes. Al situar los planos de proyección en determinados lugares del espacio, la proyección ortogonal producida en una figura u objeto es independiente de la distancia que esta se sitúe de los planos de proyección. El sistema diédrico o de Monge es un sistema de representación que emplea una proyección ortogonal sobre dos planos perpendiculares entre sí, siendo uno de ellos vertical y el otro horizontal. Si abatimos estos dos planos uno sobre otro haremos coincidir el último con nuestro dibujo. El sistema diédrico fue el fundamento para la realización de piezas industriales de una manera más clara para su producción; en la actualidad muchos programas asistidos por ordenador utilizan este sistema para así poder realizar modelos de productos, tal es el caso de Solidworks¹, Rhinoceros² entre otros más.

La motivación para hablar de todo este contexto histórico acerca del dibujo es para enfatizar la importancia que tuvo, tiene y tendrá el conocer los fundamentos de dibujo en el desarrollo académico y profesional de los estudiantes. Se puede decir, que el dibujo es una habilidad como muchas otras que el diseñador debe de dominar teniendo la misma importancia que el resto de ellas.

Volviendo al caso personal del autor de este texto, después de mucho tiempo aprendiendo las bases teóricas del dibujo artístico, y como a partir de éstas me dio la sensación

¹ Software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 2D y 3D, desarrollado en la actualidad por Solidworks Corp., una filial de Dassault Systèmes (Suresnes, Francia), para el sistema operativo Microsoft Windows.

² Rhinoceros 3D es una herramienta de software para modelado en tres dimensiones basado en NURBS. Es un software de diseño asistido por computadora creado por Robert McNeel & Associates, originalmente como un agregado para AutoCAD de Autodesk.

de ser un diseñador más preparado para aportar ideas y propuestas con más valor tanto estético como práctico. Sin embargo, el conocimiento adquirido en dibujo industrial era básico, pensando que era el necesario para poder ejercer las labores de diseño. Fue hasta el servicio social cuando se tuvo contacto con ciertos temas que durante la formación académica no se aprendieron y que son de suma importancia para elaborar planos industriales con un menor margen de error en su producción, por ejemplo, el sistema GD&T abreviatura de "Dimensionamiento Geométrico y Tolerancias (Por sus siglas en inglés), el cual es un sistema para definir y comunicar las intenciones de diseño y las tolerancias de ingeniería que ayuda a ingenieros y fabricantes a ejercer un control óptimo de las variaciones en los procesos de fabricación.

Durante esta etapa de formación profesional, se entendió la importancia de realizar diseños que puedan ser fabricados sin un error de interpretación, además de que las propuestas de diseño deben de adaptarse al lugar de trabajo.

Por último, pero no menos importante, es entender el uso de una metodología³ de diseño para trabajar. Como diseñadores se tiene que tener un modo de trabajo para llevar un orden y realmente apegarnos a ese modo de trabajo.

Fue durante las primeras oportunidades de trabajar profesionalmente que pudo entenderse la importancia de apegarse a una metodología de trabajo, dado que, los trabajos se tenían que entregar en tiempos precisos y para poder cumplir esos tiempos tenía que haber un orden de trabajo y cada tarea se tenía que cumplir paso por paso. A pesar de que en la universidad se vieron metodologías de trabajo, el poder hacerlas propias es una historia completamente diferente. ¿Y qué importancia tiene que el diseñador trabaje con una metodología? Munari (1981), explica que un diseñador sin método arroja ideas al aire y estas

³ Conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar el objetivo o la gama de objetivos que rige una investigación científica, una exposición doctrinal. o tareas que requieran habilidades, conocimientos o cuidados específicos.

se catalogan como ideas sin estructura e improvisadas. También expresa en cómo el trabajar con reglas y una serie de pasos puede llegar a malentenderse como una limitante creativa e incluso un factor de bloqueo para el diseñador cuando en realidad es el método para que los diseñadores puedan alcanzar los objetivos en los trabajos que se les encomienden

“Por eso conviene ahora establecer ya una distinción entre el proyectista profesional, que tiene un método proyectual, gracias al cual desarrolla su trabajo con precisión y seguridad, sin pérdidas de tiempo; y el proyectista romántico, que tiene una idea "genial" y que intenta obligar a la técnica a realizar algo extraordinariamente difícil, costoso y poco práctico, aunque bello” (Munari, 1981, p.20).

Vale la pena señalar que Munari afirma que su metodología no es absoluta, y esta puede ser moldeable a modo de que el diseñador que la este ocupando pueda aportar nuevas ideas para su aplicación. En el caso personal, se aprendió a trabajar con esta metodología por su orden y porque es la que se apegó al estilo propio, por lo cual, es la metodología utilizada como partida para esta tesis.

Volviendo al tema, decir que trabajar bajo una metodología es la manera para que el diseñador pueda sacar el máximo provecho de su creatividad y que en consecuencia, las reglas del método no bloquean la personalidad del diseñador sino, que, al contrario, le estimulan a explorar alternativas para la solución de la problemática y a su vez permite llegar a descubrir algo que, eventualmente, puede resultar útil también a los demás, además de contar con habilidades que ayuden a pre visualizar, desarrollar y modificar los proyectos de diseño en todas sus etapas de una manera rápida y ágil, puede facilitar dicha tarea.

1.2 Planteamiento del problema

Se han planteado cuestiones acerca de la relevancia que tiene el dibujo como una habilidad a desarrollarse para ser un medio de apoyo a la hora de presentar gráficamente una idea o propuesta rigiéndose bajo una metodología de trabajo, dado que se considera una actividad meramente artística y no como un requisito en un diseñador y que para serlo tiene más peso el ser creativo, colaborar en equipo, estar a la vanguardia, entre otras más. Esto sucede debido a que se tiene el concepto de que el dibujo es más en una obra de arte o una muestra realista de una propuesta artística, sin tener en claro que para un diseñador esta práctica no debe considerarse como un fin, sino como un medio para la elaboración de ideas y conceptos. Por supuesto que puede haber diseñadores experimentados en el área, pero aun así no dejan de enfocarse en el propósito de diseño: visualizar el proyecto y anticipar los problemas y las soluciones (Campi, 2020).

Otro factor determinante, es que muchos de los estudiantes no tienen los conocimientos y habilidades sobre la materia y que llegar a aprenderlo y desarrollarlo puede ser algo frustrante durante su formación académica, por lo cual se opta por dejarlo de lado o no tomarle importancia. A pesar de que algunos diseñadores digan que dibujar es algo irrelevante; son más los que fomentan la importancia de obtener y pulir esta habilidad, ya que es un factor agiliza el trabajo con el resto de tu equipo de trabajo, con el personal de producción y con el potencial cliente, dado que para ellos es esencial ver lo que se va a hacer.

Además, el dibujo es la única forma de poder presentar la idea de una manera visual y que se pueda valorar toda la información que se planteó durante el brief ⁴; de un modo en cual

⁴ Punto de partida de un proyecto; un documento informativo que contiene la información más relevante e importante de un proyecto y que sirve como punto de partida para establecer una comunicación efectiva entre el cliente y el profesional.

se pueda comunicar su forma o una función o bien para dar instrucciones de como va a ser realizado (Munari, 1981).

Es probable que, también tenga algo que ver la comodidad que nos han dado los softwares de diseño asistido por computadora. Los cuales son de gran ayuda en presentar ideas con mayor claridad rapidez y realismo: dando como resultado un desinterés por los estudiantes en desarrollar una habilidad que consideran más complicada de aprender y que no les garantiza expresarse con tanta claridad como en el software. No obstante, como menciona Aki Choklat: “El dibujo manual sigue desempeñando un papel muy importante en el mundo de la moda. Es la manera más rápida y eficaz de representar los diseños” (Choklat, 2012, p. 136). (Esto mismo aplica al diseño en industrial). No cabe duda que los softwares de computadora son una herramienta que han revolucionado el modo de trabajar en el campo del diseño, y que se ha convertido en la herramienta favorita de muchos diseñadores: debido a que con ellos se pueden hacer tareas que con el dibujo manual sería casi imposible de realizar sin que se tengan altos conocimientos y practica de teorías avanzadas de dibujo. Según Drew Plunkett “la evidencia sugiere que, para cualquier diseñador, la mínima calidad de un dibujo digital será más aceptable que lo que un dibujo incompetente hecho a mano pueda ofrecer” (Plunkett, 2009, p.11).

Ahora bien, el mismo Plunkett afirmaba que el buen dibujo es el que representa de manera eficaz lo que el diseñador imagina y que el estilo de cada diseñador es el factor determinante en la representación de ideas (Plunkett, 2009).

También habla acerca de la eficacia del dibujo en su contenido, donde expresa que dicho contenido debe ser creíble, aunque no necesariamente preciso; que aplicando bien los fundamentos proporcionan un resultado convincente.

Es aquí donde da a luz el clímax del problema planteado. El problema principal no es que los estudiantes no sepan plasmar propuestas “realistas” o “detalladas”, con un alto nivel grafico, sino que, no se tenga la noción de cuales son los aspectos fundamentales del dibujo

artístico e industrial que son necesarios para el diseño y poder desarrollarlas. Ya que, como se mencionó al principio de este punto, para los diseñadores, el dibujo no debe ser un medio de expresión, sino un medio de representación de ideas, ahora para que esto sea posible los estudiantes deben tener el correcto entendimiento de los fundamentos y aplicarlos de manera lógica y real.

Así, por ejemplo, un correcto manejo de la proporción y perspectiva; la adecuada interpretación de la luz y sombra, y como la distancia del factor lumínico da tonalidades diferentes a cada parte del producto dibujado. Por su parte el dibujo industrial, saber que todo lo que diseñemos tendrá un margen de tolerancias, tanto geométricas como de forma, son factores para que el producto no tenga errores de fabricación. Y así hay muchas cosas mas que iremos viendo a través de esta investigación.

En definitiva, son estos fundamentos los que cuesta aprender y dominar, pero una vez se que tengan claros estos principios, el estudiante podrá encontrar un estilo para plasmarlo y proponer sus ideas de una manera real y plausible.

Ahora bien, es por esto que, si no se comienza a tomar mayor relevancia a la cuestión de que, los estudiantes deben de tener las bases del dibujo artístico e industrial, podría terminar en la falta de habilidad de los estudiantes a la hora de presentar sus ideas y conceptos, como a la demora de tiempos de producción e ineficacia profesional. Por lo que resulta importante empezar a fomentar la importancia de que los estudiantes perfeccionen las habilidades de dibujo artístico e industrial y entiendan el concepto teórico que hay detrás de dichas habilidades, para así lograr ser mas competitivos y desarrollar un estilo propio que pueda ser aplicado en el ámbito laboral.

El propósito de este estudio es expandir la comprensión sobre la relevancia que tiene el entender y perfeccionar los fundamentos de dibujo artístico y el dibujo industrial aplicados en el diseño, bajo una metodología de diseño para los estudiantes de diseño industrial.

1.3 Justificación

En el campo del diseño es necesario darle una mayor importancia al desarrollo de las habilidades de dibujo y tener en claro la fundamentación teórica detrás de ellas, ya que en los tiempos que estamos viviendo, la representación visual es algo de suma importancia. “Sin embargo es una de las habilidades menos atendidas en las universidades, pero de las más solicitadas en agencias de diseño de producto” (AIDIA, 2022). Por tanto, los estudiantes deben de plantearse la idea de desarrollar y/o perfeccionar dichas habilidades, debido al que “el dibujo es el principal resorte que usamos para organizar y expresar nuestros pensamientos y perfecciones visuales” (Francis, 2012), dando como resultado la capacidad de proponer ideas claras y entendibles para poder convencer al cliente o espectador de los méritos de la propuesta.

Hay que mencionar, además, que el tener desarrolladas estas habilidades será una gran ventaja en muchos ámbitos que rodean el presentar una propuesta clara, entendible y que no de lugar a errores de interpretación. Por ejemplo: ayuda al equipo de trabajo a entender lo que se está intentando comunicar por parte del diseñador, para así poder dar opiniones, aportaciones, aclarar dudas, entre otras más, que ayuden a realizar la propuesta en un menor tiempo y con un menor margen de error.

Por último, pero no menos importante, el dibujo sirve también para que el personal que se encargará de la producción del diseño, tenga claro las instrucciones de lo que se va a hacer con las piezas diseñadas y no haya algún error de interpretación, ya que esto último puede ser causa de problemas de construcción, que a la vez implica pérdidas de materia prima, tiempo y económicas.

Es así, como a través de esta investigación, se buscará defender la idea de que el dibujo es una habilidad que apoye al estudiante de diseño para plasmar sus ideas y que, a su vez es un medio que facilita su proceso de trabajo, otorgando calidad al resultado final.

1.4 Pregunta de investigación

¿Cuál es la importancia de adquirir y perfeccionar conocimientos de dibujo artístico e industrial como medio de apoyo para presentar ideas, funciones y especificaciones durante el proceso de creación de un objeto industrial bajo la metodología proyectual en estudiantes de Diseño industrial?

1.5 Objetivo general

El objetivo de la presente investigación es:

- Establecer la importancia de adquirir conocimientos de dibujo artístico e industrial como medio de apoyo durante el proceso de creación de un objeto industrial, bajo la metodología proyectual en estudiantes de Diseño industrial.

1.6 Objetivos particulares

Los objetivos específicos de la presente investigación son:

- Comparar diferentes planes de estudio de las Universidades del país para observar cuantas de las materias impartidas se enfocan en los temas visto en esta tesis.
- Estudiar como la metodología proyectual ayuda a los estudiantes a tener un mayor control de sus proyectos, siendo más organizados y creativos.

- Analizar de qué manera las técnicas de dibujo artístico e industrial son un medio de apoyo para la comunicación visual y técnica durante el proceso de creación de un objeto industrial.

- Describir lo visto en esta tesis en un caso de estudio.

1.7 Alcance y Limitaciones

La intención o propósito de esta investigación es de carácter exploratorio, es decir, que solo se analizara la información recopilada en las fuentes de investigación y posteriormente ejemplificar lo visto en un caso de estudio, el cual constata de una pieza que forma parte de una turbina. A causa de lo dicho anteriormente, esta investigación se limitará a exploración documental y su análisis a partir de fuentes primarias existentes en internet o escrita.

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

2.1 Tipo de Investigación

Para la realización de este estudio se hizo uso de una combinación de enfoques documental y transcriptiva. De acuerdo con un Carlos Muñoz (Razo, 2011). Una tesis de investigación documental son trabajos cuyo método de investigación se concentra exclusivamente en la recopilación de datos de fuentes documentales, ya sea de libros, textos, sitios web o cualquier otro tipo de documentos gráficos, iconográficos y electrónicos. Su propósito es estudiar las teorías de otros autores, aportadas con anterioridad sobre el tema de estudio, para corroborarlas, complementarlas, refutarlas, o bien, para derivar a partir de ellas nuevos conocimientos sobre el tema de estudio.

2.2 Fuentes de Información

Por otro lado, la recopilación y tratamiento de la información es de carácter transcriptiva, dado que, los datos e información de textos y los documentos que servirán para fundamentar un tema; con su análisis y conclusiones se pretende aportar conocimientos adicionales a lo que se está investigando.

Para fundamentar estas tesis, el investigador se respalda en textos, conceptos, definiciones y aportaciones comprobadas. Cabe señalar que, para dar la formalidad y validez que demanda una investigación de este tipo, es requisito indispensable que en la redacción de la tesis se haga clara referencia a las fuentes de consulta utilizadas y se evite el plagio, esto es, la práctica de reproducir textualmente los documentos consultados sin citar fuentes. En algunos casos, con la finalidad de profundizar en el tema, se permite interpretar lo leído o copiar textualmente la información obtenida, tal y como aparecen escritos en el documento de

consulta, pero siempre citando las fuentes bibliográficas; sin este requisito, se estaría incurriendo en un plagio. (Razo, 2011).

2.3 Técnicas de Investigación

Así mismo, para la realización de esta investigación se adoptó un diseño de tipo no experimental. Según (Sampieri, 2014), la Investigación no experimental: son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos. En esta investigación no se ha manipulado ninguna de las variables, únicamente se ha limitado a su revisión, descripción e interpretación de la información obtenida.

Dentro del diseño no experimental están las secciones transversal y longitudinal. En este estudio se decanto por el diseño transversal- correlacional que son los que “describen relaciones entre dos o mas categorías, conceptos o variables en un momento determinado, ya sea en términos correlacionales, o en función de la relación causa-efecto” (Sampieri, 2014).

La selección de este diseño fue considerada la más apropiada dado que el objetivo del presente estudio fue buscar la asociación entre el desarrollo de habilidades de dibujo artístico e industrial y como se refleja en la representación de ideas y propuestas de manera grafica, además, como apoyo en la metodología de trabajo de los estudiantes.

Por ultimo se implementará un formulario con fines analíticos para poder visualizar que relevancia tiene los temas principales y los objetivos que se tienen en esta tesis.

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En este capítulo presentaremos y analizaremos la información encontrada, que incluye la revolución industrial vista desde el aspecto técnico y de innovación en la forma del cambio de producción manual a de serie, además de ver que otros movimientos que dieron las bases del diseño industrial, también se verá una breve historia del diseño industrial en México. Por otro lado, se abordará las características de que es y que hace un diseñador, es decir, se mostraran algunas cualidades con las que deben contar los diseñadores y como estas permiten realizar su trabajo. Así mismo hablaremos del producto que en si, es el trabajo que los diseñadores industriales hacemos: veremos los tipos de producto que hay y su función.

Igualmente abordaremos la metodología proyectual, desglosaremos todos sus elementos para examinarlos y, además, añadir información de otros autores para complementar el análisis de las partes que la componen.

La siguiente sección de este apartado veremos las técnicas de dibujo enfocadas en el diseño; donde se vera la teoría de estas técnicas, analizando como se comporta estas bases teóricas en el diseño y ejemplificaremos con imágenes algunos puntos para su mayor entendimiento y comprensión. En la ultima sección de este capítulo se presentarán los fundamentos del dibujo industrial: Esta parte, por decirlo así, es la mas exacta del todo el capítulo, ya que no hay lugar a la interpretación, opinión o estilo personal de cada diseñador. Por lo que lo abordaremos de una forma transcriptor.

3.1 Antecedentes

3.1.1 El modo de Vida Antes de la Revolución

En esta sección se describe a grandes rasgos, en como era la vida del hombre antes de la revolución industrial; haciendo comparativas de lapsos de tiempo sin tratar temas culturales, ya que el fin de este estudio es describir la vida antes del proceso industrial que trajo la revolución industrial.

Dicho lo anterior, continuaremos con la premisa de esta sección.

Acorde de, como eran los tiempos del hombre antes de la revolución industrial.

(Fernández, 2012) hace una comparación del campesino, que vivió durante el periodo del antiguo Egipto, siendo un poco mas específicos, quince siglos antes del nacimiento de Cristo, y la de otro hombre en Francia separados por una brecha de tres mil años realmente no era tan diferente. Ambos hombres tenían una jornada laboral parecida, se regían por lo que la naturaleza proveía. A pesar de que el hombre avanzo en muchas áreas del conocimiento en este lapso de tres mil años, en esencia la calidad de vida para el hombre común era muy parecida.

“Es cierto que la sociedad del siglo XVIII es mucho más compleja y diversa, en su estructura económica y política y en sus manifestaciones culturales, que las sencillas aldeas de agricultores y ganaderos que surgieron en el próximo oriente y, un poco más tarde, en diversos lugares del planeta, desde China a Mesoamérica. Pero en lo esencial, la relación del hombre con la naturaleza nada había cambiado. El producto social de cualquier estado del mundo a finales de la Edad moderna seguía procediendo, en un abrumado porcentaje del sector primario de la agricultura” (Fernández, 2012, p.14).

Un hecho importante que menciona el autor, es que, durante todo ese periodo de tiempo, el principal motor de la humanidad fue la agricultura, y que todo el avance del hombre o nueva tecnología era mayormente para facilitar las cosechas y a raíz de estas sociedades pasaba por tiempos de prosperidad; se acomodaban y comenzaban a procrear. Sin embargo,

esta descendencia pedía comida y se tenían que tener cosechas más abundantes, lo que llevaba a una sobreexplotación de la tierra y extender los cultivos a zonas de peor calidad como bisques o pastizales, dando como resultado el agotamiento de la zona de siembra y a la vez la caída de la producción alimenticia, llevando hambre lo que causaba debilidad y vulnerabilidad a enfermedades y muerte.

Habría que decir también, que la comparación de los dos personajes que tomamos de referencia para la documentación de esta tesis se extiende en la vivienda, tradiciones, entre otros más. Obviamente se objetará el hecho que en una brecha de tiempo tan grande como la que se puso de referencia no hubo alguna clase de avance, ya sea tecnológico, cultural, domestico o de ocio, pero cambios y avances solo era de acceso para los mas privilegiados o incluso condenado durante el oscurantismo, donde hubo un atraso cultural de mil años y que el objetivo del humano era sobrevivir. “La supervivencia, y no el consumo, fue siempre y en todo momento el objetivo del ser humano hasta bien entrado el siglo XIX” (Fernández, 2012, p.18).

No se puede negar que, la humanidad tuvo avances a lo largo de su historia, pero no fue hasta mediados del siglo XVIII y comienzos del siglo XIX cuando todas las aportaciones, inventos, conocimiento que aportaron diversos hombres a lo largo de la historia se consolidaron en un hecho histórico que se le denomino la “Revolución Industrial”.

¿Qué fue la revolución industrial? La respuesta no es sencilla, hubo muchos factores que influyeron, la definición mas común es como un proceso donde se la innovación y la tecnología permitieron el desarrollo de maquinas que permitieron la sustitución de la mano de obra manual y artesanal por la producción en serie de una manera acelerada y autosostenible⁵ que dio paso a una sociedad urbana. Donde todo lo que se iba inventado o desarrollando tenia que ser aplicado en un proceso productivo.

⁵ Capacidad de mantener algo sostenido por medios propios, prescindiendo de los medios externos.

3.1.2 Revolución industrial enfocada en el diseño e innovación

Dejando de lado los factores del capital, empresariales y políticos que se dieron durante la época de la revolución industrial que se dio a mediados del siglo XVIII, nos enfocaremos en los procesos, invenciones e innovaciones que empujaron al desarrollo y avance tecnológico que la caracteriza.

Se puede definir a la revolución industrial como un evento que desencadenó un nuevo horizonte del desarrollo humano, que impacto a todas las clases sociales, principalmente a la clase obrera.

Esto fue debido a la introducción de una serie de innovaciones técnicas y organizativas que hicieron posible un crecimiento acelerado y autosostenible de la producción industrial, llevando a una sociedad agraria e incapaz de desarrollarse, a ser una sociedad moderna, urbana y con un crecimiento económico continuo a largo plazo.

La revolución industrial no solo consistió en la creación de nuevos inventos, descubrimientos o hallazgos más o menos relevantes y con un valor significativo, produciendo increíbles avances productivos. Lo verdaderamente determinante fue la conversión de esos inventos en innovaciones, es decir, su aplicación práctica en un proceso productivo.

Tomando este ejemplo; todo diseñador debe de entender, adquirir, un sentido de buscar innovaciones constantes en cada nuevo problema que se le presenta, así mejorando costes de producción, la calidad del producto y mas que nada la solución de una necesidad para la sociedad.

Volviendo al tema, la innovación no fue algo que se presentó exclusivamente en la revolución industrial, ya que innovaciones previas, como la rueda o el molino, fueron grandes sucesos de la historia del hombre, pero la diferencia con las que surgieron en el siglo VXIII, es que estas últimas fueron capaces de generar un crecimiento continuo y masivo.

(Fernández, 2012,) maneja el concepto de innovación durante la revolución industrial como la aplicación efectiva de un invento en un área donde este puede desempeñar su función

para la que fue concebido y este pueda incrementar de volumen de producción que se obtiene sin que se aumente el uso y consumo de los recursos, ya sean trabajadores, horas, materias primas o energía.

Se desea resaltar la innovación técnica como factor determinante en el inicio de la Revolución Industrial aún sobre los inventos que surgieron en la época.

Desmenuzando el concepto de invento, se trata tan solo de un acto, a veces ni siquiera racional o fruto de un proceso de reflexión previa, sino meramente intuitivo, cuyo efecto característico es la producción de algo nuevo, un objeto, una máquina, una forma de organización. (Fernández, 2012, p.52)

La innovación no es algo tan simple como suena, realmente es un proceso que se genera para un caso en particular y se tiene que contemplar qué es lo impulsará a lo que estamos desarrollando, sea un mecanismo, un producto o un nuevo sistema de organización, aparece para ese objeto en específico y aparece en un momento dado para así llegar a una solución y producir una mejora.

Sin embargo, en el proceso de introducción de mejoras técnicas en la industria, algo que siempre va a estar presente son los obstáculos o dificultades que frena la producción, (Fernández, 2012,) los llama “**estrangulamientos productivos**”. Estos aparecen cuando, dentro del proceso de producción de un sector, el volumen generado en una de las fases del mismo no puede ser absorbido por la siguiente fase de producción, o el hacerlo genera un aumento de costes de producción final. Se requiere entonces una innovación, bien sea para que permita ajustar el ritmo de producción de ambas fases o disminuir de modo significativo los costes de la segunda. Más pronto o más tarde, la innovación se produce y el sector supera la limitación que pesaba su desarrollo.

Esto fue lo que pasó durante la época de los orígenes de la Revolución Industrial. Ya que (Fernández, 2012,) documenta que, el crecimiento exponencial que experimentaron, tuvo como efecto una dramática escases de madera, un recurso de suma vitalidad tanto en la

producción de energía como en la construcción naval, dichas actividades eran fuente de prosperidad del país, a comienzos del problema, se afrontó con una cierta facilidad por medio de la importación de madera del Báltico para los astilleros, mientras se comenzaba a recurrir al carbón vegetal como una fuente alternativa de energía. Sin embargo, las crecientes de una economía en auge como la de la Inglaterra del siglo XVIII incrementaron abismalmente la demanda. Pareció más que evidente que el carbón mineral, que era muy abundante era la única solución. Pero el uso de este recurso tenía dos problemas que era de vital importancia resolver para poder usar el carbón mineral de una manera perpetua como fuente de energía.

En primer lugar, la tecnología con la que se contaba durante la época hacía que la extracción de las minas más profundas fuera prácticamente imposible, en un segundo lugar, tampoco se contaba con una forma que le permitiera ser el combustible adecuado para los hornos de fundido de hierro, pues sus impurezas disminuían mucho sus propiedades, lo hacían frágil, quebradizo y no soldaba en caliente, perdiendo así su poder calorífico. El sector minero necesitaba con urgencia una innovación técnica que permitiera extraer el carbón de las minas a un precio razonable y la siderurgia⁶ necesitaba una nueva tecnología que hiciera posible el uso del carbón mineral como combustible en los altos hornos.

Tiempo atrás, por el año 1698, el ingeniero militar Thomas Savery había desarrollado un mecanismo, que era capaz de extraer el agua de las minas, pero que tenía una gran deficiencia la cual era que tendía a explotar y era en extremo deficiente, por la cual no pudo salir al mercado por el riesgo que conllevaba su uso. En 1708, Thomas Newcome, de profesión ferretero patentó la primera máquina de vapor, cual vemos en la

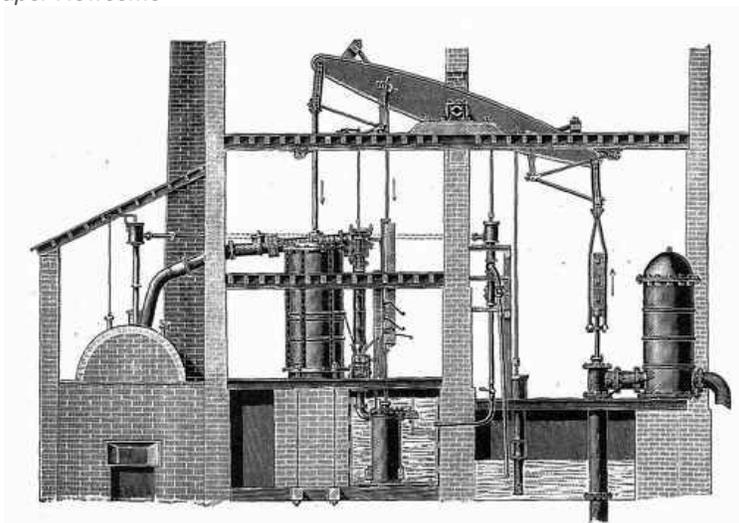
⁶ Del griego σίδηρος, síderos, "hierro") o siderometalúrgica es la técnica del tratamiento del mineral de hierro para obtener diferentes tipos de este o de sus aleaciones tales como el acero.

Figura 1 , aunque también la máquina de Newcome presentaba grandes inconvenientes. En primer lugar era bastante grande, tanto que requería un edificio propio para su instalación, y sobre todo caro, que solo podía ser rentable en pocas minas, donde había abundancia de combustible donde el costo pudiera considerarse barato.

La máquina de vapor de Thomas Newcome, aunque ya se trataba de un sistema completo y operativo, tenía una extrema ineficiencia térmica, que la hacía una máquina demasiado cara, inoperable y de una utilidad casi inexistente. El motivo yacía en que la condensación del vapor se realizaba en el mismo cilindro motriz, dicho de otro modo, para hacer todo el proceso, tanto el calentamiento intenso del agua convirtiéndola en vapor como en un enfriamiento constante del cilindro motriz, lo que resultó fue que se producía un aprovechamiento reducido de la energía generada por la energía térmica del vapor por lo consiguiente fue una máquina con gastos muy elevados y descomposturas constantes.

Figura 1

Maquina de vapor Newcome



Nota. Aunque se trataba de un ingenio ya por completo operativo, su extrema ineficiencia térmica lo convertía en un artefacto caro y de escasa utilidad. Tomado de **Maquina de vapor de Thomas Newcome** [Fotografía], por Pinterest, 2022, (<https://www.pinterest.at/pin>). CC BY 2.0

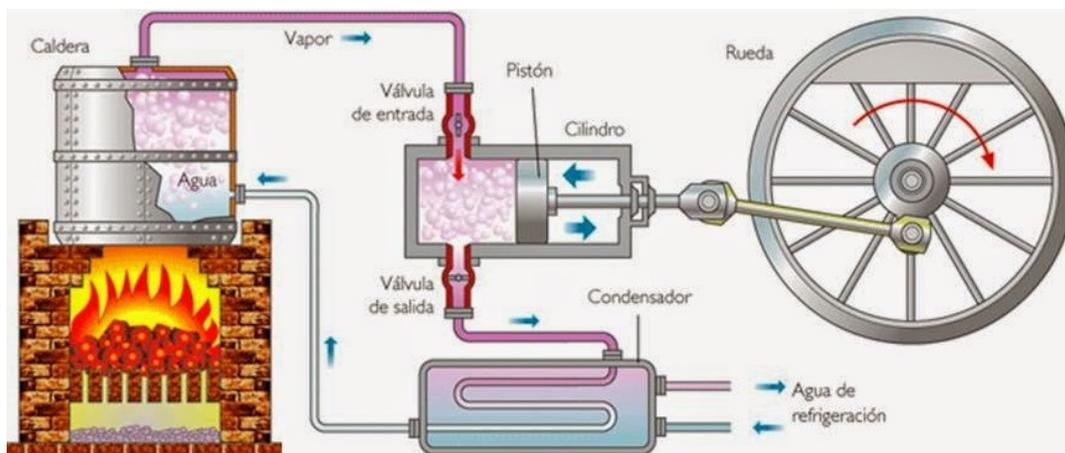
El problema de la máquina de vapor de Newcome siguió hasta el año de 1769. Donde entonces el Ingeniero de la Universidad de Glasgow, James Watt patentó una nueva máquina de vapor, en la que el enfriamiento de la misma se realizaba de forma independiente del cilindro motriz, se hacía en un condensador externo, lo que reducía de forma considerable el consumo de combustible y se obtenía un máximo aprovechamiento de la energía que generaba la conversión térmica de agua en vapor para su posterior transformación en energía mecánica.

La nueva maquina de Watt (**Ver**

Figura 2) era tan sencilla y eficiente que de manera inmediato se inicio su producción en masa, con tal éxito, que la empresa que las fabricaba las regalaba a los empresarios que estaban dispuestos a utilizarlas en sus fabricas a cambio de un tercio del valor del combustible que ahorran con su uso, lo que resulto ser una perdida mayor que comprarla a los astronómicos precios a los que fueron vendidas.

Figura 2

Maquina de vapor de James Watt



Nota. La principal innovación que presentaba la máquina inventada por Watt respecto de la de Newcomen, la instalación de un condensador externo donde el vapor podía enfriarse con facilidad, redujo de tal modo el consumo

de combustible que hizo posible su uso lejos de las minas. Tomado de *Cómo funciona una máquina de vapor* [Fotografía], por José Luis R, 2022, (<https://como-funciona.co/una-maquina-de-vapor/>). CC BY 2.0

Tiempo mas tarde Watt le añadió un regulador de velocidad y un dispositivo que convertía en rotatorio el movimiento de vaivén del embolo, esta añadidura la maquina de vapor de Watt se expandió a multitud de aplicaciones para diferentes sectores de trabajo donde el trabajo manual pudiera ser realizado con la ayuda de nuevos procesos de producción industrial donde todos los trabajadores pudieran emplear las nuevas tecnologías y no de solo algunos pocos. Y esto recayó a los sectores textil y de transportes, sin los cuales no habría sido posible la revolución industrial.

Algo que cabe mencionar es que James Watt era el encargado de reparar la maquina de vapor, durante este tiempo trabajando en la maquina de vapor de Newcomen, Watt comenzó a notar las fallas que esta tenia y comenzó a diseñar las mejoras que llevo a su maquina de vapor a ser el parteaguas de una nueva forma de vivir en la sociedad humana, dado que el ultimo cambio de la vida social humana fue en el periodo Neolítico, hace unos 10,000 años atrás, donde el descubrimiento de la agricultura la humanidad paso de ser un grupo de personas nómadas que vivían de la caza a ser sedentarios y formar las primeras ciudades.

Con la máquina maquina de vapor en pleno funcionamiento permitió un incremento exponencial de la producción de carbón en Inglaterra en las décadas siguientes. Pero tuvo un alcance más allá, facilitó la remoción de una deficiencia a un importante factor en el desarrollo de la economía del país que fue entorno sobre la industria siderúrgica.

Entre los dos últimos tercios del siglo XVII y al principio del siglo XVIII, los hornos ingleses mostraban cada vez una mayor incapacidad de satisfacer la demanda de hierro, de los sectores que estaban en un crecimiento progresivo, lo que significó un gran obstáculo y para el desarrollo del país hacia una era de producción industrial era un obstáculo que se tenia que superar. El problema una vez mas residía en el rápido agotamiento de la madera, combustible

utilizado en los hornos en que se fundía el hierro y la solución volvía a recaer en el empleo de carbón mineral para sustituir a la madera como combustible.

La máquina de vapor de Watt había resuelto parte del problema al hacer posible un suministro mayor de carbón para los hornos, pero esto no era suficiente, debido a que no había un proceso donde el horno que pudiera utilizar el carbón en vez de la madera.

En 1709 Abraham Darby, herrero de Coalbrookdale, en Shospshire, fue capaz de diseñar un horno que funcionaba con carbón mineral, aunque el resultado era un hierro de baja calidad. No fue sino hasta el año de 1784, cuando Henry Cort, un metalúrgico de Lancaster, ideó un proceso denominado pudelación⁷.

Dicho proceso consistía en fundir arrabio y chatarra en un horno de reverbero de 230 kg, y este horno era calentado con carbón, llegando a la temperatura deseada para eliminar por oxidación el carbón, el silicio y el azufre.

Esto abrió nuevas puertas a la industria inglesa, ya que era posible fabricar máquinas, herramientas aptas para trabajar con mayor precisión de objetos y piezas de todos los tamaños, condición crucial para el desarrollo y producción a gran escala de la industria, siendo de mayor relevancia la producción de construcción y el transporte.

El proceso de Cort hizo posible que la máquina de Watt contara con un cilindro perfectamente terminado, con una mínima desviación geométrica y por completo intercambiable. La máquina de vapor por su parte, podía utilizarse para asegurar el funcionamiento de las grandes maquinarias. Con esto se completó un ciclo de complejas innovaciones técnicas con lo que se superaron estrangulamientos que abarcaron a un modo de vivir y dieron paso a un crecimiento de la producción y nuevos enfoques de trabajo que ayudó a una clase obrera a surgir, dicha clase ya no eran esclavos, sino podían aspirar a tener un

⁷ El pudelado es una manera de refinado del hierro que se producía en los altos hornos, con lo que consigue rebajar el contenido de carbono hasta un porcentaje muy bajo y, eliminar todo el azufre, lo que permitía obtener un hierro forjado de gran calidad a partir del hierro fundido.

sustento. Gracias a este ciclo de innovaciones, el crecimiento auto sostenible que dio a luz a revolución industrial era posible.

Ahora, estos inventos como motores, serán la fuerza que impulsará el nacimiento del primer sector económico afectado directamente, la industria textil, siendo más específicos las hilaturas del algodón ⁸. Esta actividad presentaba, a priori, una serie de ventajas que la convertían en un sector idóneo para implementar las nuevas innovaciones industriales que se desarrollaron. La materia prima que se utilizaba, el algodón, es abundante y barata, debido a que los comerciantes ingleses lo adquirían a bajo precio en la colonia inglesa de la india y en los puertos de los Estados Unidos, lo montaban en sus veleros y lo vendían con un buen margen de ganancia a los fabricantes ingleses de tejidos, pero aun así se consideraba barato. El punto más sobresaliente era su casi ilimitado mercado, pues todas las personas, independientemente de su nivel económico, necesitan ropa para poder vestirse. Otro punto es que es una actividad con una larga tradición en Inglaterra, debido a que sus tejedores se habían adueñado de una parte importante del mercado europeo desde la Guerra de los Cien Años. Por último, el punto mas importante fue que los procesos de fabricación eran sencillos y baratos y no requerían de grandes habilidades en los trabajadores llamados a manejarlos.

Como se comenta párrafos atrás, las dificultades que atraviesa todo lugar que maneja una producción industrial, siempre se van a presentar y serán un impedimento para el desarrollo de una empresa. La manufactura textil presentaba tres fases principales que la limitaban en la época: el hilado de algodón, su tejido y el teñido de las telas resultantes. La más afectada de estos retrasos tecnológicos era el hilado de algodón, que se basaba en las maquinas tradicionales de la época como la rueca o los husos medievales, el proceso se

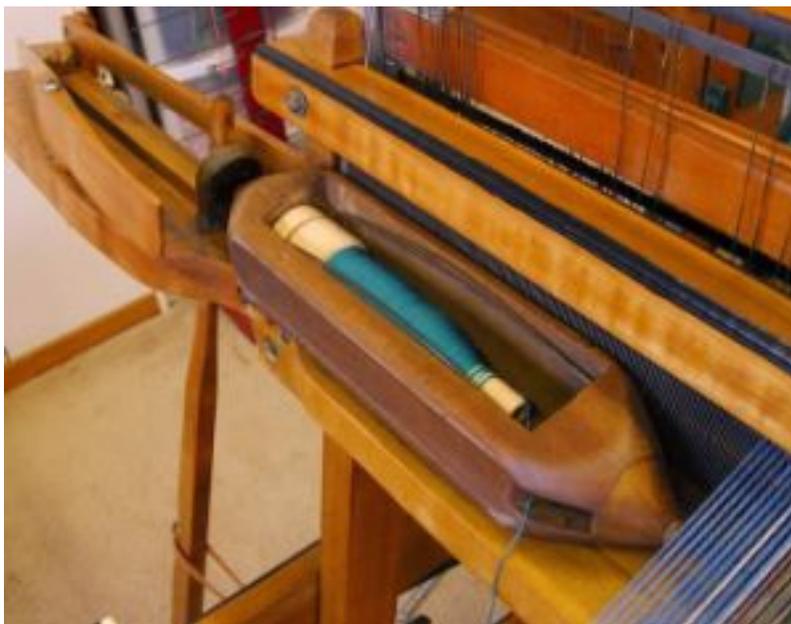
⁸ La hilatura es un proceso industrial en el que, a base de operaciones más o menos complejas, con las fibras textiles, ya sean naturales o artificiales, se crea un nuevo cuerpo textil fino, alargado, resistente y flexible llamado hilo.

complicó aún más cuando en 1733, cuando un tejedor llamado John Kay patentó la denominada “lanzadora voladora”, como se muestra en la

Figura 3, que incrementó la velocidad del tejido. La innovación de Kay consistió en poner la lanzadora en una caja y esta golpeada por un martillo cuando el tejedor tiraba de un martillo. Antes de esto, los telares de algodón se basaban en una lanzadera manual, que el hilador lanzaba a través de por delante y atrás de entre los hilos del telar, de este modo el trabajo de tejer era un trabajo incomodo y tedioso, mayormente debido a que los hiladores tenían que contar con unos brazos largos poder maniobrar la lanzadera que se usaba en el hilado, ya que este con frecuencia se caía y en consecuencia atrasaba el proceso.

Figura 3

Lanzadora voladora de Jonh Kay

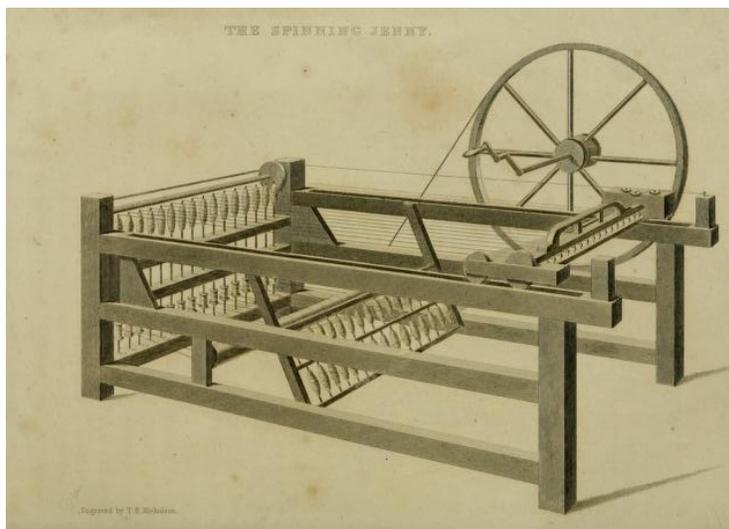


Nota. Tomado de **Historia de la lanzadera volante** [Fotografía], por CurioSfera, 2022, (<https://curiosfera-historia.com/historia-lanzadera-volante-inventor/>). CC BY 2.0

Ahora el uso de la lanzadera voladora, trajo un desequilibrio en el hilado de algodón, porque se necesitaban por cada tejedor diez operarios ocupados en hilar el algodón para suministrar el hilo de los telares, dando una ralentización de la producción final de los tejidos. Era más que evidente la necesidad de buscar un nuevo proceso de hilado que sustituyera al hilado manual por uno mas rápido, para tener una producción de hilo a la par del tejido y satisfacer la creciente demanda de telas.

Fue entonces que, en 1764, James Hargraves, un carpintero hilador vio las posibilidades de rueda en otros artefactos, de ahí inventó una maquina de hilado que llamó la *Spinning Jenny* (Ver **Figura 4**) que permitía el hilado de ocho hilos a la vez, y estos posteriormente se convirtieron en 16, 24, 32 hasta 40 hilos a la vez. Se trataba de un gran avance, por lo que tuvo una gran difusión. Sin embargo, la torsión del hilo que se producía no era del todo satisfactoria.

Figura 4
Spinning Jenny de James Hargraves



Nota. Tomado de *Zeichnung Spinning Jenny* [Fotografía], por CurioSfera, 2020, (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zeichnung_Spinning_jenny) CC BY 2.0

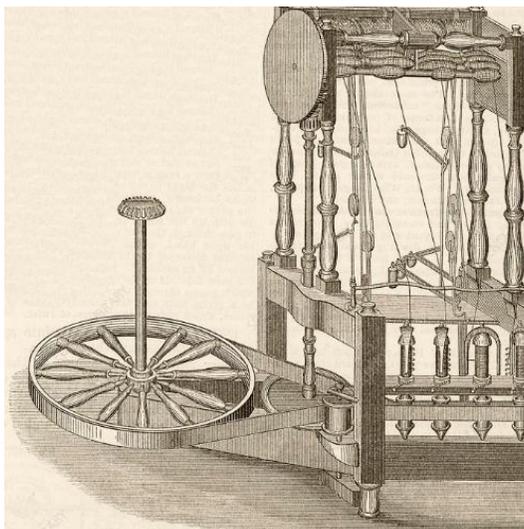
Fue por Richard Arkwright, que la revolución dio su próximo paso crucial, al patentar una máquina llamada *Wáter Frame*, (como muestra la **Figura 5**), que transformaría el hilado de algodón.

A mediados del siglo XVIII la forma de producir el hilo de algodón era a través de la rueca tradicional. El hilador sacaba los hilos y los juntaba en un giro y los introducía en la punta de un huso, entonces la hebra que salía se tejía en otro uso, era un trabajo muy tedioso que requería de personal muy especializado y aun así producía un hilo muy frágil.

La máquina de Arkwright también funciona con una rueda que hacía girar un mecanismo que contenía una serie de bobinas cargadas con hilo, que pasaba por unos rodillos de sujeción montados en fila que manejan diferentes velocidades, los rodillos de atrás iban mas despacio que los de adelante lo que daba como resultado la producción de un hilo más delgado y fino, todo esto en un solo proceso.

Figura 5

Water Frame



Nota. Tomado de *Water Frame (Richard Arkwright) (Textile industry)* [Fotografía], por Time Graphics, 2022, (<https://time.graphics/es/event/4980134>).CC BY 2.0

Arkwright al ver el potencial de su máquina implementó una serie de mejoras muy significativas, como que, en vez de 4 bobinas instaló 96, y sustituyó su rueda que funcionaba con movimiento humano por una que lo hacía valiéndose de la energía hidráulica puestas en molinos de agua y edificios que contenían piso tras piso de su invento, dando origen al modelo de trabajo de fábricas. Aunque el ritmo de producción aumentó en gran medida el hilo que salía de la máquina de Arkwright, tenía una buena torsión, pero era demasiado rígido. En el año de 1785, cuando Samuel Cropton, un hilador de Bolton, que sabía muy bien las limitaciones de la tecnología textil de la época, invento la *Mule Spinning*, (**Ver**

Figura 6). La maquina combinó a las ventajas de las maquinas anteriores; la rueda en movimiento de la spinning Jenny con los rodillos de la wáter frame. Por este hecho fue su nombre de mule o mula en español, derivando del hecho de que su maquina fue. Un cruce de maquinas, como en la naturaleza, de la cruce de un burro con un caballo, dando un hibrido.

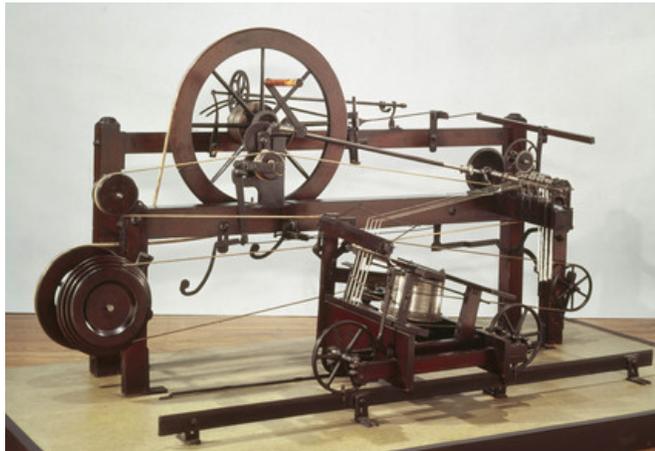
La maquina se operaba estirando una mecha de fibras, estas se tiraban y se retorció, envolviendo el eje. Una vez desarrollado el proceso de tejido, esta podía producir varios tipos de hilos.

La *Mule Spinning* fue una maquina que modifico la producción textil: podía producir un hilo de calibre mucho más fino, de mejor calidad y en volumen mayor que sus predecesoras, además que fue su velocidad era mayor al utilizar por primera vez la maquina de vapor de Watt

para funcionar. Y como un juego de competencias entre la innovación y el estrangulamiento productivo, este último dio lugar para frenar el avance de la industria textil. Ahora el ritmo de hilado era tan alto que eran los tejedores, que seguían trabajando con sus manos, sin utilizar ningún tipo de mecanismo o fuerza motora para mover sus telares. Se necesitaba una nueva máquina de telar capaz de funcionar con vapor y tener una producción a mayor escala. Y esta fue desarrollada a la par que el *Mule Spinning*, por Edmund Cartwright.

Figura 6

Spinning Mule



Nota. Tomado de **SPINNING MULE**, por takeourtech weebly [Fotografía], 2014, (http://takeourtech.weebly.com/store/p5/Spinning_Mule.html).CC BY 2.0

3.1.3 Primeros Pasos del Diseño Industrial

Con la creciente industrialización y elaboración de masa de productos se fue perdiendo la belleza de los mismos, llegando a un abuso de la manufactura. Dado esto, en 1830 Henry Cole, que era uno de los primeros diseñadores, junto a un grupo de seguidores, inician en su país un movimiento que pretendía eliminar la brecha que existía entre la manufactura y el artista, artesano, lo que Cole buscaba era que los usuarios tuvieran un gusto por lo que adquirirían. En palabras de Cole su objetivo era “demostrar la unión del mejor arte con la manufactura” (Flores, 2012, p.58). Se puede ver a simple vista que la intención de Cole era unir el arte con la fabricación de productos, así llegando a promover la elección personal del público mediante lo que era más de su agrado. Los logros de Cole fueron de gran magnitud; uno de ellos fue convencer a destacadas empresas de aquella época como la Iron Works, industria del acero; la Wedgwood Potteries, en cerámica entre otras para que comenzaran a considerar y aceptar la colaboración de proyectistas en la elaboración de sus productos. El siguiente paso fue editar el *Journal of Design and Manufactures*, que fue la primera publicación de diseño de la historia, que circulo entre 1849 a 1852. Tratando temas de manufactura y su utilidad.

Toda esta serie de acciones le valió que el poder convencer al príncipe Alberto de financiar la primera Gran Exposición Industrial, la cual fue inaugurada en Londres en 1851. Donde se reunió lo más destacado de la industria de la época. Durante esta exposición, Cole tuvo que reconocer la decadencia en que estaba en su país; por un lado, el enorme potencial de Estados Unidos mostraba en el campo científico y tecnológico por la exhibición de maquinas como la segadora Cyrus McCormick y la presentación de la maquina de coser domestica. Y por otro lado evidencio la degeneración de los productos industriales, del Reino Unido. “la carencia de todo principio de diseño ornamental es evidente (...) el gusto de los fabricantes revela la falta de formación” (Flores, 2012, p.63).

El ultimo logro de Henry Cole fue su nombramiento como director del departamento gubernament de ciencias y artes, y la posterior fundación del museo de artes aplicas, que

tiempo después sería conocido como el *Victoria and Albert Museum*⁹, donde se estableció la primera escuela de diseño de ese país, que en el futuro se convirtió en el *Royal College of Art*¹⁰, catalogado como una de las mejores instituciones educativas de diseño industrial en el mundo.

A la altura de Henry Cole, se encontró William Morris, arquitecto y artista, buscaba que la gente pudiera tener productos de su gusto y que no tenía que someterse a la industrialización de las empresas. Morris era totalmente anti-industria, lo que lo llevó a crear el movimiento "Artes y Oficios"¹¹, que trajo consigo el renacimiento de la artesanía.

Sin embargo, al no utilizar ningún tipo de maquinaria y/o método de producción moderno en sus talleres, causó que los productos de Morris tuvieran costos mucho más elevados que los productos producidos en serie. Aunque pudiera parecer los esfuerzos de Morris no dieron mucho fruto durante su periodo; la verdad es que, el legado de Morris fue algo que ha trascendido a través del tiempo. Se puede dar por sentado que sus diseños buscaban enaltecer el diseño de la forma de sus productos, además dejó el legado a sus estudiantes y a todo el mundo del diseño: que el diseñador tiene un compromiso social en lo que hace y no puede librarse de ese compromiso moral. "Morris contagió a jóvenes pintores y arquitectos el interés por el diseño y la producción y legó como herencia un compromiso social del cual el diseño no puede eximirse moralmente" (Flores, 2012, p.66).

En relación entre la industrialización con el impulso del renacimiento de las artesanías. Se comenzaron a formar sociedades de artistas, artesanos, industriales y periodistas, que

⁹ Es el mayor museo de artes decorativas y considerado además como una obra de artes en sí mismo.

¹⁰ Universidad pública de investigación, especializada en arte y diseño, ubicada en Albertopolis, South Kensington, Londres.

¹¹ Movimiento artístico de diseño en Inglaterra. William fundó este movimiento inspirado en la naturaleza, y a que las piezas realizadas fue todo a mano.

tenían como objetivo mejorar los bienes de producción fomentando la cooperación entre la industria, las artes y los oficios. Dicha sociedad se materializó en el *Deutscher Werkbund*, fundado en Múnich en 1907. Sus principales miembros eran Peter Behrens, Theodor Fischer, Hermann Muthesius, Bruno Paul, Richard Riemerschmid y Henry van de Velde. La obra más sobresaliente del Werkbund alemán, fue una exposición que tuvo lugar en 1927 en Stuttgart: donde los arquitectos más famosos de la época fueron invitados a exponer sus ideas acerca de como desarrollar y mejorar el concepto de vivienda para poder ser un lugar donde realmente si se quiera y pueda vivir, mediante el desarrollo de nuevos materiales y la utilización del concepto de estética.

3.1.4 Primeras Escuelas de Diseño

En Europa se comienza a dar mayor posicionamiento a los procedimientos para la apariencia de productos industriales. Esta nueva corriente daría a luz a la formación de las primeras escuelas de diseño industrial: Bauhaus en Alemania y Vkhutemas en la Unión Soviética.

Estos interesantes experimentos educativos que habrían de ser la base de prácticamente todas las escuelas de diseño industrial en el futuro, tienen una gran importancia por sus repercusiones en el desarrollo de la profesión, ya que muchas teorías y obras de los miembros de estas instituciones siguen vigentes en nuestros días (Flores, 2012, p.97).

Bauhaus. La Bauhaus surge en 1919 como resultado de la fusión de dos instituciones: la Escuela Superior de Bellas Artes y la Escuela de Artes Aplicadas. Situada en Weimar y fundada por el arquitecto, urbanista y diseñador alemán Walter Gropius, la Bauhaus inicio con un curso preliminar introducido por Johannes Itten, dicho curso representó la esencia básica de la impartición de la educación artística y tecnológica. El propósito de este curso preliminar era animar a los estudiantes a que experimentarían y explorararan sus talentos creativos, y pudieran aprender habilidades fundamentales que se estaban relacionando con lo que se estaba desarrollando como “teoría del diseño”.

Este curso preliminar pasó como el componente educativo principal dentro de la formación académica de los estudiantes, donde preparaban al alumno mediante materias compuestas que profundizaban tanto el conocimiento y el manejo de los materiales más usado de la época como: la madera, metales, el barro y la piedra; como en la enseñanza teórica y practica del estudio de la forma y el dibujo (Flores, 2012), después de completar este curso, los estudiantes debían elegir un taller especializado, ya fuera de; impresión, alfarería, carpintería, tejeduría, pintura mural, entre otros.

Dichos talleres tenían dos supervisores: un artista, que transmitían el conocimiento de la apariencia de lo que los alumnos fueran a realizar y un maestro artesano que les enseñaría los conocimientos técnicos. “La intención de ese dualismo era promover las habilidades manuales y artísticas de los estudiantes” (Bürdek, 2019).

Entre 1923 a 1928, la Bauhaus, paso a convertirse en un centro de enseñanza y producción de prototipos industriales, con el fin de atender los requisitos que se necesitaban de la manufactura industrial y el buscar satisfacer las necesidades sociales de la población a través de la acoplación de estos sin dejar su lado artístico. Con este referente presente, los talleres más exitosos que impartía la Bauhaus fueron el de metalurgia y el de carpintería.

Un hecho importante para la escuela fue en 1925, dado que fue el cambio de su sede a la ciudad de Dessau¹², y es aquí donde se comenzó a observar la producción por parte de los alumnos y profesores por parte del gobierno Alemán que pasaba por una crisis, por una serie de sanciones impuestas luego de su derrota de en la primera guerra mundial, por lo que el gobierno persuadió a Gropius a modificar el plan de estudio y orientar la producción de la escuela a objetos útiles con fines de fabricación alemana. Para esto, Gropius decidió agregar a la planta de profesores a los exalumnos mas sobresalientes como: Marcel Breuer, Herbert Bayer y Gunta Stölz, dando como resultado la consolidación de una serie de contratos con industrias para fabricar y comercializar sus diseños, siendo los principales mueble y accesorios para la vivienda.

Por parte de Breuer, este experimento con la construcción de sillas estructuradas con tubo de acero doblado con revestimientos ligeros (mimbre, tela, cuero), (**Ver**

Figura 7) logrando un gran avance consiguiendo dar forma a objetos funcionales de uso cotidiano que eran capaces de aprovechar la capacidad de ser producidos en masa, además la combinación del acero con los revestimientos en las zonas de confort, creo una nueva categoría nueva de asientos.

Figura 7

Silla de Marcel Breuer

¹² Ciudad alemana de *Dessau-Roßlau*, en el Estado federado de Sajonia-Anhalt. En general, comprende la parte de la ciudad ubicada en la margen izquierda del río Elba.



Nota. Tomado de **CESCA CHAIR · MARCEL BREUER (1928)**, por Monapart [Fotografía], 2010, (<https://www.monapart.com/en/magazine/hogar/cesca-chair-marcel-breuer-1928>).CC BY 2.0

El objetivo de las actividades de diseño en la Bauhaus era desarrollar productos asequibles para la producción que mantuvieran un alto grado de funcionalidad. La función se entendía entonces como una síntesis surgida de la fabricación industrial y las necesidades sociales, con el objetivo de atender las necesidades de la población general (Bürdek, 2019, p. 45).

A causa de este suceso, la Bauhaus se convirtió en un tipo de escuela superior de diseño, donde aspectos como la estandarización, la fabricación en serie y la producción masiva llegaron a ser la columna vertebral de las actividades de la Bauhaus.

Sin embargo, durante la creciente oportunidad de desarrollo de la Bauhaus fue truncado por el nuevo régimen nazi, que estaba ganando poder en el país alemán. Dicho partido no tenía por bien visto la actividad académica de la Bauhaus, esto conllevó primeramente que el director de ese periodo "Mies Van der Rohe", en tomar la decisión de trasladar la Bauhaus a Berlín y hacer de ella una escuela privada para que esta pudiera permanecer abierta, pero esta idea solo duró un par de meses, ya que en 1933 el partido nazi había tomado el poder y tomaron las

instalaciones clausurando definitivamente la Bauhaus; lo que llevo a muchos ex alumnos y maestros a emigrar para ejercer su profesión.

Vkhutemas. A la par de la Bauhaus se forma el Vkhutemas en la unión soviética. A pesar de que el Vkhutemas tuvo un paralelismo temporal con la Bauhaus, se tiene información limitada, dado al poco interés del mundo occidental. Sin embargo, es en esta institución donde se desarrollaron las teorías que fundamentaron el diseño industrial y sus objetivos.

La creación de sus talleres fue por medio de la reorganización de la enseñanza artística, transformando las escuelas de arte aplicado en una nueva escuela superior que se enfocaba en formar artistas para el medio industrial. Su plan de estudios tenía una duración de cinco años, donde se iniciaban un curso preparatorio y después se dedicaba el tiempo restante a la especialización de los estudiantes, impartidas por medio de talleres como: arquitectura, estética industrial, arte poligráfico, arte textil, cerámica, pintura y escultura.

El que resalto de estos talleres para los principios del diseño industrial como nueva profesión fue el de estética industrial.

La estética industrial se desarrollo en los **Dermetfak** (talleres de metal y madera). Estos talleres estaban bajo la dirección de Alexander Rodchenko. Preparaba a los alumnos del curso de ingreso, enseñando los métodos de pensamiento analítico. En los cursos superiores se enseñaba la síntesis de la forma y de la composición, es decir la geometrización de los objetos o de la figura humana a través de la abstracción de las formas a figuras simples (círculo, triángulo y cuadrado).
(Flores, 2012, p.112)

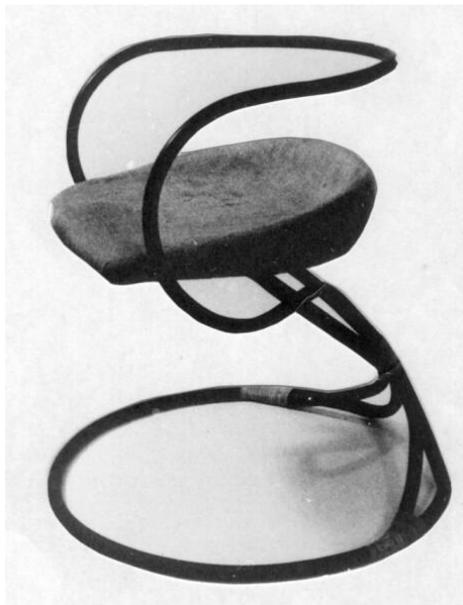
En 1925 tuvo lugar la primera exposición pública de los alumnos del Dermetfak, en la que se presentaron objetos que por su polifuncionalidad y la carencia total de ornamentos despertaron en el público un enorme interés, aunque también inquietud por las propuestas de diseño tan innovadoras.

En sus inicios fue la imaginación y el ingenio lo que llevo a los alumnos a la elaboración de objetos que eran utilizados en el hogar en aquella época por medio de la polifuncionalidad

de lo que los objetos que realizaban (ver , mas adelante influenciados por la movimiento teórico del comunismo, la comunidad del Vkhutemas comenzaron a elaborar proyectos enfocados al cine, urbanismo y lugares de recreación para los obreros, que además estaban plasmados por la tendencia que marcaron siendo estos objeto: multifuncionales, con facilidad de montaje y que estuvieran compuestos por elementos estandarizados e intercambiables, lo que permitía una gran variedad de combinaciones y aplicaciones que eran para el beneficio de la sociedad de aquel entonces que sufría de varias carencias y penurias.

Figura 8

Silla de Tatlin



Nota. Silla de muelles blanda realizada en madera curvada. Responsable del proyecto del curso: Vladimir Tatlin. Dermefak (departamento de carpintería), VKHUTEIN. 1927-1929. Tomado de **Vladimir Tatlin: ¿Quién fue el fundador del constructivismo?** [Fotografía], Por Alejandro Smirnov,2020, (<https://www.shkolazhizni.ru/culture/articles/103926/>).CC BY 2.0

Una gran aportación por los denominados en aquellos tiempos “ingenieros- artistas del Vkhutemas fue el método de producción que hace el diseñador industrial hoy en día. Ellos sostenían que la producción se subdivide en dos partes: la preproducción o producción

experimental, que se dedica a hacer los prototipos y la elaboración de los diseños de alta calidad que servirán como los moldes para la producción en serie; y la siguiente parte que es la producción en si, la que se realiza una vez que el diseño haya pasado la preproducción y no tenga detalles a corregir.

Así mismo como en la Bauhaus, el Vkhutemas también tuvo el fin de su historia bajo el medio político; en el caso de la escuela soviética fue debido al dictador Íosif Stalin, quien no entendía la conexión que había entre el diseño industrial y la producción de objetos para el bienestar social.

Según (Flores, 2012) uno de los argumentos de Stalin era que la variedad de asociaciones culturales eran un peligro social, llevando como consecuencia el rechazo al diseñador con el proceso de producción de la Unión Soviética, de esta manera termino la labor del Vkhutemas y fue desintegrada.

El impacto de la revolución industrial fue el parteaguas para que se diera el inicio del diseño industrial. Debido a que surgió un nuevo modo de trabajo... el trabajo a gran escala por medio de maquinas, cadenas de producción masiva y a que las energías trabajaban para el servicio humano. Gracias a esto, el hombre pudo acceder a nuevas maneras de vivir por medio de los avances de la revolución industrial tales como: en la construcción por medio del uso del acero en gran escala, el transporte por medio del ferrocarril y el avance tecnológico por medio de la maquina del vapor y el uso de la electricidad como medio de vida y no solo como entretenimiento. Además se puede decir de manera concisa que, la revolución industrial trajo la oportunidad de que la clase obrera pudiera tener acceso a un estilo de vida mas digno y que pudiera costearse de elementos para mejorar su calidad de vida y al mismo tiempo acceder a elementos de consumo que antes estaban destinado para la alta sociedad y la manera con la que la clase media podía acceder a estas mejoras de calidad de vida fue por medio del nacimiento del diseño industrial, pero como toda nueva área de conocimiento, esta se tiene que ir gestando y desarrollando y tanto la Bauhaus como el Vkhutemas fueron los pilares que

sentaron las bases didácticas y pedagógicas que se aplicarían en el futuro para todas aquellas escuelas de diseño que surgirían en el futuro; sembrando el compromiso que tiene el diseñador con las sociedades que nos rodean.

3.1.5 Historia General del Diseño Industrial en México

Consideramos ahora la cuestión de como el diseño se comenzó a esparcir por todo el mundo y así, como en muchos otros lugares, también llegó a México. Fue durante los años cuarenta, donde se da a conocer los primeros interesados en aplicar esta nueva disciplina.

Como (Flores, 2012) explica, que en diseño siempre ha habido personas que aportan su conocimiento para el auge del diseño en la región donde se encuentran; en el caso de México una de las pioneras del diseño fue Clara Porset, diseñadora de origen cubano que se preparó en Europa y Estados Unidos, en el diseño de interiores. Porset, al lado de otros profesionales como Josef Albers, ex profesor de la Bauhaus, comenzaron a realizar proyectos que se sustentaban por su formación y la herencia cultural mexicana, por lo tanto, dicha forma de proyectar objetos dio la oportunidad a Porset como a una joven generación de diseñadores autodidactas y arquitectos mexicanos a dar un nuevo panorama del diseño nacional.

Esta nueva manera de elaborar productos (en especial en el mobiliario) era lo que buscaba el gobierno para dar un salto a la modernidad, dado que en ese periodo de tiempo los productos se fabricaban a pequeña escala y con técnicas atrasadas y artesanales, que ya no satisfacían a la población fuertemente influenciada por la cultura anglosajona. En 1961 se comienzan a impartir los primeros cursos a nivel técnico de diseño industrial en la universidad iberoamericana, dados por Horacio Durán, Jesús Virchez y Sergio Chiappa, dichos cursos fueron modificados en 1963 para que fueran a nivel licenciatura. En 1969 se funda la carrera de diseño industrial en la Universidad Nacional Autónoma de México bajo la dirección de Horacio Durán. Lo que dio como resultado que el país entrara en un fuerte apoyo hacia el diseño que duro toda la década de los setenta, porque una de las metas del gobierno durante esa época

era el producir objetos para la exportación, con este objetivo en pie se constituye el centro de diseño del IMCE (Instituto Mexicano de Comercio Exterior) que contaba con profesionales del diseño y de los primeros egresados de la carrera de diseño industrial, donde difundieron de manera muy amplia el diseño industrial a través de publicaciones, seminarios, exposiciones y premiaciones a diseñadores y productores.

Este hecho causó un auge en el diseño industrial nacional, dando como resultado la aceptación y el rápido esparcimiento de la profesión, además del surgimiento de grupos gremiales como el CODIGRAM (Colegio De Diseñadores Industriales Y Gráficos de México), fundado en 1975 y la Academia Mexicana del Diseño fundada en 1981, las cuales tuvieron el apoyo de organismos como el IMAI (Instituto Mexicano De La Asistencia A La Industria), el FONACOT, que otorga financiamiento a trabajadores del Estado y el LANFI (Laboratorios Nacionales De Fomento Industrial), que organizan premios y cursos, dan asesorías y generan publicaciones con las universidades.

Se puede decir que, en los años setenta fue el gran avivamiento del diseño mexicano por ser considerado y de alta estima para las grandes empresas productoras del país, dado a que el diseño comenzó a tomar un rol más importante en los medios de producción del país.

El control de los medios productivos por parte del Estado durante los años setenta hizo posible la organización de una buena cantidad de grupos de diseño que, desde las llamadas empresas paraestatales o los organismos públicos, sustituyeron importaciones y generaron en forma creativa los nuevos productos requeridos por la población mayoritaria. Una muestra de esto lo constituye la modificación total del sistema de aeropuertos de México, que se realizaba bajo la dirección de diseñadores industriales encabezados por Ernesto Velasco León; el programa que se inició con el diseño de nuevo mobiliario para atención al público, siguió con el reacondicionamiento de todas las instalaciones aeroportuarias y concluyó con el desarrollo tecnológico de transportes y equipo altamente especializados como vehículos pintarrayas, vehículos de rescate, túneles telescópicos para acceso a los aviones, o un avión fumigador; todos estos productos fueron resultado y construidos por tecnología nacional, lo que permitió evitar la gravosa importación anterior. (Flores, 2012, p.287).

Así como este, hubo más casos similares donde a través del diseño se generaban productos innovadores y originales, que incluso recibían reconocimiento en el extranjero. Un hecho interesante era que en estos proyectos participaban conjuntamente los estudiantes con profesionales, donde los primeros obtenían los conocimientos y la experiencia de poder participar en proyectos de gran altura.

El último acontecimiento de los setenta fue en 1979, cuando se celebró el XI congreso ICSID¹³, dirigido por Alejandro Lazo, dicho evento tuvo invitados a diseñadores internacionales tales como Ettore Sottsass, Tomás Maldonado, Bruno Sacco, Mario Bellini y Gui Bonsiepe, donde abordaron el tema de “Diseño industrial como factor de desarrollo humano”.

No obstante, como se ha visto en esta sección, el cambio político ha sido un detonante para que el diseño vaya avanzando o sea frenado. En el caso del diseño en México fue en la década de los ochentas, donde cambió el paradigma de forma desalentadora debido a las nuevas políticas económicas que atravesó el país, a partir de este suceso el diseño industrial del país tuvo que ser impulsado y promovido por los propios diseñadores y las escuelas.

En esta sección se han revisado los inicios del diseño industrial y cómo fue evolucionando a través del tiempo; particularmente en el punto donde se formó como una nueva área de estudio donde surgieron nuevos profesionistas que buscan aportar soluciones enfocadas a la necesidad de la sociedad sin importar su estatus social. El diseño es la gestación del valor visual y funcional del hombre.

¹³ “Concilio Internacional de Asociaciones de Diseño Industrial”. Es decir, es el organismo madre al que se suman todas las asociaciones de diseño industrial de todos los países.

3.2 El Diseñador Industrial

Como vimos en el capítulo anterior, el diseño está presente en nuestro diario vivir, debido a que en la época actual usamos una gran variedad de objetos para trabajar, entretenernos, convivir, para subsistir, para alimentarnos y más. La revolución industrial fue un antes y un después para nuestro modo de vivir y fue lo que abrió la puerta a la profesión de diseñador industrial, ya que nos corresponde poner en producción objetos, para los cuales hemos podido resolver sus características y resolver los problemas que se presentan durante su concepción (ergonómicos, estéticos, materiales etc.) para que, con ayuda de máquinas sistematizadas puedan ser producidos.

3.2.1 ¿Quién es el Diseñador Industrial?

Isabel Campi comenta que Tomás Maldonado dio una de las definiciones más aceptadas tradicionalmente acerca de lo que es el diseño industrial:

El Diseño industrial es la actividad proyectiva que consiste en determinar las propiedades formales de los objetos susceptibles de ser producidos industrialmente en serie. Propiedades formales no son solamente las características exteriores, sino, sobre todo, las relaciones funcionales y estructurales que hacen de un objeto una unidad coherente, tanto desde el punto de vista del productor como el usuario (Campi, 2020, p. 18).

De este punto en especial cada diseñador tiene su opinión propia, la respuesta cambiará en una o dos variables dependiendo de las experiencias vividas, académicas y laborales de cada diseñador.

Desde mi persona, considero que el diseño industrial es una actividad donde se materializan soluciones a través de objetos buscando un balance entre lo estético, funcional y tecnológico, siguiendo un método proyectivo teórico, lógico y ordenado.

Para llevar a cabo dicha actividad debe de haber un profesionalista capaz de realizarla y aquí es donde entra el diseñador industrial; Munari define al diseñador de la siguiente manera.

“El diseñador es un proyectista dotado de sentido estético que trabaja para la comunidad. Su trabajo no es personal, sino de grupo: el diseñador organiza a un grupo de trabajo a función del problema que debe resolver”. (Munari, 2019, p. 36)

El diseñador industrial se puede definir como un profesional que proyecta soluciones a problemas a través de objetos que proporcionan un bienestar a las personas y animales. Y para ambos casos, el trabajo de un diseñador industrial es el realizar objetos siguiendo una metodología de trabajo y resolviendo los problemas que surjan en cada proyecto que se le asigna, contempla los materiales mas adecuados, las técnicas de elaboración y producción más correctas, tiene cuidado que la estética de sus objetos no se salgan de contexto y es consciente de los factores culturales y estéticos, ser prudente con los costes sin descuidar la calidad, y sobre todo buscar solucionar el problema que se le fue dado sin caer en el error de dar soluciones agradables en su gusto personal y fuera del contexto sobre el que se planteó el problema. Por lo cual el diseñador no solo da a sus objetos una forma útil y funcional, sino que además tiene cualidades visuales que se conectan con el publico de acuerdo con lo visualmente agradable de cada época.

3.2.2 ¿Para Quien Trabaja un Diseñador Industrial?

Como en otras profesiones, el diseñador industrial puede trabajar para un despacho, una fábrica o por su propia cuenta, pero su cliente siempre va a ser el mismo... la sociedad, por lo cual el diseñador debe de contar con una empatía muy estrecha con sus clientes y con los usuarios, en cada uno de sus proyectos.

Cada diseñador adopta una tendencia que es de su agrado y gusto personal que plasma en sus diseños, sin embargo, Munari menciona (Munari, 2019), que el trabajo de diseño no debe ser personal, sino de grupo, y es el diseñador quien organiza a un grupo de trabajo en función del problema que se debe de resolver. “El diseñador trabaja en grupo para toda la comunidad con el objetivo de mejorar la producción, tanto en sentido estético como practico”

(Munari, 2019, p.38). Por esto mismo, también menciona cómo el diseñador carece de un estilo, debido primeramente que la mayoría de las veces, el diseñador trabaja con otros especialistas y todos tienen un punto de vista diferente, esto sucede debido a la formación académica y su experiencia adquirida. El diseñador industrial dentro de su campo se encarga de resolver de la mejor manera, todos los procesos en la elaboración de los productos, para así lograr que estos sean de consumo para el mayor público posible. De esta manera los objetos que plasma el diseñador carecen de un estilo personal, puesto que estos están enfocados a resolver correctamente sus funciones, y que su aspecto sea coherente para cumplir la función requerida de una manera lógica. Bruno Munari llama a esto **“estética lógica”**. “La estética lógica invita a proyectar formas espontaneas en lugar de formas típicas de los estilistas, formas que ser superadas con facilidad por otras” (Munari, 2019, p. 47)

Uno de los ejemplos más notables fue el de la empresa Braun¹⁴.

Braun confió el diseño de sus productos (tocabiscos, radios, maquinas de afeitar entre otros mas) a auténticos diseñadores de la escuela de Ulm. Estos productos se proyectaron de acuerdo con la estética de la lógica, conquistaron rápidamente el mercado y, como no se proyectaron siguiendo ideas artísticas o estilos personales de cada diseñador, sino que realmente se enfocaron en dar la forma de sus objetos de acuerdo a la función de estos, aprovechando todos sus recursos y conocimientos, dando como resultados productos que fueron, son y serán iconos del diseño y aún siendo inspiración y referencia para futuros proyectos.

Como resultado de basar la estética en función al problema que busca resolver nuestro diseño, este tiene un factor que atrae a todo tipo de publico, tanto para quien fue diseñado como para el público al que nuestro producto le es indiferente y solo le atrajo la estética.

¹⁴ Compañía alemana de productos de consumo, conocida por sus productos de diseño funcional y estético.

Para que proyectos como el de Braun sean posibles, el diseñador debe de ser partícipe con otros profesionistas desde el inicio del proyecto. El diseñador debe de trabajar a la par que el ingeniero, quien es el que se encarga del aspecto técnico del objeto y lo conduce a su forma esencial. De este modo, el objeto tiene una forma lógica que comunica de manera inmediata al consumidor, el trabajo que se hizo para realizar un producto que es agradable a su vista y que está diseñado pensando en él.

Para el diseñador todo objeto que diseñe lo abordará de la misma manera, los problemas que se presenten deberá solucionarlos para que el objeto pueda entrar en producción, por lo tanto, no importa si está diseñando un vaso o un ventilador o cualquier otro objeto, el diseñador les toma la misma importancia porque el objetivo final de dichos objetos es resolver una necesidad para un sector social determinado. El trabajo del diseñador es complejo una vez que se analiza adecuadamente; el encontrar un equilibrio entre lo estético y lo funcional no es nada sencillo, además que la sociedad de estos tiempos va cambiando de una forma muy precipitada, siempre buscando algo nuevo que tener, por lo cual el desarrollo de nuevos objetos y tecnologías es algo constante que siempre ha estado en la naturaleza del hombre.

De ahí que una de las habilidades más valoradas en un diseñador tenga que ver con su capacidad de saber interpretar mediante sus proyectos y diseños los deseos colectivos y las tendencias del futuro, o sea, sintonizar culturalmente con la sociedad (Campi, 2020, p. 24).

3.2.3 Las Cualidades del Diseñador

Durante la formación profesional del estudiante de diseño, se imparten materias como historia del arte, tendencias de diseño y otras relacionadas. Todo esto es para que el diseñador desarrolle un criterio a la hora de diseñar un objeto. Como se menciona párrafos atrás, los diseñadores tienen un mayor gusto artístico sobre otro o una tendencia que agrada más que

otra, pero no deben aplicarse gustos personales, sino que debe trabajarse bajo un método para ir afrontado y solucionando los problemas que se encuentran en cada proyecto.

El diseñador no debe desviarse en hacer diseños bajo una misma tendencia o gusto personal. Si a un diseñador le agradan los triángulos, no debe de plasmar todos sus objetos con este gusto personal, en hacer sillas triangulares, paredes con decoración triangular, un plato triangular etc. Un diseñador puede hacer una lámpara tubular, circular, cuadrada, etc. Lo que el diseñador debe de tener en cuenta sería el sistema de elaboración, los materiales, los sistemas de fabricación, en fin; todo va en dirección a la función que deba de desempeñar nuestro objeto. Va a haber ocasiones donde la solución sea una lámpara cuadrada en vez de una circular, por lo cual el diseñador se vale de su habilidad de integrar diferentes variables que proceden de su cultura visual, tecnológica, interdisciplinar y lógica, la cual se forma a través de sus experiencias pasadas, y todo lo aplica en favor de la función y el uso que tendrá lo que sea que vaya a diseñar.

“...los diseñadores no llevan a cabo sus propuestas en el vacío, sino que parten de la función o uso practico que tendrá su diseño, y de la tecnología que se empleará para su construcción”. (Campi, 2020, p. 20)

Sin Eestilo Personal.

El diseñador no tiene un estilo definido, el debe de tomar todo su aprendizaje académico como referencias en su trabajo, estas dotan de un toque estético al diseño e inclusive el poder dar un mensaje. Para lograr esto, el diseñador se vale de las referencias, las cuales son lo que el diseñador toma como punto de partida para que el diseño puedan llegar a plasmar las ideas e inspiración del diseñador e incluso un mensaje social, si esta fuera la intención del diseñador, no obstante, no deben de opacar a la funcionalidad y la comprensión de nuestro objeto, ya que si el usuario no comprende cómo funciona no lo podrá usar.

Sin Estilo Personal. El diseñador no tiene un estilo definido, el debe de tomar todo su aprendizaje académico como referencias en su trabajo, estas dotan de un toque estético al diseño e inclusive el poder dar un mensaje. Para lograr esto, el diseñador se vale de las

referencias, las cuales son lo que el diseñador toma como punto de partida para que el diseño pueda llegar a plasmar las ideas e inspiración del diseñador e incluso un mensaje social, si esta fuera la intención del diseñador, no obstante, no deben de opacar a la funcionalidad y la comprensión de nuestro objeto, ya que si el usuario no comprende cómo funciona no lo podrá usar.

Servidor del Conocimiento. Otra acompañante del diseñador es su cultura, el diseñador debe de saber en qué tiempos está viviendo, tiene que estar informado y conocer con base en cómo funcionan otras disciplinas para poder aportar ideas y soluciones realistas con respecto a la función y limitantes de los objetos que está realizando. Tener muy en cuenta que en la elaboración industrial debe de haber el menor desperdicio posible tanto de recursos, tiempo y dinero. Por eso el diseñador debe de integrar el conocimiento que va adquiriendo a través del tiempo, todas las experiencias que ha tenido, su experimentación con los materiales y las nuevas tecnologías que van apareciendo, etc. Tanto su trabajo, como el resultado que este dio y cómo este afectó a los usuarios destinatarios, el diseñador es un proyectista y un servidor de su cliente, aportándole toda su experiencia y formación profesional para que realmente satisfagan una necesidad real y no una inventada.

El diseñador debe de comprender y analizar los problemas que conlleva cada proyecto, con neutralidad y en una forma empática, y poder encontrar un punto de control y equilibrio, platicarlo e incluso negociarlos con todas las personas implicadas en cada proyecto (clientes, promotores, técnicos, colaboradores, etcétera), porque aparecerán situaciones complejas en las que la mejor manera de solucionarlas es trabajar en equipo, pedir su punto de vista y con su creatividad, el diseñador debe de aportar las ideas que conlleven a la solución del problema.

Ser Creativo. La creatividad es una habilidad que está muy arraigada en el diseñador, ya que esta ayuda fortalecer sus capacidades. Bruno Munari la definía así.

“La creatividad es una capacidad creativa que conjuga la fantasía y la razón, de forma, que el resultado se pueda realizar siempre en la practica”. (Munari, 2019, p. 125).

Recientemente en un encuentro Latinoamericano de Diseño, celebrado en Buenos Aires, Argentina, los diseñadores que asistieron al encuentro, abordaron el término de creatividad en una forma matemática, y la representaron con la siguiente formula.

Creatividad= (talento) * ((conocimiento + imaginación²) divergencia) (Aguirre, 2018).

A partir de estos conceptos puede entenderse que la creatividad no es algo espontáneo, o que la solución se da de manera inmediata y que instantáneamente el problema que se plantea en el diseño queda solucionado. Si bien la creatividad debe de tener el factor fantasía, que es lo que hace que sea algo sorpresivo y cautivador, no debe de olvidarse que aun la fantasía tiene su base en la realidad y se inspira de ella, solo que la fantasía no pide ninguna justificación funcional para concebir cualquier cosa, en cambio la creatividad debe de seguir una serie de factores para una correcta ejecución.

Debe haber un cuestionamiento de cómo y para qué están las cosas, para comenzar a cultivar la curiosidad y la percepción, en cómo las cosas pueden ser utilizadas para diferentes propósitos, no conformarse con lo que se ve. Es siempre buscar más y entender más de lo que ya se conoce. Utilizar de apoyo los datos que van a necesitarse, tanto de lo que ya se ha vivido, conocimientos, experiencias, y lo que sea determinante para encontrar soluciones practicas. Analizando el problema y dando soluciones con todo lo que se busca y teniendo en cuenta que debe de haber un equilibrio de todos los componentes que van a usarse para dar una solución óptima.

La creatividad no surge del vacío ni de la ignorancia, se da solo ahí donde hay razón e imaginación integradas por los fines que el diseñador persiga y en la coherencia en el

empleo de los medios y recursos que se disponga según la naturaleza misma de su objeto y las necesidades que ha de satisfacer. (UNAM, 1998, p. 62)

La creatividad es algo que se desarrolla (como todo conocimiento humano) a medida que se va obteniendo experiencia y adquiriendo conocimientos nuevos para expresar más claramente lo que quiere proyectarse. Hay muchas técnicas para estimular la creatividad, pero no tendría sentido mencionarlas todas, se hará un enfoque en una en particular, que me ayudo en la formación académica del autor de este texto y en el tiempo que ha ejercido como profesional de diseño.

Dicha técnica o método consiste en limitar las opciones, quizás suene contra dicente, pero el limitar todas las ideas a unas cuantas permite tener un mayor control de lo que se está diseñando, así como estar de acuerdo el equipo de trabajo.

Como diseñadores, la creatividad es la base del trabajo porque será la herramienta que ayude a pasar los obstáculos que se interponen en cada proyecto que asignado. Por que no se sabrá cuál será la forma final que tome el objeto que se está elaborando hasta que no se resuelvan los elementos que sean un problema. Dichos impedimentos pueden ser: los materiales con que se cuenta, las herramientas que se tienen disponibles, pero, sobre todo, desde la perspectiva de un diseñador industrial, debe de tenerse un sumo cuidado sobre los parámetros impuestos en cada producto, buscando soluciones óptimas y coherentes en ellos.

Hace tiempo, en la facultad se asigno un proyecto por parte del CIICAp-UAEM (El Centro de Investigación en Ingenierías y Ciencias Aplicadas) donde se tenía que diseñar una lámpara para bodega. Pero esta tenía un requisito que no podía ser alterado... necesitaba tener una inclinación de 20 grados, debido a que se demostró que de este modo se puede aprovechar una mejor luminancia sin consumir tanta energía para grandes espacios. Las formas de las lámparas que se diseñaron se redujeron considerablemente.

Por las razones mencionadas anteriormente: todo producto va a estar regido bajo un concepto, que en esencia sería: de qué va a tratar el proyecto y las características propias del mismo; respetando el concepto, los productos evitarán las falsas interpretaciones, por lo cual el diseñador puede hacer uso de la comunicación visual, que lo ayudará a elegir las formas, colores y los factores que darán un mensaje visual en específico y no otro. La creatividad del diseñador tiene que ir enfocada al servicio de nuestro público de una manera lógica y funcional, sin caer en complacer sus gustos más banales y fuera de toda lógica, sino apegarse al concepto dado para el desarrollo del producto, esto no significa que, nos neguemos en complacer los gustos personales de nuestro público, siempre y cuando estos no impidan que el producto realice su función.

En resumen, la creatividad es un instinto humano que nace al querer comprender cómo funcionan las cosas y el por qué están hechas y aún cómo podemos adaptarlas y mejorarlas. Qué puede desarrollarse mediante experiencia y búsqueda de conocimiento y perfeccionarse en el campo profesional para así poder aportar ideas nuevas a partir de lo que se conoce. En el diseño debe de ir acompañado de una metodología.

A pesar de que, según se ha afirmado, ninguna forma metodológica puede explicar cómo se da el momento creativo, pues éste en trazo y en sí mismo es irreplicable, las condiciones que hacen posible la creatividad en el diseño exigen una especificidad propia proporcionada por la metodología dado que sus resultados implican al hombre y sus necesidades, lo que conlleva una compleja red de requerimientos funcionales (UNAM, 1998, p. 62)

Ya hablamos de la estética dentro del contexto como un conocimiento que se busca en un diseñador, pero en esta parte, la abordaremos como una de las cualidades que el diseñador debe adquirir para plasmar después en sus proyectos y hacerlos más humanos.

Sabemos que la estética es una rama de la filosofía que estudia la esencia y la percepción de la belleza. Y en diseño todo elemento debe de ser agradable a la vista, para así poder tener un mayor rango de percepción e interés por parte de la audiencia, siendo nuestro público objetivo o no. Aquí es donde entra el concepto de la belleza, y cómo esta va cambiando

a través del tiempo y esto es relativo en la región geográfica en donde se habita, por lo cual se debe de estar consiente de los tipos de belleza que maneja cada región y poder adaptarlos sin caer en la pretensión de que uno es mejor que el otro, pues solo se caería en un juicio subjetivo donde entraría la opinión personal, sin resolver el problema.

Ser Empático. La belleza va ligada con el conocimiento, para poder hacer algo que sea bello, debe saberse cómo hacerlo bien, por lo tanto, se necesita saber cómo se hace. La búsqueda del saber va dotando de las capacidades para resolver los problemas que se presenten. “La investigación nos aporta conocimientos valiosos para crear conexión con las emociones y las necesidades de cada persona, funcionalidad” (Rodríguez, 2021, p.8). Por esta razón los diseñadores no deben preocuparse por hacer algo bonito desde un punto de vista personal, porque se limitan a una belleza única que bloquea el alcance de lo que se proyecta, sino que la forma que adquieren los productos debe de ser coherente con la función que va desempeñar, teniendo un equilibrio armónico en todos sus aspectos (estructural, dimensional, matérica¹⁵ y todo lo que conlleva). El tener un concepto claro de la belleza, de que esta se centra en varias cualidades y modos de interpretación, dota de un nuevo modo de hacer diseño para las personas. Se hacía mención que un diseñador deber ser alguien empático, el sentir que al resolver la necesidad del público se está resolviendo la propia.

El conocimiento de la belleza en todos sus aspectos, el uso consiente de las reglas estéticas en muchos casos de la vida, es un hecho cultural que eleva a los individuos y los ayuda a resolver problemas que, a pesar de no ser primarios, brindan la posibilidad de salir de una vida sórdida, que con frecuencia va unida a la miseria. (Munari, 2019, p. 174)

La empatía es la capacidad que permite ponerse en el lugar de las personas y entender sus acciones comportamientos y pensamientos.

¹⁵ Perteneciente o relativo a los materiales utilizados.

En la formación del diseñador se enseña a analizar y conocer a nuestro público, se usa todo un repertorio de investigación para saber lo más que se pueda de tendencias y de las personas a las que se dirigen los diseños, pero dar el salto a ser diseñadores empáticos, permitirá entender mejor público y hacer el trabajo con amor.

Bruno Munari menciona cómo el amor puede ayudar a perfeccionar el trabajo del diseñador. No habla de un amor romántico o de una inspiración para poder trabajar, sino el amor con el que realizamos las cosas y el propósito que estas cumplirán, causando un deleite por lo que hacemos. Para abordar este punto, Munari puso como ejemplo la casa de los hombres. En cómo, en sí, los materiales, los espacios y los presupuestos no son factores determinantes, sino más bien, la necesidad por la que se construye, quién construye (no tanto por su experiencia o capacidades, sino por su empatía e intenciones), y el propósito por el cual se construyó.

Paralelamente en el diseño, no contemplar estos factores, lleva a un diseño pobre y miserable, que solo se hace por cumplir un trabajo o un tiempo de entrega y que a la larga son diseños de uso provisional que no refleja ningún tipo de comunicación ni intención con la sociedad.

Para que un diseño funcione bien, se debe tener como base el amor de hacerlo bien, acompañándola por un correcto uso de la estética, la creatividad, la cultura y el conocimiento del campo y todo esto realizarlo en conjunto con el equipo de trabajo y el tener una relación con los clientes.

En palabras de Gibbs, “resulta evidente que la capacidad del diseñador para comprender profundamente las necesidades del cliente es imprescindible para que el proyecto sea un éxito” (2009, p. 42). Esta es labor del diseñador es la base para comenzar cualquier producto de diseño. Es habitual que los clientes tengan ideas confusas de lo que desean y no pueden definir sus necesidades con claridad y se basta con elaborar una lista con los problemas y exponga ideas al azar buscando que el diseñador le de una idea única e

instantánea. Por eso es tarea del diseñador poner todo lo que el cliente desea en una metodología de trabajo. Cada diseñador tiene criterios personales en su relación con el cliente. Hay quienes no tienen una relación constante con sus clientes y solo piden en que confíen en ellos, mientras hay otros que tienen una mayor comunicación e ir con el cliente en cada una de las fases y el proceso resulte de su agrado. Las relaciones con los clientes funcionan de muchas maneras, esto depende meramente del carácter de cada diseñador y no es que una relación sea buena y otra mala, solo se trata de una relación en las que ambas partes contribuyen dando sus puntos de vista buscando lograr una confianza mutua para alcanzar el objeto de diseño deseado. Para poder conseguir esto, el diseñador tiene que ser capaz de ser empático con el cliente y comunicarse de una manera más amena con él y hablar en el mismo lenguaje y saber escucharlo para así poder interpretar sus ideas y objetivos, dando pie para conseguir un buen diseño, el cual se da cuando se mantiene el sentido de equilibrio y se gana el respeto del cliente.

El diseñador necesita trabajar en colaboración y adaptarse a los cambios en las circunstancias y prioridades del cliente, respondiendo rápidamente a las preocupaciones de este y manteniéndole informado en cada una de las fases.

Un punto importante de la empatía es saber que se trabaja con los clientes, usuarios y productores, y que con cada uno de ellos el diseñador tendrá que realizar un trabajo diferente y pensar en sus necesidades. Por ejemplo, en un hospital, que busca la elaboración de una cama para los pacientes internados, quizás el cliente sea el director del hospital y con él se llevarán los avances del proyecto, pero también están las necesidades del usuario que, serían los pacientes, de ahí puede obtenerse información que no se había considerado para el proyecto y, por último, tenemos a las personas que producirán el producto, ellos pueden brindar especificaciones técnicas para la elaboración del producto. Un diseñador siempre tiene que pensar en todas las personas implicadas en el proyecto para poder armonizar y trabajar en conjunto.

“Interpretar las necesidades e ideas del cliente para aconsejarle una solución de diseño que pueda satisfacer sus necesidades de una forma estéticamente agradable y satisfactoria forma parte del trabajo del diseñador” (Gibbs, 2009, p. 45).

3.2.4 El Producto

Es momento de hablar de lo que mayormente hace un diseñador industrial, o sea, productos industriales. ¿Qué es un producto industrial? Bernd Löbach da la siguiente definición.

Los productos industriales son objetos encaminados a cubrir una determinada necesidad y que una vez proyectados se fabrican idénticos para un gran número de personas. La problemática de los productos industriales consiste en que éstos, tras su fabricación, han de proporcionar un beneficio con su venta. Además, la índole del producto debe garantizar que su uso puede efectivamente satisfacer las necesidades del usuario, ya que éste es el único motivo que le induce a gastarse el dinero en su compra (Löbach, 1981).

En el momento que se está diseñando un nuevo producto, el diseñador lo ve como algo único porque está trabajando una sola pieza, pero al final de cuenta esta pieza está destinada a producirse en masa.

Son productos que tienen que ser usados y en el mercado hay una gran de variedad de ellos que son lanzados constantemente, estos entran en determinadas categorías y cada una tiene su importancia para la relación de éste, con su usuario.

Productos de Consumo. Son productos que, una vez terminado su consumo, ya no existen, por lo general estos productos cubren necesidades primarias del humano como su alimentación y su aseo personal o tienen relación directa con el día a día de las personas y su entorno como pueden ser productos para el hogar, productos para automóviles, etc. El diseñador se relaciona con estos productos en su empaquetado. La tarea del diseñador es presentar propuestas de empaquetado que sean atractivas para el usuario y protejan al producto de posibles daños, ya sean ambientales, de transporte, carga y descarga etc. Ya que en este tipo de producto se presenta un nivel de competencia mayor, donde la estética del empaque desempeña un rol importante para atraer nuevos clientes a los productos que se están vendiendo.

Los empaques deben de presentar estas características:

- Que el producto se conserve fresco por más tiempo
 - Simplificar el consumo del producto
 - Que el paquete después de su uso no represente ninguna carga para el entorno
- Que el empaque puede ser usado después para otros fines.

Productos de Uso Individual. La verdadera labor del diseñador industrial consiste en elaborar productos que tengan una vida útil más amplia generando una relación del usuario con el producto, ya que estos objetos están diseñados para que los use una persona determinada, lo que ocasiona que se tenga una relación mas estrecha entre el producto y el usuario, generando así un proceso de identificación, donde el producto se convierte en una parte de él. La tarea del diseñador es facilitar la relación del producto con el usuario.

Productos para Uso de Determinados Grupos. Estos productos son los que usan una serie de personas dentro de un mismo entorno, por ejemplo, refrigeradores, lavadoras entre otros. En estos productos hay una responsabilidad colectiva y la relación entre producto-usuario no es tan estrecha ni interesante como la relación que hay entre un producto y un usuario individual. Esto provoca que se usen los objetos de una manera irresponsable y sin ninguna empatía, en estos casos, el diseñador tiene la tarea de estudiar los factores de conducta de los usuarios a los que vaya dirigido su producto para proponer materiales o formas más resistentes y el de realizar productos con una vista más agradable para un público más extenso.

Productos con los que el Público Apenas Tiene Relación. Por último, están los productos con los que apenas se tiene contacto. Estos productos son de uso particular de lugares en específico como las turbinas de una empresa eléctrica o insumos de medicina.

3.2.4.1 El Producto y su Función.

Los aspectos más esenciales de las relaciones de los usuarios y los productos es su funcionalidad. Por lo cual, cuando el diseñador industrial comienza a diseñar establece las funciones que este va a realizar. El diseñador trabaja con la gente que fabrica los productos, donde muchas veces ellos se encargan de la funcionalidad en el aspecto técnico- teórico, mientras el diseñador industrial se ocupa de las funciones estéticas y simbólicas. Tenemos que aclarar que un diseñador no es un ingeniero, fabricante, constructor etc., por lo cual no tiene un conocimiento de fabricación tan alto como uno de los anteriormente mencionado, sin embargo, en él descansa la coordinación y determinación de las funciones de los productos, de crear una relación del producto con el usuario y de establecer las necesidades del usuario por medio de la función del producto. Por lo tanto, el diseñador industrial debe de conocer las necesidades y aspiraciones de l usuario para así poder dotar al producto con las funciones necesarias para cumplir con las necesidades del usuario. Los productos se determinan por una serie de

funciones a desempeñar. Están las funciones prácticas; que son las que cumplen con una necesidad fisiológica como la de una silla que da al cuerpo una posición mas cómoda para evitar un desgaste físico. Dichas funciones cada vez tienen que satisfacerse de una manera más práctica y cómoda, de aquí se parte en buscar nuevos materiales, y encamina a investigar para satisfacer estas necesidades de una mejor manera. Las funciones prácticas son las que satisfacen las condiciones humanas del hombre y las cuales cada vez están teniendo una comodidad mayor para satisfacer de mejor manera al hombre.

Después entra la función estética. Esta es la que se encarga de la relación del objeto y el usuario a través de la percepción, dotándolos de usos multisensoriales, o sea, que todos los sentidos del hombre jueguen un rol al contemplar el diseño. Como hemos visto anteriormente en esta tesis, la estética juega un papel muy importante en el diseño del producto, solo que se ha infravalorado su papel. Tenemos más que claro que la estética no se debe de imponer sobre la funcionalidad, pero esta no debe de pasar a un rol de belleza sin fundamento, sino que es la belleza combinada con la necesidad que se desea satisfacer, ya que esta actúa de manera positiva o negativa para que un producto se venda o no. Pondremos el ejemplo de una chaqueta. Cuál chaqueta llama más la atención del usuario, una que solo protege del frio o una que chaqueta de campo con bordados que resaltan y una forma que te llama la atención. Se debe de ser consciente que muchas veces los productos llaman la atención a los ojos del usuario antes de que puedan corroborar su funcionalidad. Por eso se vuelve a hacer hincapié en que el diseñador industrial debe de considerar la relación de las personas en su aspecto emocional sin perder el rumbo de la funcionalidad.

3.3 Metodología Proyectual

Ya se han tocado puntos importantes como qué es un diseñador industrial, para quién trabaja y qué cualidades debe tener para poder desempeñar su trabajo de la mejor manera. Todo lo anterior debe enfocarse en una serie de pasos ordenados y lógicos, que van sobre una misma línea para alcanzar un objetivo, a esto se le llama **método** y el conjunto de estos métodos es a lo que se le llama **metodología** (Munari, 1981). En el diseño, la metodología nos ayuda a resolver los problemas de nuestros proyectos, utilizando una serie de procedimientos que nos ayudaran a estructurar los pasos que seguiremos siempre en un orden guiado por la experiencia en nuestro proceso de diseño.

La piedra de toque del oficio de diseño se encuentra, pues, en la metodología de trabajo, ya que es en ella donde se realiza el proceso de síntesis que integra y hace compatibles los factores funcionales, económicos y estéticos que reclama todo encargo. (Campi, 2020, p. 32)

La finalidad de usar una metodología es conseguir un máximo resultado con el mínimo esfuerzo y en el menor tiempo posible. En la sociedad en la que vivimos hoy en día, se busca realizar las cosas de una manera muy apresurada, por lo que caemos en el error de trabajar de la manera mas rápida, sin seguir un orden, sin tener un concepto con qué iniciar, saltándonos pasos y buscando atajos en la elaboración de los productos, como consecuencia, nuestras propuestas de diseño tienen muchas carencias, tanto creativas, como funcionales y estéticas y, por lo regular, no cumple las expectativas de los clientes ni la de los diseñadores, lo que impide un crecimiento laboral. Como ya vimos, el diseñador es un proyectista, es decir, alguien que planea, concibe e idea, con la intención de atender un problema de diseño y dar soluciones reales a los problemas que se le presentan. Un diseñador que sabe proyectar podrá resolver problemas de manera más sencilla, pero para resolver los problemas se debe de seguir un

orden, el diseñador debe de utilizar una metodología para ir paso a paso en la búsqueda de soluciones.

El hecho de diseñar siguiendo una metodología puede ser algo frustrante, porque parece ser que debe de seguirse una serie de reglas para diseñar y el seguir reglas se relaciona con alguna norma impuesta donde no hay cabida para la creatividad.

La creatividad no es improvisar de una manera espontánea, sin seguir algún tipo de parámetro, es todo lo contrario, la creatividad se logra cuando a partir de una serie de parámetros se puede aportar ideas sustentadas en la investigación, cultura y lo que sea requerido. El trabajar bajo una metodología, permite organizar mejor el cómo se va a trabajar, ya que se hace de una manera objetiva a partir de lo establecido, es decir que hay valores que por defecto ya se conocen y estos se van desarrollándolo de una manera profesional, con seguridad y sin pérdidas de tiempo, por que ya hay un punto de partida y se tienen los conocimientos y técnicas para ir desarrollando cada una de las fases y no caer en la ilusión del que tener una idea genial sin algún contexto nos obligue a realizar cosas sin sentido.

Se ha hablado anteriormente de la importancia de la metodología del diseño y cómo en esta pondremos en práctica todo lo que hemos visto previamente; ahora toca profundizar en los aspectos de una metodología aplicada al diseño. En base a este estudio, la metodología que se abordará, es la metodología proyectual que expone Bruno Munari en su libro "Cómo nacen los objetos" (Munari, 1981), dicha metodología irá acompañada con aportaciones de otros autores y propias de este autor, porque como dice el propio Munari...

El método proyectual para el diseñador no es algo absoluto ni definitivo; es algo modificable si se encuentran otros valores objetivos que mejoren el proceso y este hecho depende de la creatividad del proyectista, que, al aplicar el método, puede descubrir algo para mejorarlo. En consecuencia, las reglas del método no bloquean la personalidad del proyectista sino, que, al contrario, le estimulan a descubrir algo que, eventualmente, puede resultar útil también a los demás. (Munari, 1981, p. 19)

Debe aclararse que la metodología proyectual no es la única ni la mejor metodología, simplemente se usará porque es la metodología que el autor de este estudio ha usado en su proceso de diseño, además de que, siendo una propuesta que fue hecha hace mucho tiempo por Munari, aún sigue siendo vigente en nuestros días, siendo un pilar que todo diseñador aprende durante su formación académica.

3.3.1 El Problema

Todo problema surge de una necesidad; porque necesitamos tener algo, para facilitar las actividades que desempeñamos, laborales y cotidianas. Las soluciones que se aportan, mejoran la calidad de vida. Como diseñadores, nuestra función primordial es solucionar problemas de índole estético y funcional. “Todo problema de diseño se inicia con un esfuerzo para logra un ajuste entre la forma en cuestión y su contexto. La forma es la solución del problema; el contexto define el problema” (UNAM, 1998, p. 46). Teniendo en cuenta estos dos factores claves para abordar todo problema de diseño, podemos decir que la forma es el cómo vamos a resolver el problema a través de la experiencia que hemos adquirido, (o sea: de qué procedimientos, técnicas, herramientas nos vamos a valer para llegar a esa solución) y el contexto que son aquellas circunstancias que rodean a nuestro problema, todas las características que lo definen. Esto nos dejar ver que, en el diseño no necesariamente hay una manera única de resolver un problema de manera correcta, habrá muchas respuestas correctas, y estas respuestas dependen de cómo cada diseñador aborde los datos otorgados por el mismo problema y cómo ejecuta sus recursos, llamase creatividad, cultura, conocimientos, alcance y todo lo que define al diseñador. Por eso la belleza del diseño es que puede producir una amplia variedad de soluciones correctas, todo depende de cómo cada diseñador las ejecuta.

Los problemas de diseño se presentan cada vez que el entorno donde habitamos ya no nos permite seguir avanzando tanto en lo tecnológico y lo cultural. Como vimos en el primer

capítulo en la época de la revolución industrial, cuando los antiguos procesos de producción ya no alcanzaban para satisfacer las necesidades de la época. Las invenciones y descubrimientos del hombre siempre nos impulsan hacia adelante a la par que van surgiendo nuevos problemas que frenan este impulso de tener un mejor estilo de vida. Algo que queda más que claro, es que la resolución de problemas no es tan solo hacer el listado de los requisitos para su solución; porque si ese fuera el caso las soluciones serían instantáneas. Lo importante es entender la reacción mutua de cada uno de los componentes del problema y así poder determinar los elementos de su solución y utilizarlos en el proyecto de diseño.

Para comenzar a entender mejor el problema será necesario comenzar a descomponerlos en subproblemas, de esta manera tenemos un mayor panorama de entendimiento, ya que muchas veces no entendemos por qué tenemos un problema. Cada subproblema puede resolverse de una manera en particular y poder llegar a soluciones variadas y a veces una solución choca con otras, es aquí donde entra el trabajo del diseñador de conciliar cada una de las soluciones de los subproblemas de un modo coordinado y creativo.

Usando el ejemplo de Munari respecto a la problemática de proyectar una lámpara de habitación, los subproblemas serían algunos de los siguientes:

- Qué tipo de luz deberá tener esta lámpara.
- Cómo será transportada, con qué embalaje.
- Cómo se dispondrá en el almacén.
- Si hay partes ya prefabricadas (portalámparas, reóstato, interruptor, etc.).
- Qué forma tendrá.
- Cuánto deberá costar.

Estos son los subproblemas que hay que resolver de forma creativa.

3.3.2 Recolección y Análisis de Datos

Una vez que hemos identificado el problema y desglosado los subproblemas, podemos recopilar la información que será necesaria para saber como trabajar. Los diseñadores deben de estar en una búsqueda de conocimientos en su campo, en cada proyecto debe de documentarse como el problema lo plantee. Buscando qué ya existe en el mercado en función de lo que necesitamos.

“La investigación es una parte importante del proceso de diseño. Es una forma excelente de indagar sobre un tema en profundidad, y de encontrar nuevas ideas con las que trabajar” (Choklat, 2012, p. 54).

La investigación es un proceso que se debe de realizar en cualquier proyecto de diseño, ya que es la que nos da las bases para construir y desarrollar las soluciones de nuestras propuestas de diseño, recopilando las ideas del tema que se nos asigne, ya sea que conozcamos del tema o queremos reforzar el conocimiento que ya teníamos previamente. Es una herramienta esencial en el proceso creativo y sirve para ofrecer inspiración e información, porque como diseñadores ya hemos visto que no podemos partir de ideas al azar, sino que debemos de investigar que es lo que requerimos, para diseñar y generar ideas. Otro aspecto importante de la investigación es que se trata de una actividad personal en la cual el diseñador puede sumergirse en la búsqueda de conocimiento, cada diseñador toma diferentes aspectos dentro de un mismo proyecto; cualidades y modos de resolver el problema caracterizando su forma de proyectar, con lo cual puede plasmar sus pensamientos, intereses y visión creativa al usuario de sus diseños.

La investigación se divide en tres facetas. El primero es la inspiración, lo que nos ayudará a establecer un concepto o tema, la identidad que tendrá nuestro trabajo, el segundo es la indagación, que consistirá en reunir información acerca de lo que iremos a necesitar para desarrollar el tema y en tercer paso sería el proceso y este se resumen en como vamos a aplicar lo investigado.

Primeramente, hablemos de la inspiración, esta puede venir en cualquier momento y de cualquier lugar y esta debe darse por la observación propia del diseñador y su entorno evitando tomarla de lo ya hecho por otros diseñadores. La inspiración puede elegirse de cualquier tema, lo importante es como lo utiliza el diseñador y que hace con él, es decir elegir un tema y después comenzar cada uno de sus elementos y poder usarlos a nuestro favor.

La inspiración puede tomarse de diferentes factores lógicos como pueden ser: las ideas que tengamos en el instante, de algún concepto en el que se rija el diseño que vayamos a realizar, también puede ser un movimiento que hubo o de alguna tendencia del pasado e incluso de alguna subcultura o tribu urbana.

Después, en la fase de indagación hay que reunir la información sobre el tema que se haya tomado como inspiración. Aquí se parte de reunir información primaria e información secundaria, ya que (Choklat, 2012) plantea que toda acción investigadora se divide en estos dos tipos de investigación.

La información primaria es la que el diseñador reúne personalmente, como un boceto o una foto tomada directamente por él. La información secundaria es cuando el diseñador obtiene la información por medio de la investigación de otra persona, esta puede ser en libros, revistas, artículos, internet, etc. Es importante mencionar que la información secundaria es un complemento de la primaria y no al revés; debe haber un equilibrio entre ambos tipos de investigación. “al combinar la investigación primaria con la secundaria se crea una plataforma sólida basada en fuentes externas mezcladas con referencias personales”. (Choklat, 2012).

Según Choklat, en su libro diseño de calzado el proceso de indagación este compuesto por una serie de etapas o puntos a considerar. A continuación, veremos los más relevantes.

Reunir información: En este punto se indaga todo tipo de información que el diseñador considere útil para después incorporarla en la elaboración del diseño. Puede ser fotos de texturas o materiales, bocetos, documentos, páginas web para que suministran los recursos para agilizar tiempos etc.

Experimentar el tema: en este punto, la idea es que de un tema que estamos buscando debemos profundizar en él. es decir, en relacionarnos con el tema, se usa el ejemplo del tema de la magia, es este caso el experimentar el tema, sería ir a una función de magia, aprender uno o dos trucos. Un consejo práctico es siempre ir con un experto del tema que estamos tratando porque su punto de vista puede ser de vital importancia.

Explorar distintos caminos: Es posible que la inspiración lleve en otra dirección, que incluso puede resultar más inspiradora. Es perfectamente aceptable mezclar ideas y direcciones. Puede buscarse sobre una idea principal y de ahí van saliendo temas particulares, que a la vez llevan a nuevos conocimientos y aportar ideas nuevas o desconocidas hasta el momento.

Reunir detalles visuales: La investigación tiene que ver con imágenes y detalles visualmente interesantes. Los detalles visuales pueden proceder de la investigación primaria o secundaria, estos siempre nos ayudarán a dar una idea más clara de lo que estamos buscando e inclusive usarla en nuestra investigación.

Al final tenemos el proceso, el cual corresponde al uso que se hace de la investigación. Se trata de utilizar la información reunida, dando una serie de propuestas que se acercarán más a lo que buscamos proyectar. En esta parte es donde comenzamos a experimentar con los materiales, además de comenzarnos a plantear el camino que lleva la investigación, si esta va conforme a lo que requerimos o no y solo quedarnos con las referencias que realmente aporten algo significativo a la investigación. Finalmente se comienza con la realización de los primeros bocetos de las ideas que hayamos tomado conforme a todo lo indagado en la investigación, estas serán las ideas de partida de nuestros diseños.

La investigación tiene como finalidad ayudar al diseñador a reunir información sobre un tema y podamos tomarla como fuente de inspiración para poder trabajar.

3.3.3 Creatividad

Como ya vimos, la creatividad es el poder usar todo lo que se ha recogido en la investigación de una manera que mezcle la imaginación del diseñador dentro de los parámetros del problema, es decir sin salirnos de las limitantes del problema y evitando el tener “ideas irrealizables”, ya sea por cuestiones económicas, técnicas o de materiales que no se pueden utilizar. La creatividad sustituye a la idea intuitiva que se guía por una manera espontánea y sin fundamentos para la resolución de problemas. La creatividad no es intuición. Es considerar todas las operaciones y factores necesarios que se desprenden del análisis de los datos y cómo podemos comenzar a generar las posibles soluciones de problemas a partir de estos. Una característica de los diseñadores es el usar la creatividad como un medio de entendimiento y comprensión que se tienen de los proyectos que se asignan, desmenuzándolos y explorando su alcance, de este modo es como se comprenderá el camino que puede seguir el diseño a realizar.

3.3.4 Materiales y tecnología

Es el estudio de los materiales y las tecnologías, que el diseñador ocupará de acuerdo a los resultados de la investigación. Munari habló acerca de que los objetos pueden realizarse de cualquier material, pone de ejemplo un armario de vidrio, un vaso de madera etc. Por lo cual el diseñador debe tener en claro qué material es el más adecuado de acuerdo a la función que buscamos que cumpla aquello que estamos diseñando. Volvamos al ejemplo del armario de vidrio, se puede hacer y hasta suena original, sin embargo, el vidrio carece de resistencia, por lo que es un material frágil y sería muy difícil de transportar y propensos a accidentes; en contraste pone los armarios japoneses que están hechos de madera de alcanfor, que es una madera resistente, que perfuma la ropa y la mantiene alejada de polillas. El saber qué material es el correcto se obtiene estudiando los materiales y las tecnologías que se usarán para sacar el máximo provecho de estos.

3.3.5 Experimentación

Es cuando él diseñador comienza a experimentar con los materiales y las técnicas disponibles para realizar su proyecto. Muchas veces los materiales y las técnicas son usadas de una única manera, por lo general estamos acostumbrados a trabajar con lo ya establecido, que este material es para una única función. La experimentación rompe con esto porque nos obliga a indagar cómo funcionan los materiales y a tener un pensamiento más creativo, es decir, el ver que ciertas características de algún material pueden desempeñar funciones aparte a las que fueron concebidos. Un ejemplo basado en una anécdota personal, fue conocer los pisos de vinil. Estos pisos se pueden poner de una manera más rápida que los pisos tradicionales, siempre y cuando se cuente con la herramienta para su colocación. Pero lo más llamativo fue el piso de vinil antibacterial. Se aprovechó la adherencia del vinil para poder utilizar materiales con propiedades antibacteriales brindando una nueva área del uso del vinil.

La experimentación tiene como objetivo el abrir nuevos usos de los materiales o instrumentos, siempre y cuando sean los adecuados para lo que estamos realizando y desempeñen una función favorable y no sea meramente un material lujoso.

3.3.6 Modelos

Este es el primer paso en la visualización de las ideas recogidas en la investigación. Se comenzará a hacer los bocetos preliminares y de ahí construir modelos parciales y comenzar a proponer soluciones.

Los bocetos se utilizan para comenzar a conceptualizar la propuesta de diseño, aunque aún no se conoce a fondo lo que se va a proyectar, sí da una idea para comenzar a relacionar los diferentes subproblemas del proyecto y comenzar a solucionarlos permitiendo ver los posibles errores que irán apareciendo a lo largo del proyecto. Estos bocetos pueden ser hechos a escala o a tamaño natural y de ahí partirá lo que será el modelo.

“En el proceso de diseño de un producto se utilizan los modelos tridimensionales o físicos para materializar una idea” (Posada, 2018, p.14). Los modelos son una excelente herramienta a la hora de concebir un diseño, ya que en este proceso sirve para hacer la validación de algunos aspectos de diseño, como el tamaño, las proporciones, la distribución de sus componentes, la apariencia externa, ergonomía, etc. Los modelos sirven para tomar decisiones respecto a la forma que va adquirir el producto y en caso de que algo no convenza del todo, este pueda ser retirado sin implicar altos costos. El modelo es una puerta para proponer, corregir o mejorar aspectos que no han sido considerados en el diseño.

El objetivo principal de la construcción de un modelo es la posibilidad de estudiar la fase de diseño de un producto, por lo cual se debe de realizar de una manera limpia y ordenada, y comenzar a buscar representar la geometría del producto.

En esta fase de la metodología, la construcción y/o representación del producto será en base a una maqueta o modelo preliminar. A continuación, se presentan las definiciones de estas descritas por (Posada, 2018).

Maqueta: es un boceto tridimensional para la representación de una idea. En diseño de producto se hace escala uno a uno. Los materiales más comunes a utilizar son cartón, madera, *foamboard*¹⁶, papel batería¹⁷; presentando su acabado natural del material elegido.

¹⁶ El Foamboard es un producto estándar para la industria de letreros y artes gráficas.

Los paneles consisten típicamente en una espuma de poliestireno extruida, intercalada entre capas externas de una variedad de materiales, incluyendo papel, poliestireno de alto impacto y chapa de madera.

¹⁷ Estructura obtenida en base a fibras vegetales de celulosa, las cuales se entrecruzan formando una hoja resistente y flexible. Se suele usar para trabajos de construcción de maquetas principalmente, ya que tiene forma rígida y plana.

Modelo: el modelo es la representación tangible de una idea. En algunos casos los modelos son casi de una apariencia real, otros son más simples, todo depende de la finalidad en la cual se construye. Un modelo conlleva una serie de ventajas que el diseñador puede ver como son, visualizar el concepto de diseño, comunicar ideas, estimular la creatividad, comprender la estructura del proyecto, estudiar la ergonomía y hacer pruebas de usuario, analizar el tamaño y las proporciones, identificar las dificultades reales de fabricación y realizar modificaciones de diseño.

3.3.7 Verificación

En la verificación se muestra el modelo ante colegas, posibles usuarios, ante algún encargado o jefe de proyecto para que emitan un juicio sincero, esto es, una crítica que pueda ayudar a ver errores que se pasan por alto o alguna aportación que pueda mejorar el diseño.

En este paso hay que tener cuidado el carácter y no dejarse influenciar por juicios sin fundamentos, como por ejemplo “eso no me gusta porque no sigue el arte pop¹⁸ o el minimalismo¹⁹... entre otras”, estos juicios, bajo criterios personales externos no tiene un valor para todos. Tiene que tomarse como referencia críticas que afectan y tiene relación con el diseño como si una pieza tiene un tamaño mas grande o más pequeño de lo que debería, son críticas con un objetivo que es del ayudar al diseño a tomar forma.

¹⁸ Movimiento artístico del siglo XX. Se caracterizó por emplear imágenes y objetos de la cultura popular.

¹⁹ Corriente artística contemporánea que surgió en Estados Unidos, durante los años 60. Este estilo se caracteriza por reducir sus obras a lo fundamental, utilizando sólo los elementos mínimos y básicos, como las líneas.

3.3.8 Dibujos Constructivos

Son los dibujos en los que se especifica cómo realizar el prototipo de diseño antes de su producción, podría decirse que se trata de los planos de cómo va ser elaborado el producto.

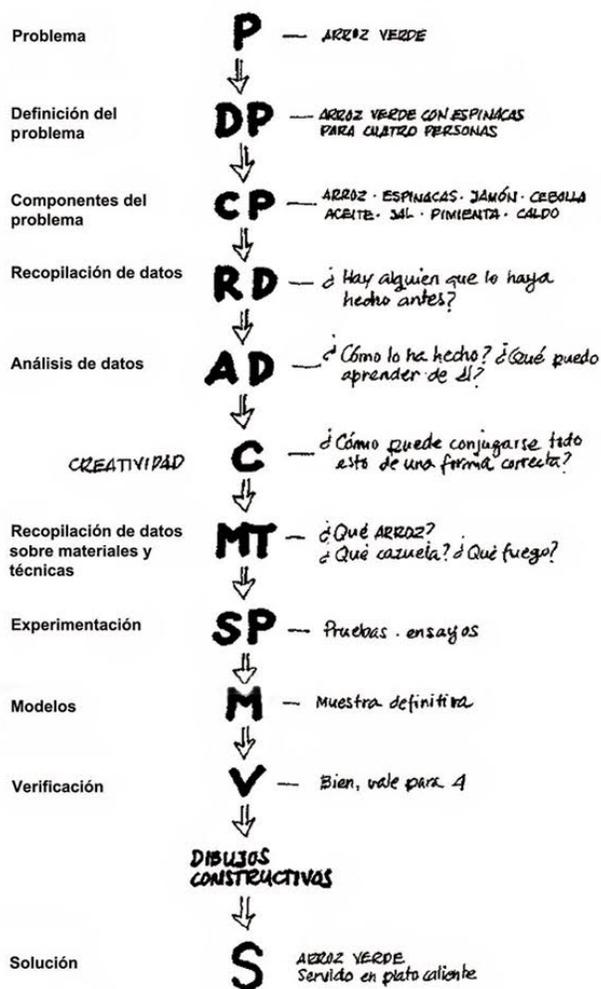
Dichos planos deben de llevar todas las especificaciones técnicas del producto para así poder comunicar a una persona que no esté al corriente del proyecto, toda la información útil para comenzar a preparar el prototipo.

A continuación, en la

Figura 9 se muestra de manera resumida el procedimiento de la metodología proyectual de Bruno Munari.

Figura 9

Tabla del proceso de la metodología proyectual de Bruno Munari



Nota. *Tomado de Arroz verde con espinacas... si el clima lo permite* [Fotografía], por Josep Sornosa y Pascual Timor, 2020, (<https://sortimnos.blogspot.com/2021/03/arroz-verde-con-espinacas-si-el-clima.html>).CC BY 2.0

3.4 Técnicas de dibujo enfocadas al diseño

A partir de este punto, se dará inicio con un nuevo apartado, ya que el proceso de bocetado y el posterior *sketching*²⁰ de los productos son etapas muy importantes, que al parecer de quien escribe, se están comenzando a infravalorar, porque un diseñador puede comprender sus propias ideas, pero debe de ser capaz de poder comunicar sus propuestas a colegas y clientes con la brevedad y claridad más alta posible para después a hacer los preparativos de los productos en su valor técnico, medidas con tolerancias la distribución de piezas y la definición de cómo irán armados, todo esto con el fin de realizar productos sin errores de comprensión, capaces de ser entendidos por colegas y productores, llevando una mejor comunicación con todo su equipo de trabajo.

3.4.1 Forma

En el campo visual, la forma es la representación visible del punto, la línea, el plano, volumen y color, que ocupan un espacio y se diferencia de su fondo. “es la delimitación trazada a partir contornos, planos, color, y volúmenes, de estructuras reales o imaginarias, para su representación bidimensional o tridimensional” (José Ángel Portillo, Ever Ordir Ramos, Rene Francisco Jiménez, 2003, p.16).

Dado este concepto podemos decir que la forma es el resultado de la unión de todos los factores anteriormente mencionados, para así poder crear elementos para su comunicación visual, dependiendo del objetivo que tenga el sujeto creativo (diseñador, arquitecto, artista, dibujante, etc.) Dicho de otro modo, pueden ser bocetos, obras de arte, construcciones o cualquier otro elemento visual. A continuación, veremos los componentes de la forma más esenciales.

²⁰ El sketching, generalmente, hace referencia a un boceto. Sin embargo, es un primer apunte de un diseño de producto que se llevará a cabo más adelante de manera más concienzuda y detallada

Punto. Es la mínima unidad de dimensión, la cual indica una posición en un determinado espacio. Conceptualmente carece de longitud, anchura y profundidad, y en consecuencia es estático y no direccional.

“Aunque el punto no tiene forma desde un punto de vista conceptual, se manifiesta al situarse en un campo visual. Un punto en el centro de su entorno es estable y, con relación al resto, organiza los elementos que le rodean y domina su campo. Cuando el punto se pone en movimiento y abandona el centro, su campo se convierte en algo más agresivo y empieza a establecerse una lucha por la supremacía visual. Se crea una tensión visual entre el punto y su campo” (Ching, 2015, p. 4).

Línea. Se puede decir que la línea en esencia es la sucesión de puntos que permite comenzar a definir la forma de una manera unidimensional y longitudinal. De acuerdo con (Ching, 2015, p. 8).

“La prolongación de un punto se convierte en una línea. Desde un punto de vista conceptual, la línea tiene longitud, pero carece de grosor y profundidad. Mientras que un punto es estático por naturaleza, al describir la trayectoria una línea es capaz de expresar visualmente una dirección, un movimiento y un desarrollo”

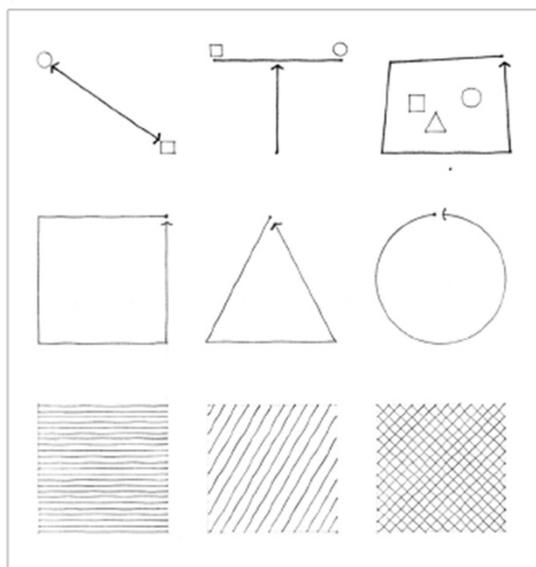
En la **Figura 10** muestra los usos más generales de la línea, los cuales son:

- Unir, soportar, asociar o cortar otros elementos visuales
- Definir el contorno de un plano
- Dar valores tonales a los planos. Por ejemplo, el achurado²¹.

Figura 10

²¹ Se utiliza para otorgar la sensación de volumen a un objeto dibujado, esto se logra por medio de la agrupación y diseminación de segmentos de líneas, para lograr distintas tonalidades.

Uso de las líneas



Nota. Tomado de **Arquitectura. Forma, espacio y orden** (p.8) por, Ching, Francis D. K, 2015, Gustavo Gili.

La línea es la unidad de representación de la primera dimensión, o sea la longitud de dos puntos, pero para que esta pueda verse se le asigna un grosor. Igualmente, las líneas se clasifican en rectas y curvas; de estas se determinan sus características de dirección, tensión y flexión. De igual manera las líneas rectas, por su dirección se clasifican en; vertical, horizontal, y diagonal; por su combinación de patrones en: quebradas, oblicuas, angulares y perpendiculares.

(José Ángel Portillo, Ever Ordiz Ramos, Rene Francisco Jiménez, 2003) plantea que las líneas por curvas se forman por la flexión de diferentes direcciones de la recta, y formando sus propias combinaciones.

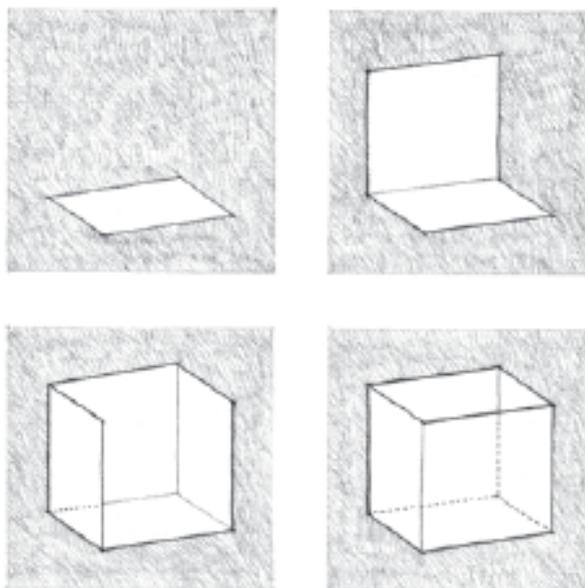
La línea también tiene otra función, la cual es dotar de dinamismo y significado psicológico a las formas a realizar, esto se debe a la percepción visual que se tiene a la sensación de movimiento que realizan.

Plano. El plano es la extensión y cambio de dirección de una línea, y que llega a ser un objeto cerrado. Así mismo el plano conceptualmente cuenta con longitud y anchura, pero carece de profundidad. El plano es una característica primaria de la forma, el cual está determinado por un contorno; los planos más básicos son el cuadrado, el triángulo y el círculo, también hay planos orgánicos; que están compuestos de líneas curvas libres, que sugieren fluidez y desarrollo; y los rectilíneos, que son líneas rectas trazadas al azar.

Los planos al igual que las líneas, están dotados de un simbolismo psicológico y visual que el hombre ha representado a través del tiempo.

Figura 11

Composición de los planos



Nota. Tomado de *Arquitectura. Forma, espacio y orden* (p.18) por, Ching, Francis D. K,

2015, Gustavo Gili

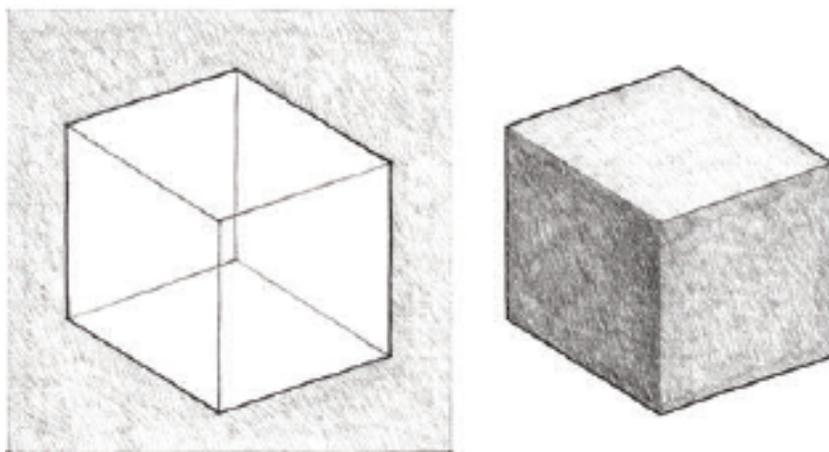
Volumen. Se puede denominar volumen a un plano que se prolonga a una dirección diferente a la suya, de este modo obtiene una forma tridimensional, o sea un cuerpo que tiene anchura, longitud y profundidad. (**Figura 12**)

Todo volumen puede analizarse y considerarse compuesto de puntos o vértices donde se unen varios planos; líneas o aristas donde se intersectan dos planos y planos o superficies que son los límites del volumen.

Es importante señalar que, para el dibujo artístico de diseño, será de vital importancia el poder interpretar visualmente todo al rededor a través de formas, ya que a partir de estas se podrá plasmar cualquier idea que se tenga en mente.

Figura 12

Transición de Plano a volumen



*Nota. Visto como un elemento tridimensional, un volumen puede ser sólido masa que ocupa el lugar de un hueco o vacío, espacio contenido o encerrado. Tomado de **Arquitectura. Forma, espacio y orden** (p.18) por, Ching, Francis D. K, 2015, Gustavo Gili.*

Uso práctico de las formas. La razón por la cual las formas se consideran importantes para el desarrollo de dibujos de productos de diseño, es que todos los objetos que el diseñador llegue a producir, empiezan bajo el proceso de análisis de las formas a utilizar para darle estructura a la idea. “Controlar la forma no es sólo una cuestión de habilidad manual, sino que existe una metodología para encajar correctamente objetos simétricos” (Instituto de las Artes de la Imagen y el Espacio, 2004, p. 14).

Además, el uso de los ejes de simetría, también el uso de líneas guía que sirven de apoyo para tener el dibujo delimitado y proporcionado, tanto en tamaño como en dirección, y

reducir las formas a unos cuantos esquemas estructurales simples, que son más fáciles de memorizar y rectificar en caso de error.

A continuación, se presentan algunos de los esquemas estructurales más usados para encajar objetos.

Estructura Geométrica. La forma de un puede resolverse sintetizando el modelo a partir de las formas geométricas básicas que contiene. Si se seleccionan las adecuadas se podrá dibujar un objeto simétrico de manera bastante certera, sin apenas errores.

Módulos o Cajas. Cualquier modelo, por irregular y complicado que sea, puede circunscribirse en el interior de una caja o forma geométrica plana. En eso consiste precisamente el encajado a base de módulos. Es decir, se dibuja un objeto su forma se encierra dentro de un módulo cuadrangular que debe ser igual de alto y ancho que el modelo.

Formas Tridimensionales. Si se analiza la forma de cualquier objeto, puede comprobarse que, en la mayoría de los casos, ésta puede inscribirse en el interior de una figura geométrica. Por lo tanto, el encaje debería nacer de formas geométricas de tres dimensiones para que sea más fácil dibujar la estructura del modelo y resolver la representación de su volumetría.

Para auxiliar el encaje de los objetos, la geometría fija un marco volumétrico transparente e imaginario, a modo de caja en contacto con todas las caras del objeto que se dibuja.

Dibujo Geometrizado. Cuando se plantea el inicio de un dibujo, puede recurrirse a diferentes sistemas de aproximación al modelo; uno de ellos es interpretar las formas por medio de figuras geométricas que nos ayudan a controlar las proporciones.

En esta sección se ha revisado el concepto primordial de la forma en su ámbito visual y matemático, lo que permitió conocer sus elementos tangibles (punto, línea, plano y volumen). De manera que, ahora se está consiente que cualquier producto parte de una estructura y puede ser realizada a partir de formas tangibles.

3.4.2 Composición.

En esta sección se hablará de la composición. De acuerdo con Donis A. Dondis, la composición es un proceso para la resolución de un problema visual y como los resultados de nuestras elecciones en el momento de usar elementos de composición marcan el propósito y el significado de la propuesta visual y las implicaciones que tienen en nuestros receptores.

En este caso es en cómo se presentan las ideas a través de *sketches* que permitan una percepción fácil y agradable a los clientes, compañeros de trabajo, etc. de una manera ordenada, con propósito armónico y eficiente. Si bien, se puede pensar que solo se está presentando una propuesta gráfica y esta solo debe entenderse a simple vista y que no tiene nada de relevante en darle una composición visual, se está pensando de manera equivocada, dado que el conocer los aspectos más primordiales de la composición ayudará a entender qué partes de la propuestas debe de destacar: ya sea en mostrar cómo funciona, las partes más relevantes para mostrarlas en planos particulares, centrar la atención en una pieza en especial entre otras que se irán conociendo a lo largo de esta sección, etc.

Como se explicó en el párrafo anterior, la composición maneja una serie de aspectos que deben conocerse para poder implementarlos en las propuestas de diseño. “Es importante subrayar que no hay norma alguna o específica que nos garantice la eficacia de nuestra composición, pero conociendo estos aspectos, podemos aproximarnos a soluciones compositivas mas eficaces” (Hernández, 2007, p. 2).

3.4.2.1 Percepción visual

El cerebro percibe el cómo está conformada nuestra realidad. El tratar de analizar en la forma en que lo hace puede ser ajena a lo que hacemos a nosotros como diseñadores, sin embargo, conceptos de la percepción son utilizados en muchas áreas del diseño. Cabe señalar que no abordaremos este aspecto de un modo científico analítico, sino más bien lo analizaremos en un enfoque artístico visual, extrayendo los valores más fundamentales para nuestro entendimiento.

Antes que nada, debemos entender que el lenguaje visual está más arraigado en el ser humano, esto quiere decir que es más significativo y fácil de comunicar entre personas que el lenguaje escrito y la lengua hablada. Así mismo vamos a dedicar esta sección a comprender las normas que rigen la información que se obtiene a través de una imagen.

La proporción aurea. A lo largo del tiempo los artistas han indagado sobre el tamaño adecuado de sus producciones. Muchos de ellos buscaron en la naturaleza para hallar inspiración. Esto se remonta has los egipcios quienes buscaban repartir sus terrenos de manera justa y estética. Después este conocimiento pasó a los griegos y luego a los romanos.

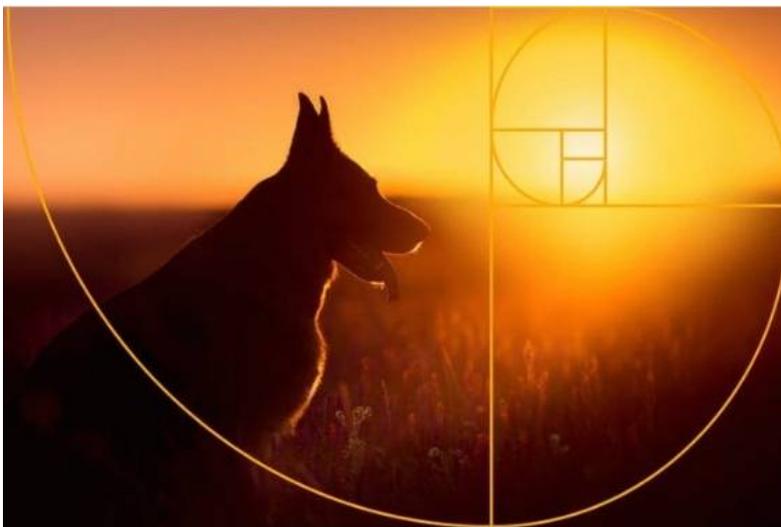
En su libro (Hernández, 2007) describe que en la época de Marco Vitrubio (arquitecto, escritor, ingeniero), estudió y razonó este problema estético, planteándolo de la siguiente forma: “para que un espacio dividido en partes iguales resulte agradable y estético, deberá haber entre la parte más pequeña y la mayor, la misma relación que entre la parte mayor y el todo” (Hernández, 2007, p.14).

Ejemplificando lo anteriormente dicho, ponemos un segmento de 8 cm, ahora dividimos este segmento en dos partes desiguales, van a ser precisamente un segmento de 5cm y otro de 3cm, veremos que, de acuerdo con la norma, se dice que el todo (8cm) se divide entre el segmento mayor (5cm) y dará el mismo resultado que dividir el segmento mayor (5cm) entre el segmento menor (3cm). Por lo general la sección aurea se representa con un rectángulo, (

Figura 13). Porque es la figura que mejor encaja con la proporción áurea, pero de hecho se dice que cualquier figura geométrica que siga la sección áurea es agradable a la vista.

Figura 13

Uso de la proporción aurea



Nota. Tomado de *Proporción áurea o número áureo ¿Qué es y porque deberías utilizarla?* [Fotografía] por, Irene Gil Ortiz, 2021, (<https://fototrending.com/proporcion-aurea-que-es/>).CC BY 2.0

La serie de Fibonacci es una sucesión numérica que puede ser aplicada en muchas ramas del conocimiento humano como: matemáticas, arquitectura, poesía, pintura, diseño. Desarrollada por el arquitecto medieval llamado Leonardo de Pisa el cual se llamaba a si mismo "Fibonacci". Dicha sucesión consiste en que cada número es el resultado de sumar los dos anteriores partiendo del 1.

Algo curioso que se puede notar en la serie de Fibonacci es que al dividir dos números correlativos se obtiene una aproximación al numero áureo.

Regla de los tercios “Es una forma de ordenar los objetos que conforman la imagen” (Nieto, 2017, p. 127). Para ello se dividirá la toma mediante dos líneas verticales equidistantes a los bordes y entre si, que dividirán nuestra foto en nueve partes iguales. Se dice que la regla de los tercios es la simplificación de la composición de la sección áurea que logra fraccionar el rectángulo áureo en nueve partes proporcionadas agradables al ojo humano. los puntos que se generan por cruzar las líneas verticales y horizontales se les conoce como puntos armónicos; en ellos se sitúan los elementos que queramos destacar de nuestra propuesta.

La regla de los tercios es muy utilizada, debido a que esta considerada como una técnica simple, pero de alta eficacia. Los usos que se le dan a esta por lo más habitual son: escenas, paisajes, y retratos (**Ver Figura 14**).

Figura 14

Regla de tercios en Ilustración



Nota. Tomado de **Qué es y cómo aplicar la regla de los tercios en ilustración** [Fotografía] por, Lucía Alonso, 2020, (<https://www.domestika.org/es/blog/4480-que-es-y-como-aplicar-la-regla-de-los-tercios-en-ilustracion>).CC BY 2.0

3.4.2.2 Elementos visuales

Todas las imágenes, fotografías, ilustraciones u otra manifestación artística; pueden ser descritas a través de los elementos tangibles que la componen. Dichos elementos básicos son: punto, línea, plano, forma, volumen, luz espacio, textura y color.

Estos elementos no necesariamente se aplican todos al mismo tiempo, sino depende de cada autor cuál o cuáles elegirá, dependiendo su objetivo.

El punto como medio de composición. Teóricamente el punto es dentro de la composición, la unidad mínima de comunicación, el equivalente a una letra de una frase (Nieto, 2017, p. 185). Los demás elementos tienen su origen a partir del punto.

El punto es un elemento pequeño y aislado que atrae la atención del espectador al destacar del resto de la composición. El punto puede connotar distancia si sabemos su tamaño real; si se pone en medio representa un factor de equilibrio a la vez que pierde esta propiedad si se desplaza en cualquier dirección.

La línea como medio de composición. La línea es una sucesión de puntos que va de un punto inicial a uno final en cualquier dirección y su trayecto es libre. “La línea transmite dirección y puede unir o asociar a varios elementos” (Nieto, 2017, p. 188). Asimismo, las líneas son de gran importancia en la composición, debido a que son podemos utilizarlas para dirigir la atención del receptor a donde queramos resaltar algo particular de nuestra propuesta de diseño. Además, las líneas se usan como conectores de la escena de una manera limpia.

Un aspecto importante en tener en cuenta con la línea en su representación conceptual es: que es capaz de crear una sensación de prolongación. Esta cualidad es muy útil a la hora que estamos encajando nuestros dibujos, dado que podemos corroborar que las líneas que usamos para representar una forma bien direccionada, siguiendo un horizonte parejo entre dos líneas paralelas; así evitando que nuestro encaje se vea “chueco”.

Fran Nieto recalca una cualidad en la línea en el momento que conducimos la mirada, la cual consiste en vigilar los cruces que se pueden producir entre ellas, los cual denomina como “fusiones” (Nieto, 2017, p. 191). Nieto menciona que existen fusiones neutras que no altera la forma en la que vemos la imagen, pero también puede haber fusiones negativas que hacen un conflicto con los elementos de la composición o arrastra la mirada hacia un lugar inadecuado. De igual manera menciona que hay una fusión positiva esto dependerá del punto que se genere en el cruce líneas, y lo que ese punto de atención muestre.

Volumen como medio de composición

Toda estructura tridimensional y las partes que la componen, se les atribuye tener un volumen donde la luz puede proyectarse y su vez generar una sombra.

En el mundo real podemos saber que una figura es tridimensional por nuestra visión estereoscópica, o sea que nuestro cerebro interpreta los fenómenos naturales de la luz, perspectiva; de ese modo percibimos la tridimensionalidad de los objetos, en cambio en un dibujo estos fenómenos no se dan de forma natural, sino que tienen que ser compuestos por el profesional que esta a cargo. El trasfondo de este aspecto es muy valioso, debido que aquí es donde recae la importancia de saber manejar los fundamentos de perspectiva y volumetría, acompañados de una solida comprensión del uso de las formas, ya que el aplicar mal estos conceptos conlleva a que nuestros dibujos se vean falsos e irreales porque la naturaleza no se encarga de decirle a nuestro cerebro como percibir las cosas, sino que somos nosotros mismos.

Volviendo al tema que nos ocupa, un factor de este apartado es la utilización de los tonos como medio de representación. En cómo podemos definir las formas gracias a la luz y cómo su volumen se va produciendo por la combinación de luz y sombra (Hernández, 2007). Nieto apunta en que podemos comprobar cómo al realizar una imagen con tonos, las zonas más claras se acentúan más y parecen acercarse, mientras que las sombras parecen alejarse (se explicara el porque de este fenómeno en el apartado de volumetría).

Podemos decir que el volumen juega el rol de darle una forma dimensional y tridimensional a las formas, debido a que, si solo representáramos las formas por su contorno estas se verían planas.

3.4.2.3 Técnicas de composición

Las técnicas de composición, como su nombre lo mencionan, son una serie de técnicas teóricas que nos indican los elementos de composición sobresalientes y cómo podemos utilizarlas para mostrar de una manera más significativa por el subconsciente para comunicar ideas y mensajes que se perciben a nivel inconsciente.

Equilibrio y peso visual. El equilibrio es considerado por Dondis como la influencia psicológica y física más importante sobre la percepción humana. La relaciona con el hecho de tener siempre los pies firmemente asentados en el suelo, en permanecer firmes ante cualquier circunstancia. “El equilibrio es, pues la referencia visual más fuerte y firme del hombre, su base consciente e inconsciente para la formación de juicios visuales” (Dondis, 2017, p.36). Siguiendo analizando lo que Dondis argumenta sobre el equilibrio, plantea que la forma de analizar el equilibrio de las composiciones visuales es con el constructo de hacer líneas de simetría vertical-horizontal y que a partir de estas se puede determinar el equilibrio. Añade que también hay que encontrar el balance de los elementos que componen el equilibrio; que esta regido por elementos como la estabilidad y el peso y que buscar el balance de estos elementos es como se consigue el equilibrio.

Comenzaremos a analizar cómo actúa la tensión. Actúa en los elementos que no tienen estabilidad. Un claro ejemplo de ello es el círculo, al no tener una base firme y un número de lados tangible, por lo que se aplica un eje vertical para determinar un equilibrio al círculo y un eje horizontal para proporcionarle estabilidad.

Aunque el tema de la tensión es más amplio me gustaría enfocarme más al peso visual, ya que es más determinante esta parte en la composición de los dibujos que realiza el diseñador industrial.

Toda imagen que vemos le catalogamos un peso en particular dentro de nuestro subconsciente a partir de analizar el aspecto de dicha imagen. Por ejemplo, algo grande y oscuro nos parece más pesado que algo pequeño y claro.

El peso de los elementos lo componen factores como: tamaño forma, textura y ubicación. El peso visual se maneja por muchos elementos para ser determinado como tal. Se puede comparar entre figuras del mismo tamaño entre figuras de tamaño distinto o donde se posiciona cada elemento, por orden de lectura, en este caso también rige la cultura; en occidente se lee de izquierda a derecha, en este caso el mayor peso se atribuye a figuras colocadas en la parte izquierda del formato, mientras que en oriente es de derecha a izquierda. De igual manera se puede usar los colores, los colores claros pesan más que los oscuros porque irradian luz, lo que hace que su superficie parezca mayor, los colores cálidos pesan más que los oscuros. Así hay muchos elementos más que componen el peso, pero al final del día es el diseñador el que otorga qué parte de la presentación de su propuesta quiere que tenga más peso visual que las otras. Y como ya se había mencionado, el diseñador es el que debe de buscar el balance de su composición para mostrar un peso equilibrado. Las dos más usadas según Vic Hernández en su artículo son el equilibrio de pesos iguales, este es cuando los elementos tienen igual peso y solo basta con situarlos equidistantes del centro para lograr su equilibrio, y el uso de líneas como elementos de peso, aquí las líneas se usan para seccionar los elementos, como limitadoras de espacio y como elementos que serán soporte de la composición. Las líneas no necesariamente se ponen de manera simétrica y proporcional al formato, sino para ser proporcional a los elementos.

En lo personal, el equilibrio y el peso visual son las técnicas de composición con mayor impacto a la hora de presentar mis propuestas, ya que, usando estas técnicas, se pueden crear

una gran variedad distintas de presentar una idea buscando dar el mensaje deseado. El uso que ejemplifica de mejor manera el peso visual son las portadas de las revistas de comic. (Ver

Figura 15)

Figura 15

Equilibrio visual



Nota. Adaptado de *Composición* (p.21), por Vic Hernández, 2007, Dibujarte S3.

Figura 16

Peso y equilibrio visual aplicado



Nota: elaboración propia

Movimiento. Analizando lo que argumenta (Nieto, 2017). El cerebro humano siempre está haciendo cálculos de los movimientos que hacemos al desplazar cualquier parte de nuestro cuerpo a través de nuestros ojos. Incluso, puede crearlos en imágenes que carezcan del mismo, a través del análisis de los puntos y líneas que contiene. Por lo cual el desplazamiento real o sugerido de los elementos que conforman la composición determina la forma y el orden en el que leemos la imagen, que normalmente seguimos con la vista. “El ojo está escudriñando constantemente el entorno, siguiendo los numerosos métodos que dispone para absorber información visual” (Dondis, 2017, p. 80).

Las maneras más usuales de la lectura visual (**Ver Figura 17**) son: por medio de una secuencia organizativa. A través del escudriñamiento, que se refiere a ir averiguando la intención y direccionalidad del movimiento partiendo de un punto inicial. Y también se mueve por respuesta del eje “sentido” y las preferencias culturales “izquierda- derecha” y “arriba-abajo” (Dondis, 2017). El darle un sentido de movimiento a nuestros sketches, nos brinda la oportunidad de dar una secuencia de lectura a nuestro receptor, dado a que podemos presentarlos como una infografía; o también si pretendemos presentar varias vistas del mismo producto.

Figura 17

Representación del movimiento por Dondi

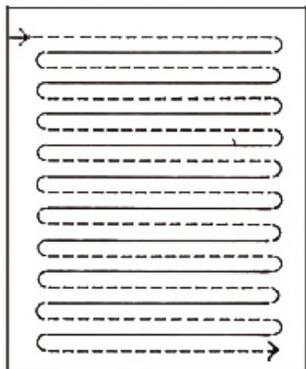


Figura 3.48

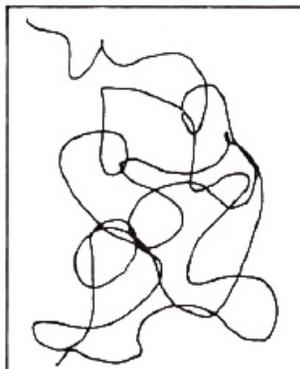


Figura 3.49

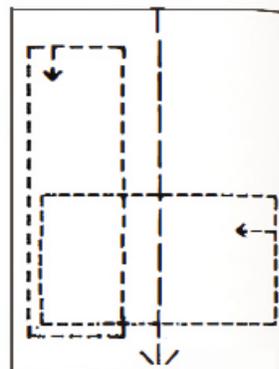


Figura 3.50

Nota. Tomado de *La sintaxis de la imagen* (p.37) por, Dondis, Donis A, 2017, Gustavo Gili.

3.4.2.4 Simplificar

Quizás el término nos remonte al minimalismo con la frase “menos es más” pero el simple hecho es que es una verdad clara. Muchas veces queremos estampar todas las vistas de nuestros dibujos, lo que hace que ninguna destaque y por lo que hemos visto a lo largo de esta sección, es que es un error que elimina el concepto de composición de nuestras propuestas, dado que todas nuestras vistas serían del mismo tamaño, eso crearía un ritmo predecible de nuestras propuestas. Cuantos menos elementos tenga la composición menos peleas habrá entre ellos y más fácil será que el mensaje llegue nítido y definido” (Nieto, 2017, p. 351).

El simplificar no quiere decir que hagamos propuestas simples y carentes de elementos, sino más bien es el mostrar las características que definen mejor a nuestra propuesta y no buscar solo adornar hasta el grado de llegar a hacer que nuestras propuestas no sean entendibles. Un buen concepto de simplificar es de ordenar lo complicado.

Poniéndolo de manera práctica, al momento de presentar una propuesta, se nos pide presentar las vistas más determinantes, las que permite presentar mejor las cualidades de

nuestro producto, de hecho, en el dibujo industrial hay normas para presentar los planos y tienen que ver con la comunicación visual para facilitar su interpretación con los fabricantes.

El saber cómo utilizar los conceptos de composición nos permitirá dar una mejora en como presentamos nuestros sketches a nuestros múltiples receptores. También nos ayudará a plasmar qué comunicar o si quieres comunicar algo en específico.

3.4.3 Sistemas gráficos de representación

En esta sección se describen los sistemas gráficos de representación que se usan para representar la realidad tridimensional en un formato bidimensional. Los sistemas gráficos de representación se utilizan para mostrar modos alternativos de representación visual de lo que vemos y visualizamos en la naturaleza.

Estos sistemas tienen tres formatos de clasificación visual, los cuales son: ortogonal, axonométrico y de perspectiva. Cada sistema se diferencia en como se representan las líneas de proyección y sus ángulos de incidencia.

“Es indispensable conocer el carácter específico de los sistemas y comprender los principios que guían la construcción de los dibujos, principios que definen un lenguaje común que nos permite leer y entender los dibujos de los demás. Además de ser un útil medio de comunicación, el dibujo proyectivo exige y facilita el aprendizaje del pensamiento tridimensional” (Ching & Juroszek, 2012, p. 119).

3.4.3.1 Sistema Ortogonal

El sistema ortogonal es un sistema gráfico, en donde un objeto se representa por líneas de proyección, las cuales recorren una trayectoria paralela de una cara de la pieza referente al plano de cuadro. Se construye trazando las líneas de proyección paralelas, desde diferentes vistas del objeto y después para obtener la visión del objeto el conjunto de caras se cruza perpendicularmente con el plano del cuadro y se unen en un orden. En la proyección en el sistema ortogonal, la proyección que se obtiene de cada una de sus caras será del mismo

tamaño sin sufrir una distorsión, debido a que su visión es frontal sin ninguna condicionante de altura visual.

El sistema ortogonal tiene una serie de vistas que se usan para representar una orientación distinta y un punto de observación específico, y desempeña un papel concreto en el desarrollo y comunicación de un proyecto (Ching & Juroszek, 2012).

A continuación, veremos en la **Tabla 1** como Ching y Juroszek establecen las vistas del sistema ortogonal.

Tabla 1

Planos de representación visual del sistema ortogonal

| Tipo de plano | Descripción |
|----------------------|--|
| Plano principal | Un plano principal es cualquiera del conjunto de planos del cuadro perpendiculares entre sí sobre los que se proyecta ortogonalmente la imagen de un objeto. |
| Plano horizontal | Es el principal plano del cuadro a nivel en que se proyecta ortogonalmente una planta. |
| Plano vertical | Es el principal plano frontal del cuadro en que se proyectan ortogonalmente un alzado o una visión anterior. |
| Plano lateral | Es el principal plano vertical del cuadro en que se proyecta ortogonalmente un alzado lateral. |
| Línea de tierra | Es la traza correspondiente a la intersección de dos planos del cuadro perpendiculares. |
| Traza | Es la recta que representa la intersección de dos planos. |
| Visiones principales | Las principales visiones ortogonales son la planta, el alzado y la sección. |
| Planta | Es una visión principal del objeto proyectado ortogonalmente en un plano horizontal del cuadro. El dibujo arquitectónico comprende tipos de plantas que representan diferentes proyecciones horizontales de un edificio o emplazamiento. |
| Alzado | Es una visión principal del objeto proyectado ortogonalmente en un plano vertical del cuadro. Una visión en alzado puede ser anterior, lateral y posterior, dependiendo de la localización del observador respecto al objeto o de la importancia relativa de las caras de este último. En el dibujo arquitectónico se designan los alzados con arreglo a su orientación o a una característica particular del emplazamiento. |

| | |
|---------|---|
| Sección | Es una proyección ortogonal que representa al objeto tal como aparecería cortado por un plano |
|---------|---|

Nota. Esta tabla se elaboró a partir de las descripciones de la representación de los tipos planos visuales del sistema ortogonal de (Ching & Juroszek, 2012, p.146)

3.4.3.2 Sistema axonométrico

Son un sistema de representación gráfica, que representa figuras geométricas o volúmenes y se basa en la proyección simultánea del objeto en tres planos de proyección perpendiculares entre sí. El sistema axonométrico se divide en tres subconjuntos de proyección, las cuales son: isometría, dimetría, y trimetría (**Ver Figura 18**).

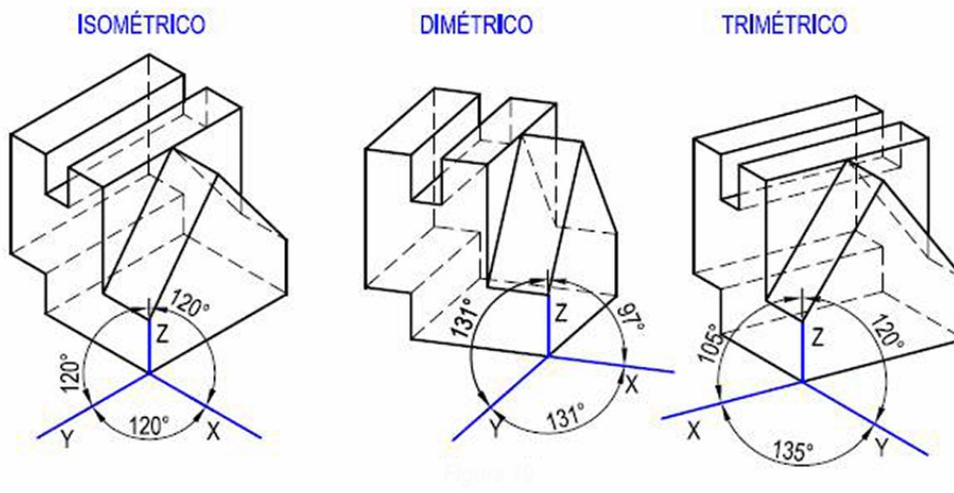
Isométrica. La proyección isométrica es una proyección ortogonal de un objeto tridimensional oblicuo respecto al plano del cuadro, de modo que los tres ejes principales forman con este; ángulos iguales y experimentan idénticas reducciones dimensionales. En la construcción de una proyección isométrica se aprecia que los tres ejes principales forman por pares un ángulo de 120°

Dimétrica. La proyección dimétrica es una proyección ortogonal de un objeto tridimensional oblicuo respecto al plano del cuadro, de modo que dos ejes principales se reducen por igual y el tercero tiene una longitud mayor o menor que estos.

Trimétrica. La proyección trimétrica es una proyección ortogonal de un objeto tridimensional oblicua respecto al plano del cuadro, de modo que los tres ejes principales experimentan diferentes reducciones dimensionales.

Figura 18

Representación de las proyecciones Isométrica, Dimétrica Trimétrica.



Nota. Tomado de *Dibujo técnico [Fotografía]* por, Ramón del Águila, 2022, (<http://dibujotecnico.ramondelaguila.com/axonometrico/trimetrica.htm>).CC BY 2.0

3.4.3.3 Perspectiva

La perspectiva es la que nos ayudará a darle a nuestros dibujos la representación de tridimensionalidad. “La perspectiva es un medio que permite crear la ilusión de un espacio tridimensional en una superficie bidimensional” (Brehm, 2016, p.12).

Como lo vimos en el apartado anterior, lo tridimensional es lo que nuestros ojos perciben y nuestro cerebro da por asentado, por eso se puede decir que la perspectiva es una ilusión matemática que fue desarrollada por el hombre, para representar lo visible en la naturaleza.

El poder mostrar nuestras propuestas con una coherencia tridimensional, es un factor clave del entendimiento que van a tener aquellos a quienes le tengamos que mostrar nuestras propuestas, debido a que aquí partiremos qué vistas serán las más convenientes.

Profundidad visual. La profundidad visual se puede entender en cómo vemos los objetos desde la distancia y estos tienen una relación espacial coherente, es decir, que los objetos que vemos más distantes parezcan los más alejados dentro del boceto y los que están más cerca parecen ser los más próximos a nosotros.

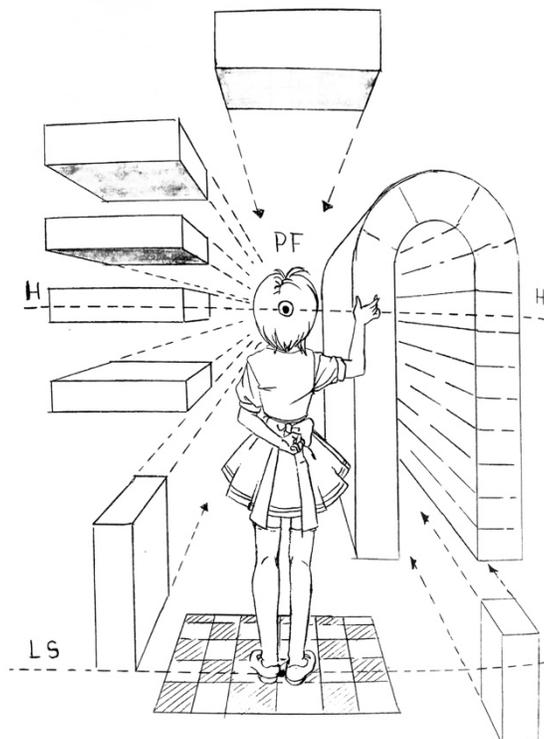
Líneas de convergencia Son líneas imaginarias que como su nombre lo menciona, convergen en la misma trayectoria hacia el punto de fuga, y su abertura está determinada por la extensión de la distancia del punto de fuga hacia la cercanía del ojo del espectador. Pueden utilizarse para definir el tamaño de todo lo que pase por su trayectoria. Para trazarlas se sitúa el punto de fuga, que es donde parte su convergencia y de ahí se trazan en cualquier dirección de forma paralela en el espacio que se requiera para situar los elementos del boceto.

Punto de fuga. Como lo mencionamos en el punto anterior, los puntos de fuga son los lugares precisos donde convergen las líneas que son paralelas en el espacio. Las líneas de convergencia pueden estar orientadas en el espacio de forma vertical, horizontal o inclinadas, pero las líneas si son paralelas entre si.

Línea de horizonte. La línea de horizonte es, como lo plantea, una línea imaginaria fundamental en toda representación de perspectiva, ya que es la línea donde se sitúan los puntos de fuga, y que localizando la línea de horizonte ayuda a determinar la ubicación de los puntos de fuga de todas las líneas paralelas que se puedan localizar en una imagen. Antes de dibujar debemos de determinar la altura del horizonte, ya que esta línea imaginaria se sitúa a la altura de nuestros ojos y ayuda a determinar como veremos los objetos que se sometan a la perspectiva. Estos primeros conceptos se ven de forma visual en la **Figura 19**.

Figura 19

Elementos básicos de la perspectiva



Nota. Adaptado de *Perspectiva* (p.10), por Esaú e Isaac Escorza, 2011, Dibujarte book.

Perspectiva con un punto de fuga. Se le llama perspectiva de un punto de fuga, perspectiva cónica o perspectiva paralela cuando solo consta de un punto de fuga, que por lo general se encuentra en centrado en la línea de horizonte, o ligeramente desviado de él.

Para comenzar a construir la perspectiva paralela de un cuerpo volumétrico: o sea que para su construcción real o ideal, se requiere que tengan las tres dimensiones (ancho, largo y alto) y estén compuestos por figuras geométricas, es necesario que una de sus caras se encuentre en paralelo con el espectador, es decir de frente, luego se traza el punto de horizonte a la altura requerida y como ya lo habíamos dicho antes, se coloca el punto de fuga en su centro o a su posible desviación a cualquiera de sus lados. Después comenzamos a trazar las líneas de convergencia en las direcciones deseadas y formamos un cubo o prisma rectangular. Se utiliza estas figuras como base porque a partir de estas se tenemos una estructura de referencia para comenzar a dar forma a nuestra figura deseada... por así decirlo comencemos a cincelarla. Esto aplica para los siguientes niveles de perspectiva.

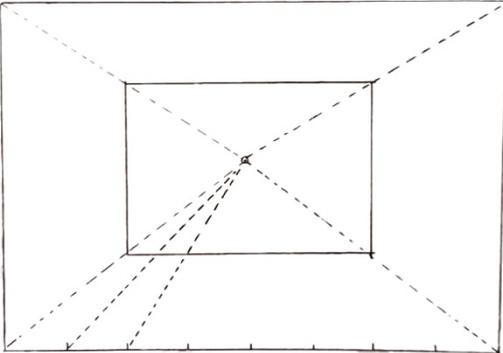
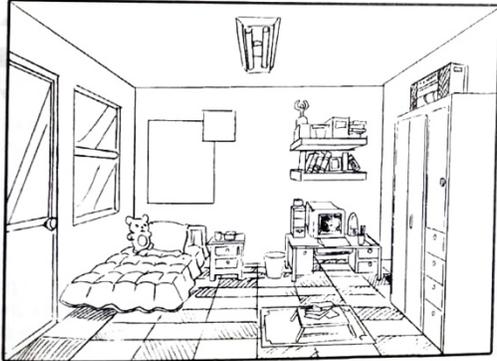
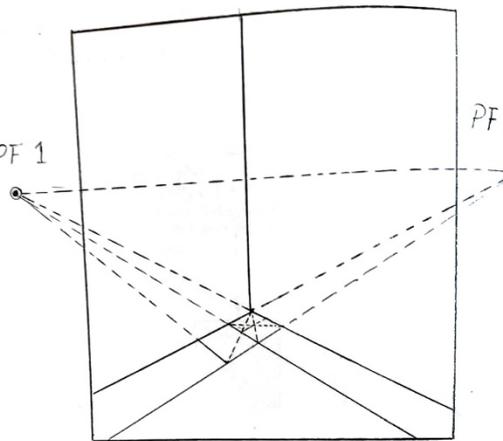
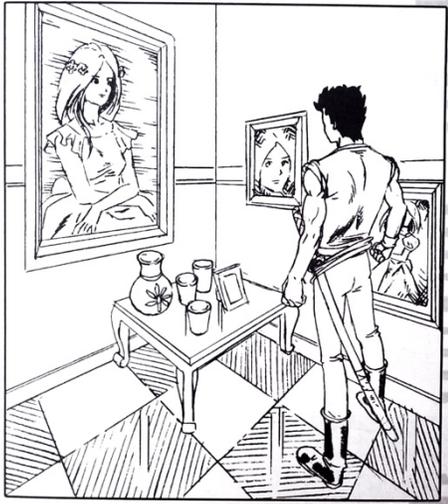
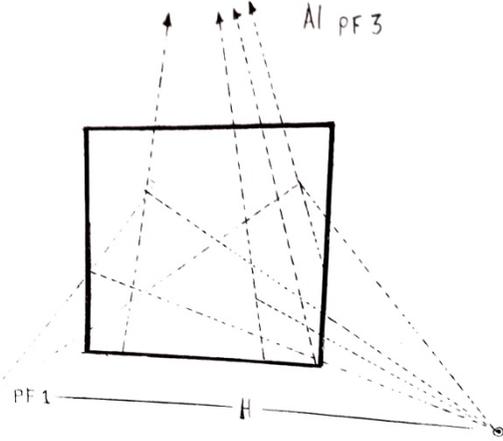
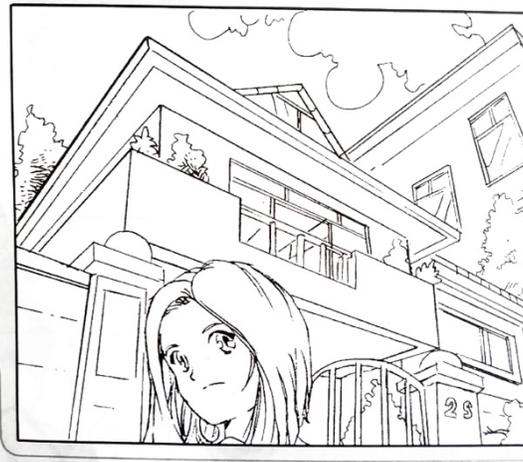
Perspectiva de dos puntos de fuga. Perspectiva con dos puntos de fuga o también llamada oblicua, es determinada así porque se ocupan dos puntos de fuga colocados en los extremos de la línea de horizonte, además de que el elemento a desarrollar partir en donde las líneas de convergencia se crucen de manera perpendicular oblicua formando ángulos no rectos. Algo que se recomienda al dibujar con dos puntos de fuga, es que estén lo más alejado entre ellos referente a la línea de horizonte, ya que mientras esté más cerca un punto del otro tiene como resultado la distorsión del elemento que se esté desarrollando.

La perspectiva oblicua es la más aplicada de entre las tres perspectivas con punto de fuga, debido a que es la que más puede aplicarse en diversos temas de representación, ya sea en dibujar una caja, edificios y propuestas más complejas como desarrollo de producto y elementos de maquinaria.

Perspectiva a tres puntos de fuga. La perspectiva a tres puntos de fuga se reserva para casos muy específicos: se usa cuando el objeto tiene mucha altura o cuando el punto de vista se sitúa viendo el objeto por debajo o de contrapicado. Conocida también como perspectiva aérea se puede definir como una perspectiva oblicua que se le añade un tercer punto de fuga, ya sea por encima o por debajo de la línea de horizonte. Suele usarse más para dibujo arquitectónico para resaltar algún edificio sobre de otros. Otros usos son también para reflejar cierta imponentia o dinamismo de algún objeto. A continuación, veremos de forma ilustrada el uso de los puntos de fuga en la Tabla 2.

Tabla 2

Aplicación de los diferentes tipos de puntos de fuga

| Tipo de punto de fuga | Maquetación | Resultado Final |
|-----------------------|---|---|
| 1 punto de fuga |  <p>Diagrama de un punto de fuga. Muestra un rectángulo central con líneas de fuga que convergen en un único punto central en la distancia. Las líneas de fuga se extienden desde los cuatro vértices del rectángulo hacia el punto central.</p> |  <p>Resultado Final: Una ilustración de una habitación interior (dormitorio) dibujada en perspectiva de un punto de fuga. El punto de fuga está situado en el centro de la pared frontal. Se ven una cama, una escritorio con una computadora, un estante y una puerta.</p> |
| 2 punto de fuga |  <p>Diagrama de dos puntos de fuga. Muestra un rectángulo central con líneas de fuga que convergen en dos puntos etiquetados como 'PF 1' y 'PF 2' situados a los lados. Las líneas de fuga se extienden desde los vértices del rectángulo hacia los puntos de fuga.</p> |  <p>Resultado Final: Una ilustración de un hombre musculoso de espaldas, mirando cuadros en una habitación. El punto de vista es desde un ángulo que crea una perspectiva de dos puntos de fuga. Se ven cuadros en la pared, una mesa con vasos y una silla.</p> |
| 3 puntos de fuga |  <p>Diagrama de tres puntos de fuga. Muestra un rectángulo central con líneas de fuga que convergen en tres puntos: 'PF 1' a la izquierda, 'PF 2' a la derecha y 'Al PF 3' en la parte superior. Una línea horizontal etiquetada como 'H' indica el horizonte. Las líneas de fuga se extienden desde los vértices del rectángulo hacia los puntos de fuga.</p> |  <p>Resultado Final: Una ilustración de un edificio exterior con una perspectiva de tres puntos de fuga. El punto de fuga superior 'Al PF 3' está muy alto, creando un efecto de inclinación. En primer plano se ve el rostro de una mujer mirando hacia el edificio.</p> |

Nota. Esta tabla muestra el uso de los puntos de fuga para poder realizar una ilustración. En las imágenes de la izquierda muestra la maquetación y distribución de los puntos de fuga de acuerdo a la imagen que se quiera realizar, en las imágenes de la derecha se muestra el resultado final de dicha maquetación que. Las imágenes utilizadas fueron del artículo de *Perspectiva* (p.26-27;38-39;64-65), por Esaú e Isaac Escorza, 2011, Dibujarte book

3.4.3.4 Encajado

El encajado, encaje, cajas direccionales o cualquier nombre con que se le conozca a este sistema de representación visual. Se puede decir que es uno de los más usado por los diseñadores industriales, dado que, es el sistema más versátil y libre de todos los enlistados de este estudio; además que, es el cual resalta más a los productos industriales en su representación visual.

Así mismo, este método considera la relación de la proporción equilibrada en cada uno de los elementos del objeto que estemos dibujando. Antes que nada, debemos de entender que es la proporción. “Proporción es la relación comparativa, exacta y armónica de una parte respecto a otra o al todo en lo que concierne a magnitud, cantidad y grado” (Ching & Juroszek, 2012, p.72). En otras palabras, es el cuidado que los elementos que componen al objeto tengan una relación visualmente equilibrada y coherente con respecto a su tamaño y forma.

Además de lo ya mencionado, (Ching & Juroszek, 2012) muestran algunos factores que se deben de tener en cuenta a la hora de calcular la proporción en nuestros dibujos.

- El tamaño aparente de un objeto recibe influencia del tamaño relativo de los objetos de su entorno.
- Abordar la configuración de los volúmenes supone considerar la proporción en las tres dimensiones.
- Para acordarse de las razones exactas, es conveniente formular las proporciones verbalmente.
- Debemos evitar que el formato del soporte de dibujo nos arrastre sin querer a desproporcionar las formas.

- Al dibujar formas complicadas, busquemos en el tema aquellas que, a semejanza del cuadrado, sean de fácil comprensión.

- Hasta los cambios de proporción más leves pueden afectar decisivamente a la identidad visual y la estética de una imagen. Los ilustradores se valen de la deformación intencional para crear personajes.

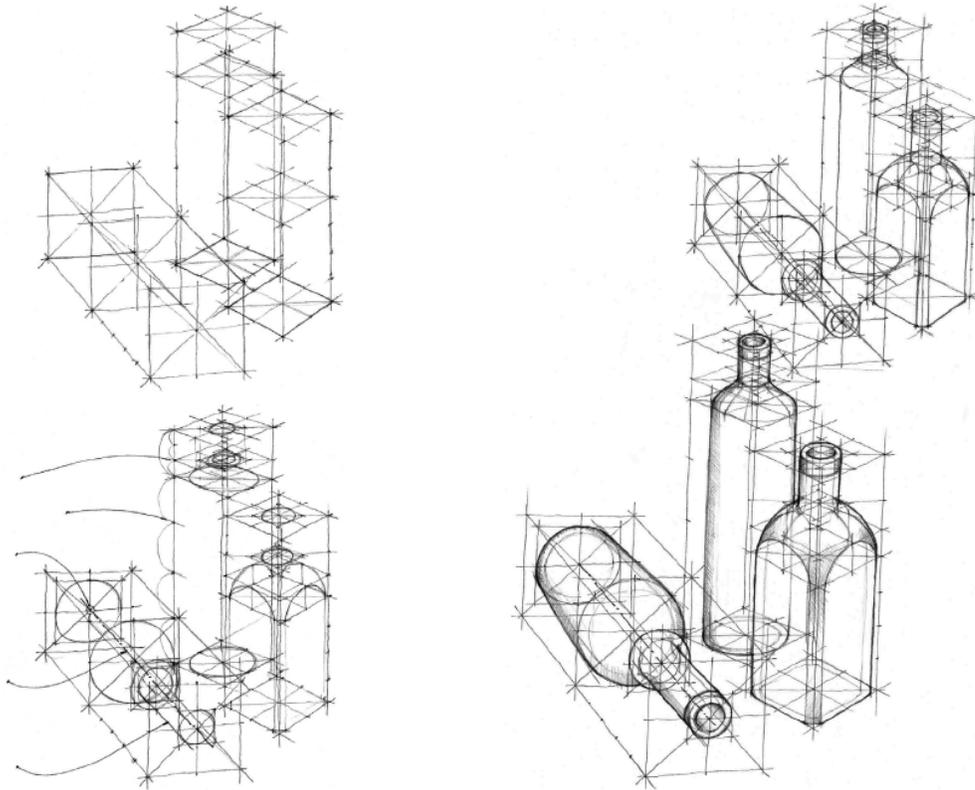
Después de tener en cuenta el uso de la proporción es hora de comenzar a simplificar el objeto que estemos diseñando en las formas geométricas que lo componen. Como en las otras formas de representación gráfica que hemos estado analizando; el descomponer en figuras geométricas lo que vayamos a diseñar, es la manera más sencilla de poder dibujarlo de una manera correcta y práctica.

El cubo es la unidad tridimensional base para poder dibujar objetos, ya que a partir del cubo podemos generar otras figuras geométricas elementales como el cilindro, cono, y la pirámide, además que podemos tener un mejor control de lo que estamos dibujando. De hecho, el cubo es la figura base para los elementos de encajado que veremos a continuación

Método de la caja. Como su nombre lo describe, este método consiste en trazar una caja que fungirá como el medio para calcular las proporciones del objeto que vayamos a dibujar, así como su tamaño y dimensión. Es conveniente usar líneas guía para poder tener en claro como vamos a ir proporcionando nuestro objeto, así como lo muestra **Figura 20**.

Figura 20

Proceso de Encajado

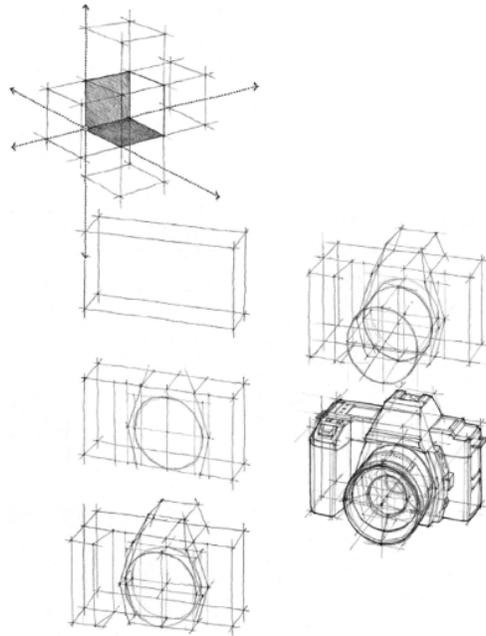


Nota. Tomado de *Arquitectura. Forma, espacio y orden* (p.68-69) por, Ching, Francis D. K, 2015, Gustavo Gili.

Método aditivo. Este método es fácil, se trata de añadir más formas a nuestra forma base, que por lo regular será una caja para poder expandir y/o definir su apariencia. La adición de formas se irá poniendo de acuerdo a la proporción de nuestra figura base y de este modo se irán componiendo de las formas necesarias para dar a entender lo que se está dibujando. Y como en el método de la caja, es necesario el uso de líneas guía para comenzar a limitar las zonas que abarcarán cada uno de los componentes de nuestro objeto y la proporción que ocuparán (**Ver Figura 21**). Por otra parte, también se debe de agregar líneas eje; estas líneas son las que nos permiten acoplar varios elementos sobre ellas, determinar posiciones, y de hacer extrusiones y sustracciones, ya sea de manera vertical, horizontal o transversal (mejor conocido como ejes X, Y, Z).

Figura 21

Método aditivo



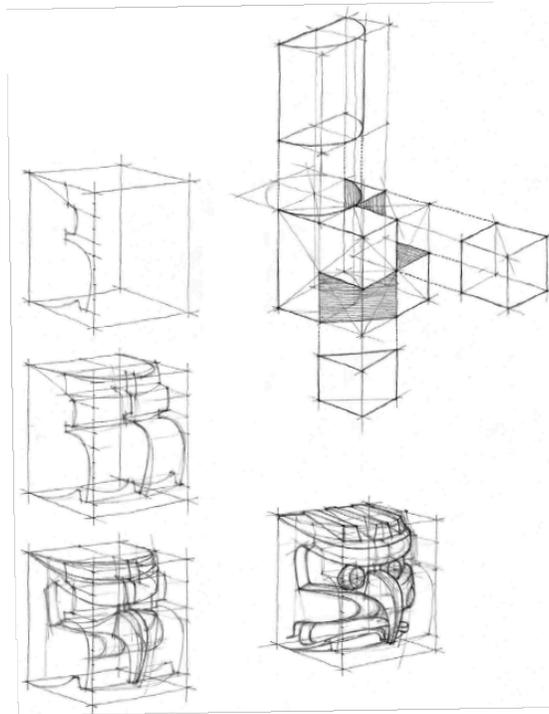
Nota. Tomado de *Arquitectura. Forma, espacio y orden* (p.85) por, Ching, Francis D. K, 2015, Gustavo Gili.

Método de sustracción. Este método es más difícil que el anterior, dado que en el proceso sustractivo consiste en retirar material para poder dar forma a lo que estamos dibujando. Este método tiene como referencia los procesos de escultura, y torneado.

De igual manera, que el método de adición, para aplicar el método sustractivo debemos de partir de una caja como nuestra base, solo que, a diferencia del método anterior, es que las líneas guía, además de que van casi las mismas funciones que en el método de adición, también servirán como limitantes del área a trabajar, y el resto de espacio de la caja será borrado, (**Ver Figura 22**)

Figura 22

Método sustractivo

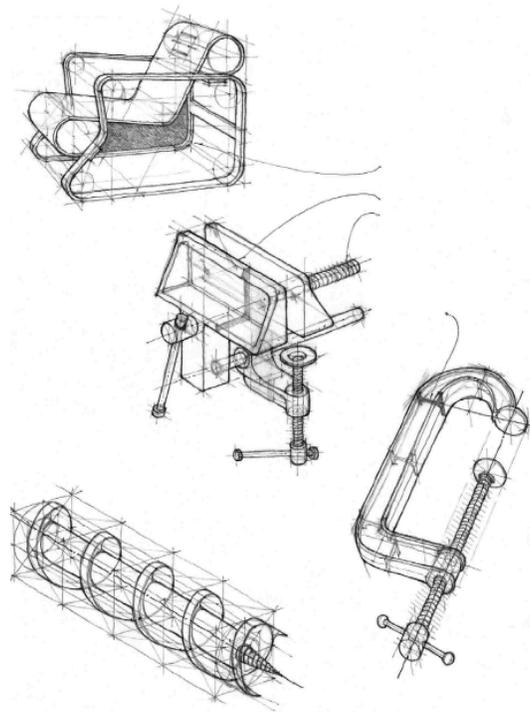


Nota. Tomado de *Arquitectura. Forma, espacio y orden* (p.86) por, Ching, Francis D. K, 2015, Gustavo Gili.

Método Mixto. Este método es la combinación de los dos métodos anteriores. El método mixto se usa cuando elaboramos formas complejas, debido a que se trabaja con ambos procesos constantemente, dando como referencia a un ceramista, que añade y sustrae los componentes de su obra. Podemos ver en la **Figura 23** como, el combinar lo visto anteriormente se pueden realizar formas más complejas

Figura 23

Método mixto



Nota. Tomado de *Arquitectura. Forma, espacio y orden* (p.87) por, Ching, Francis D. K, 2015, Gustavo Gili.

3.4.4 Luz y sombra enfocada al Dibujo

En esta sección se introduce el uso de la luz y sombra como un medio, que nos permitirá una interpretación visual de la orientación de los objetos en el espacio y la distribución de su volumen. Las sombras son utilizadas para dar apariencia de los componentes que forman nuestro dibujo tales como: la textura de los materiales, crear efectos dramáticos e incluso de ambientación.

En la vida real es la luz la que choca con el objeto y da origen a las sombras que en estos se forman; mas en cambio en el dibujo se tiene que dar una mayor relevancia a las

sombras por que son éstas las que definen la forma de los objetos que estemos dibujando. El sombreado de los dibujos es una de las técnicas más usadas al dibujar, pero a la vez es una de las que cuesta más trabajo aprender, debido a que el colocar sombras no se debe de hacer de una forma arbitraria, sino que debemos saber que hay reglas o fundamentos que rigen su correcta colocación dentro de los dibujos.

En esta sección estudiaremos las reglas fundamentales para el análisis de como la luz afecta la sombra que plasmaremos en nuestros dibujos: esto con el fin de acercar nuestros dibujos a como se verían en la realidad. “Cuanta más información tonal recoja la representación, más realista será” (Parramon, 2005, p.7).

3.4.4.1 Tono

Podemos definir el tono como el brillo de un color que percibimos. El tono será usado como el medio que refleja cómo se visualizará la luz y la sombra de un objeto. Por describirlo de una manera práctica se diría que, la sombra de un vidrio no puede ser igual de intensa que la sombra de una roca. Pasando este ejemplo con los colores se puede decir que la sombra de un tono azul no tendría una intensidad semejante a la de una sombra de color amarillo y de esta misma manera con los demás efectos de la luz.

Los tonos pueden clasificarse de claro a oscuro. Donde el blanco representa el tono más claro y el negro el más oscuro y esta va cambiando visualmente por el incremento o disminución de los porcentajes de la gama de grises.

Por otra parte, Andrew Lomis plantea que el tono tiene cuatro propiedades que influyen en el resultado de sus valores (Lomis, 1958).

La primera propiedad habla sobre intensidad de la luz conforme el contraste la sombra. En dicha propiedad Lomis menciona que cuando la luz es más intensa, la sombra contrastará de mayor manera y será más marcada dejando una transición del degradado muy escasa y una mayor área de iluminación. Al contrario, si la luz no es tan intensa, la sombra tendrá una mayor de cobertura y se notará más su transición de degradado.

La segunda propiedad habla de la relación de valor con los tonos adyacentes, esto podemos describirlo que dependiendo del tono que utilicemos, el valor de sombra y de luz apliquemos debe ser proporcional y lógico.

La tercera habla del tipo de luz que asignamos a nuestros dibujos, poder luz natural, artificial y en estad debemos proponer una representación diferente de como bocetamos nuestras propuestas. Además, habla de como la luz y la sombra deben de subir o bajar proporcionalmente con el tono.

La última propiedad dice acerca de la penumbra en cómo también se debe de considerar como parte del tono y cómo aplicar este pequeño detalle a nuestras propuestas, la representación puede cambiar en gran manera

3.4.4.2 Efectos de la luz

La luz es energía que ilumina el mundo y nos permite ver las formas tridimensionales en el espacio y lo que podemos apreciar de la luz son los efectos que esta produce y no la luz como tal. Hay cinco efectos de la luz que puede producir sobre un objeto, los cuales son: brillo, medio tono, sombra, luz reflejada o penumbra y sombra proyectada. Estos conceptos se desglosan en la **Tabla 3**; Adicionalmente veremos estos elementos de manera grafica a través de la

Figura 24.

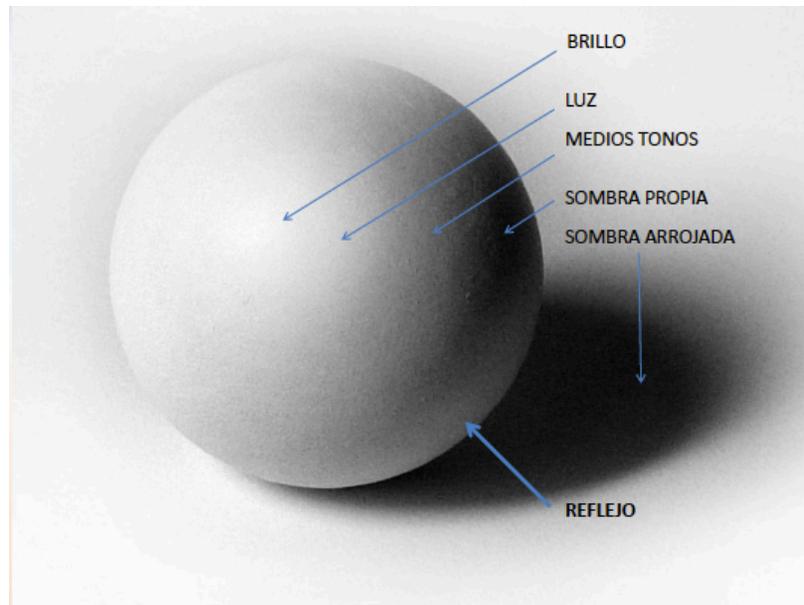
“Para aplicar correctamente los efectos de luz es preciso conocer la naturaleza de la luz, su relación en el espacio con los objetos que ilumina y el carácter tridimensional de las configuraciones” (Ching & Juroszek, 2012, p.52).

Tabla 3*Componentes de los efectos de la luz en un objeto*

| Efecto de la luz | Descripción |
|-------------------------|---|
| Brillo | Es el área que recibe la mayor cantidad de luz de la fuente de luz y por lo tanto es el área más brillante. |
| Medio tono | Es aquí donde se nota más el factor de degradado de un tono a otro debido a que el objeto ya no recibe la luz directamente y comienza a haber una lejanía entre la luz y el objeto. |
| Sombra | Se puede entender por sombra a los tonos oscuros aplicados en el objeto donde no están expuestos a una fuente de luz. |
| Luz reflejada | Es la luz proyectada de los pequeños rebotes de luz de nuestro factor lumínico a nuestro objeto. |
| Sombra proyectada | Se le llama sombra proyectada todos los tonos oscuros que refleja el objeto en una superficie donde no la fuente de luz es obstruida por el objeto mismo. |

Nota. Esta tabla se aborda los componentes de la luz que da tridimensionalidad a un objeto. (*Ching & Juroszek, 2012, p.52*)

Figura 24*Efectos de la luz (visualmente)*



Nota. Tomado de *Educación plástica y visual* [Fotografía] por, Ramón de Francisco, 2015, (https://pt.slideshare.net/ramondefrancisco/08-espacio-y-volumenluz-y-volumen?from_action=save).CC BY 2.0

3.4.4.3 Posiciones de la luz

El sol como nuestra fuente de luz principal ha sido la mayor fuente de estudio para entender el tema de la luz. Así mismo el sol al ser un astro en que esta en movimiento la iluminación tiene diferentes formas de manifestarse y cada una de ellas alteran la forma de como se va a representar el objeto; dándonos una gran variedad de sombras.

A continuación, veremos los efectos que producen los diferentes efectos de iluminación de la **Tabla 4**

Tabla 4

Elementos de los efectos de la iluminación en un objeto

| Efecto de iluminación | Descripción |
|-----------------------|---|
| Luz lateral | <p>Cuando la luz incide sobre el modelo lateralmente y desde un punto de vista algo elevado, aparecen agudos contrastes de claros y oscuros que revelan la forma y la textura del motivo, presentando una amplia gama de sombras que definen las zonas que rodean el objeto. Las partes iluminadas de los objetos quedan en el lado del que proviene la luz.</p> <p>La luz lateral provoca fuertes contrastes y proyecta sombras alargadas hacia el lado opuesto a la fuente de luz.</p> |
| Luz cenital | <p>Es la que incide completamente vertical sobre las formas. Proyecta sombras muy pequeñas justo bajo los objetos. Las zonas más claras y cálidas del motivo restringen los planos que están en ángulo recto con la luz.</p> <p>La luz cenital proyecta sombras muy pequeñas justo debajo de los objetos.</p> |
| Luz frontal | <p>La luz frontal llega al modelo desde la posición del observador, por lo cual, el primer plano es el más claro. Cuanto más alejado está el objeto, más se profundizan y enfrían sus tonos. En el modelo predominan los claros sobre las sombras, porque éstas se proyectan detrás de los objetos.</p> <p>La luz frontal brinda al artista la oportunidad de trabajar con una paleta más clara y alta de tono. Con luz frontal, la sombra proyectada queda oculta detrás de los objetos, no es visible y no existen sombras locales sobre los cuerpos.</p> |
| Contraluz: | <p>En el contraluz, el modelo recibe la luz desde su parte posterior y los planos visibles están en sombras. Los elementos del paisaje quedan reducidos a una serie de siluetas. En la escena, el cielo es la zona más brillante y cálida en la composición. El plano del suelo se aclara y su color se vuelve más cálido, conforme se acerca a la fuente de iluminación, en el horizonte.</p> <p>En el contraluz, el fondo del modelo está iluminado. Los planos visibles permanecen en sombra porque las sombras proyectadas avanzan hacia el espectador.</p> |

Nota. Esta tabla se aborda los componentes de la luz que da tridimensionalidad a un objeto. (*Ching & Juroszek, 2012, p.52*)

Estas posiciones de la luz son los más comunes para comenzar a estudiar cómo funciona la luz en los objetos. Mayormente se usa la luz lateral, debido a que es la que maneja un mayor margen de sombras en los objetos. Pero la luz puede manejarse en cualquier posición y ángulo en la que se quiera poner. Lo que realmente debemos de comenzar a

analizar es como los cuerpos reaccionan a la luz y como comienzan a formarse las sombras que los definen, es decir como se estructuran las sombras sobre ellos.

3.4.4.4 Las sombras definen la forma

Como ya hemos hablado a lo largo de esta sección. La luz provoca determinados fenómenos sobre los objetos. Tenemos primeramente que, la definición de sus límites por el efecto de contraste con el fondo, y por el otro lado se crea una interpretación visual de la tercera dimensión por el desarrollo del volumen de los objetos. Y por último la definición de la textura que le generaremos para su representación. "Solo los efectos de la luz y la sombra nos permiten saber como es un objeto, su calidad táctil y su volumen" (Parramon, 2005, p.25). Las sombras nos dan la capacidad de entender el volumen que se genera en un objeto y también de donde proviene el factor de luz.

Como ya sabemos, las sombras son los tonos oscuros que se marcan en el objeto por no recibir de manera directa la luz. Pero lo importante de las sombras en cuestiones de dibujo es el saber aplicarlas, ya que éstas son el factor más representativo acerca de la correcta interpretación del volumen por parte del proyectista. Además, que la correcta aplicación afecta en gran manera en como se vera percibido el objeto que estemos dibujando. La pregunta sería ¿Cómo saber que se esta interpretando de manera correcta la ubicación y aplicación de las sombras? La respuesta radica en que tanto podemos ver la tridimensionalidad de los objetos que estamos diseñando.

Uno de los mayores fallos a la hora de estar aplicando luces y sombras en nuestros dibujos, es el de olvidar que los objetos que estamos dibujando son objetos tridimensionales, **(Ver Figura 25)** a pesar de que los estamos realizando en un formato bidimensional y es por eso que varios artistas tienden a tratar lo que están dibujando de una manera plana. Por eso se debe de recordar que los objetos que dibujamos son solidos y debemos de considerarlos así.

(Capullo, 2008, p.24).

Primeramente, encontramos los planos que están en un ángulo paralelo a la fuente de luz; estos reciben su brillo, los siguientes planos forman los medios tonos, finalmente tenemos los planos de sombras, que cuyos planos debido a su ángulo de inclinación no pueden recibir directamente la luz del factor lumínico.

Figura 25

Ubicación de la luz y sombra; considerando la tridimensionalidad de los objetos



Nota. Tomado de *Sombras* (p.25) por, Greg Capullo 2008, Aprende a dibujar cómic.

3.4.4.5 Textura

Por lo que se refiere a texturas, se tiene por concepto el término de para describir la lisura y rugosidad relativas de una superficie, y también las cualidades superficiales que caracterizan a materiales conocidos como, por ejemplo, el corte de la piedra, la veta de la madera y la trama de un tejido. En el dibujo también podemos darles textura a nuestros dibujos para representar y/o proponer algún material en específico para su elaboración: a esto se le conoce como textura visual.

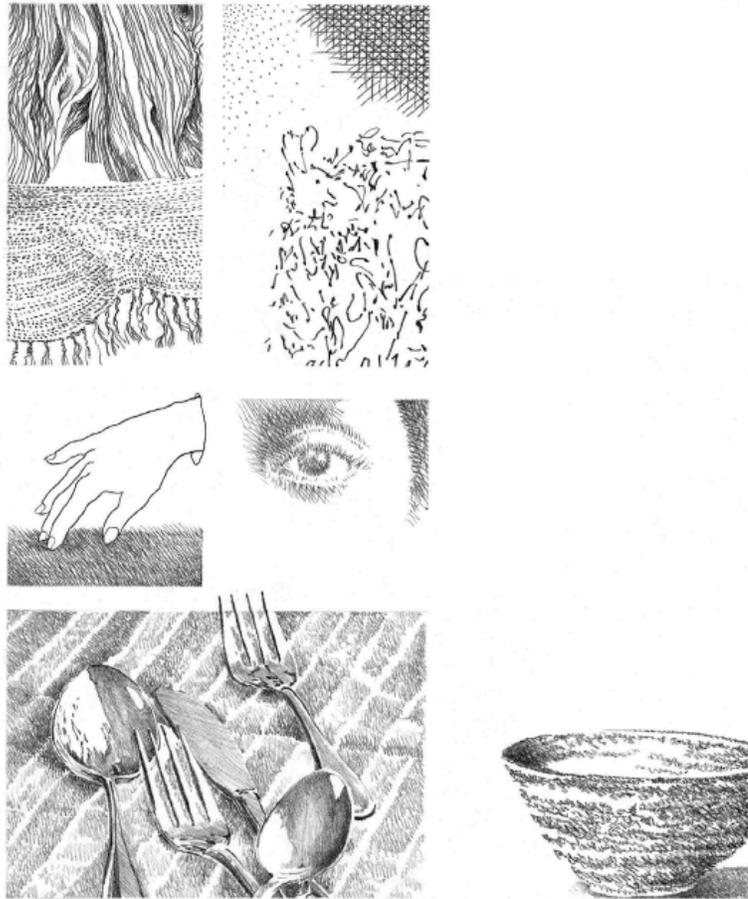
La textura visual es la representación de algún material natural o fabricado, capaz de sentirse o percibirse a través del dibujo **(Como lo muestra la**

Figura 26); dichas texturas pueden ser reales o ilusorias. Porque en el medio artístico contamos con una gran variedad de soportes para realizar dibujos. Por ejemplo: papel rugoso, liso, granulado, con cera, entre otros más, y del medio para realizar los dibujos: llámese lápiz de grafito, tintas, colores de madera, acuarelas, pinturas, etc. Sin embargo, el saber elegir qué tipo de papel, el material con que dibujar e incluso la técnica que va a realizar, depende del estilo e intención de cada diseñador. Como se puede notar, las texturas es un medio de representación visual muy importante, ya que, es el que acaba de definir la realidad visual de un dibujo.

Ahora bien, para su aplicación, el diseñador debe de tener un conocimiento apto de dibujo para poder dar una representación coherente de las texturas. Aunque esto suene un poco tedioso, el saber aplicar texturas en nuestros sketches finales, será un gran complemento para mostrar una comunicación visual clara y entendible.

Figura 26

Ilustración de diferentes texturas



Nota. Tomado de *Arquitectura. Forma, espacio y orden* (p.87) por, Ching, Francis D. K, 2015, Gustavo Gili.

3.4.5 Color

Así como los segmentos anteriores, el color también tiene fundamentos científicos y a partir de estos podemos teorizar, analizar y aplicar lo observado para el campo del diseño.

Primeramente, debemos conocer qué significa el color. “El color es una percepción subjetiva a partir del patrón de luz que alcanza nuestra retina, una interpretación de nuestro propio sistema visual” (Nieto, 2017, p.215). Además, como ya analizamos en las secciones anteriores el color tiene elementos básicos que lo componen en esencia, y a partir de estos elementos podemos observar qué características tiene el color y cómo aplicarlas, a la vez de ir que estudiaremos factores psicológicos que lo componen.

3.4.5.1 Teoría del color

La teoría de color se remonta con los antiguos griegos, quienes creían que los colores se originaban por la lucha de la luz contra la oscuridad. Aristóteles creía que el rojo estaba en medio de una línea, donde los colores más cálidos como el amarillo se acercaban al blanco; mientras colores más como el azul lo hacían al negro. Así fue como concibió la ordenación lineal de los colores, basada en la claridad u oscuridad de los colores puros, dicha teoría tuvo una duración de más de dos mil años, desde el siglo xi A.C. hasta el siglo xvii D.C.

A finales del siglo XVII, Isaac Newton, realizó un experimento utilizando un prisma de vidrio donde la luz del sol pasaba por él y el resultado fue el prisma descomponía la luz blanca en los siete colores del arcoíris, llamándolo espectro de colores. Diagramó estos siete colores en un círculo, en el orden en que aparecían en el espectro (colores espectrales), creando así la primera rueda del color, mejor conocido como el disco de Newton, con el disco de color Newton colaboro su experimento que la mezcla de los siete colores del arcoíris se generaba una luz blanca y el negro seria considerado como una ausencia de luz. Además, la importancia que tuvo el círculo de color es que gracias a él se comenzó a visualizar los colores de una manera que se relacionaban entre ellos, y no solo por la claridad y oscuridad, también que los colores con mayor contraste ocupaban lugares opuestos en el círculo. En el año de 1704, Newton publicó los resultados de su estudio teórico del color, dicha publicación tuvo revuelos y controversias, ya que contradecían el concepto lineal de Aristóteles, a pesar de que el estudio de newton fuera duramente criticado, al final pudo prevalecer y ser aceptada.

Después de este aporte científico, muchos pintores comenzaron a adoptar este modo de ver los colores en sus obras y a la par se fueron desarrollando más teorías y nuevas formas de ver el color y aplicarlas en el arte y la ciencia.

Aunque la teoría de Aristóteles haya sido relegada como el fundamento principal de la teoría del color no quiere decir que sus ideas hayan sido rechazadas, de hecho, con la teoría de Aristóteles podemos tener una mayor gama de colores utilizando el negro y blanco para su mezcla.

El color tiene muchísimos factores que lo componen, y en presente estudio se presentaran los que personalmente considero fundamentales para comprender el color.

3.4.5.2 Lenguaje del color

El comenzar a utilizar el vocabulario del color será de gran utilidad para distinguir un elemento de otro dentro del círculo de color. De esta manera se nos hará más fácil el saber mezclar los colores entre ellos y también en que color es el más idóneo para acompañar y/o combinar con el color principal que usemos en los sketches de diseño que realicemos.

3.4.5.3 Colores Primarios, secundarios y terciarios

Lo primero que se debe de saber acerca del color es que, estos se clasifican por tres grupos de colores llamados: primarios, secundarios y terciarios. Estos grupos nos permiten representar la mezcla de los colores. En primer lugar, se encuentran el grupo de colores primarios, los cuales se componen por los colores amarillo, rojo y azul. Estos tres colores son los esenciales del círculo de color o círculo cromático, debido a que, estos colores no se pueden obtener mezclando ningún otro color, además que, teóricamente, de la combinación de estos tres colores se pueden obtener el resto de colores de los dos grupos restantes.

Aunque, un hecho interesante que da la autora Betty Edwards, es que, en la practica, las limitaciones químicas a la hora de concebir estos colores puramente como en su espectro

de luz, y esto hace que los colores primarios no sean verdaderos colores puros, ocasionando una limitante en las mezclas, por lo cual han surgido varios grupos de colores primarios. Uno de ellos son los colores primarios para imprenta que serian: el cian, amarillo y magenta; estos colores se asemejan más a la percepción visual del ojo humano. También tenemos los colores primarios de la luz artificial que serian: el verde, rojo y azul, llamados también colores aditivos o mejor conocido como modelo RGB; dichos colores son usados con una carga de electrones para generar lo que se conoce como pixeles, capaces de generar una amplia gama de colores para imágenes digitales y video (Edwards, 2006).

Sin embargo, para fines de conocimiento del color general, se tomará los colores primarios del espectro como los ideales.

Después contamos con los tres colores secundarios, dichos colores son la mezcla de los colores primarios en modo de pares y con una proporción igual entre cada par: el naranja procede del rojo y el amarillo, el verde del azul y el amarillo, y el violeta del rojo y azul. De la misma forma tenemos los seis colores terciarios que se obtienen mezclando un color secundario con un color primario. Los colores terciarios son los que proporcionan mayores contrastes en el círculo de color.

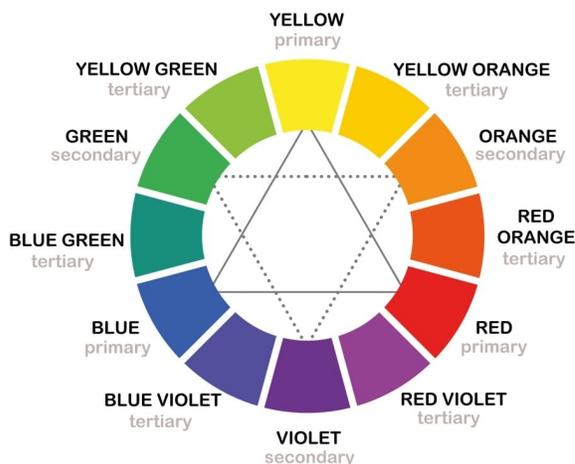
Estos doce colores conforman el círculo cromático moderno; donde los primarios se ubican en forma de un triangulo equilátero imaginario incrustado dentro del círculo cromático²²; los secundarios están ubicados en forma triangulo equilátero invertido y los terciarios están dentro del color primario y secundario usados para su creación (**Ver**

Figura 27).

²² Representación grafica y organizada de los colore primarios, secundarios y complementarios, en el que se pueden diferenciar sus tonos y matices.

Figura 27

Círculo cromático con colores primarios, secundarios y terciarios



Nota. Tomado de *Círculo Cromático: Todo lo que necesitas saber* [Fotografía] por, la nueva Europa, 2022, (<https://lanuevaeuropa.com/circulocírculo-cromatico/>).CC BY 2.0

3.4.5.4 Colores análogos y complementarios

Ahora veamos que son los colores análogos y los complementarios. Los colores análogos son los que están contiguos en la rueda de color, por ejemplo: el amarillo, el amarillo naranja y el naranja; siguiendo el ejemplo anterior, el azul, el azul violeta y el violeta son análogos, y así sucesivamente siempre y cuando se hagan por bloques de tres, cuatro o máximo cinco bloques de color, dado que, la onda de luz de un sexto color sería contraria a la onda del primer color dentro del bloque de colores análogos, anulando la secuencia de continuidad.

De lo anteriormente dicho, se puede deducir que esta categoría de colores es donde se puede ver una armonía natural, ya que las ondas de luz son similares.

Por otra parte, los colores complementarios son aquellos pares de color que se encuentran opuestos entre si en la rueda de color. Para poder entender el porque es así se debe de saber como se usa el termino complementario.

“El significado de la palabra complemento es que completa o que perfecciona. En color, los colores complementarios completan y perfeccionan el papel fundamental de los colores primarios como los progenitores teóricos de todos los demás” (Edwards, 2006, p.25).

Dicho de otra forma, lo podemos ejemplificar de la siguiente manera

- El amarillo y su complementario, el violeta (hecho con rojo y azul), completan el trío primario: amarillo, rojo y azul.
- El rojo y su complementario, el verde (hecho con amarillo y azul), completan los tres primarios.
- El azul y su complementario, el naranja (hecho con amarillo y rojo), completan los primarios.

Figura 28

Ejemplo de colores análogos y complementarios



Nota. Tomado de *Teoría del color* [Fotografía] por, GCF global 2022, (<https://edu.gcfglobal.org/es/conceptos-basicos-de-diseno-grafico/teoria-del-color/1/>).CC BY 2.0

3.4.6 Atributos de color

Para entender el color que percibimos se debe de aprender los atributos que identifican a dicho color.

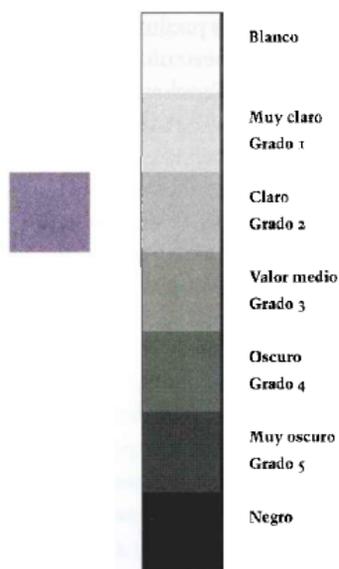
Nombre del color. Antes que cualquier otra cosa se debe empezar por identificar el color que vamos a usar. La identificación del color se rige por el círculo de color de 12 colores que vimos en la sección anterior.

Valor. El valor del color se determina por los porcentajes de negro y blanco que se adhieren al tono. Un tono debe de tener una saturación considerable si se quiere conservar la máxima intensidad que este puede tener, ya que la manipulación de los valores consiste en aplicar porcentajes de blanco y negro para obtener el valor deseado. Aunque no significa que no funciona si el tono no es tan saturado, la cuestión es que valor deseamos producir.

La adición de blanco produce tonos claros, mientras que la de negro produce tonos oscuros, pero no nos confundamos no son tonos grisáceos.

Figura 29

Escala del valor conforme al color base



Nota. Tomado de *El color. Un método para dominar el arte de combinar colores* (p.29) por, Betty Edwards, 2006, Urano.

Intensidad. El factor de intensidad puede verse como el grado de vividez de un color. El color se sitúa dentro de una escala que nos marca la intensidad donde, el grado más alto de la escala es la vividez y el grado más bajo es un tono apagado, meramente un tono grisáceo. Para poder manipular la intensidad de un color es cuestión de elegir un tono y aplicarle el porcentaje de gris elegido. Teóricamente para alterar la intensidad de un valor; se aplica un tono más claro de la misma gama de color con una pequeña mezcla de blanco, y para sustraer la intensidad es cuestión de aplicar un valor de gris.

Cabe mencionar que, en el medio digital es más fácil manipular el valor de la intensidad, dado que se pre visualiza antes de ejecutarlo, pero en la practica con colores reales se debe de determinar muy bien el valor que utilizaremos, debido a que es fácil disminuir su intensidad, sin embargo, el aumentarla requiere de más esfuerzo, llegando incluso a perder el tono deseado.

Figura 30

Escala de intensidad conforme al color base



Nota. Tomado de *El color. Un método para dominar el arte de combinar colores* (p.29) por, Betty Edwards, 2006, Urano.

3.4.6.1 Armonía del color

Es conocido que, la armonía en el color se define en la disposición agradable de colores. Sin embargo, como todo lo que hemos visto en este apartado del color, la base teórica dista de la práctica.

Betty Edwards, en su libro del color, da un contexto histórico acerca del científico y poeta Johan Goethe y búsqueda de reglas de la armonía del color, y como estas no deben tomarse como limitantes de la creatividad. Después sigue abordando el tema al decir que varios escritores y autores postulan teorías sobre la armonía del color, usando con mayor referencia el círculo del color y todas sus combinaciones para seleccionar colores armónicos; recomendado el uso por ejemplo de los colores análogos, complementarios, el uso de las combinaciones de tríadas (que son tres colores equidistantes en el círculo de color) o en tétradas (colores de cuatro puntos del círculo de color). Estas teorías son las más conocidas, por lo tanto, las más usadas para asignar colores que sean armoniosos entre ellos. Estas combinaciones funcionan y lo seguirán haciendo; esto se debe a un factor de percepción estética en nuestro subconsciente, aun siendo que contemos o no con nociones acerca de la armonía del color, solo estamos conscientes que algunas combinaciones de color nos son agradables y nos produce un gusto grande al verlas, dicho fenómeno se le conoce como reacción estética. Siguiendo las ideas de Goethe a través del libro de Edwards, acerca de como la reacción del placer de ciertas armonías de color se derivan de un fenómeno llamado "imágenes residuales" que sugieren que el cerebro busca un equilibrio entre los tres atributos del color.

"Una imagen residual es la aparición, fantasmal pero luminosa, del color complementario después de mirar fija y detenidamente un color y luego desviar la vista hacia una superficie no coloreada" (Edwards, 2006, p. 86).

Goethe atribuyó este fenómeno a que un solo color, después de estarlo observando por un determinado lapso de tiempo ejerce un cierto tipo de violencia en el ojo y este se ve creado

a crear un color contrario. Una teoría sobre los márgenes residuales dice, que miraran único color por determinado tiempo, fatiga a los receptores de color de los ojos, por lo cual estos receptores buscan restablecer el equilibrio visual agregando un color complementario.

Podemos ver que, el factor de buscar una armonía de los colores recae en buscar un equilibrio del color; a través de los atributos de este ultimo.

3.4.6.2 Significados del color

A lo largo de la historia, las culturas que han vivido antes que la nuestra, han dotado a los colores de significados por las emociones que estos les transmitían. Un hecho interesante es que, investigadores han demostrado que a lo largo del tiempo las culturas han asignado significados parecidos a los mismos grupos de colores, dando a entender que hay una relación universal del color con la estructura del cerebro humano; misma que hay con el lenguaje y el cerebro (Edwards, 2006)

A continuación, expondremos los significados generales de algunos de los colores más conocidos en la mayor parte de la cultura del mundo. Dichos significados se obtuvieron del libro de Betty Edwards Es importante aclarar que estos valores son utilizados en los colores en su estado base o puros, ya que una vez afectados por un cambio de intensidad o modificación de valor, también su significado cognitivo es alterado.

Azul: El color frío por excelencia, representa la calma, la serenidad y reposo. A pesar de que el azul puede referirse como el color visual más antiguo y más visto por el hombre (debido al cielo y los mares), su nombramiento fue uno de los últimos en suceder, dado para los primeros escritores el azul era un color etéreo e insustancial, lo percibían como algo irreal a diferencia de los otros colores.

El azul evoca el vacío a enormes distancias, como en algo que desaparece a lo lejos, representa lo sereno y puro; al conocimiento y la sabiduría. En sus tonalidades más oscuras, el azul representa la autoridad, en el significado simbólico, el azul significa éxito. Tanto la Ford

Motor Company, como IBM, adoptaron el azul como su color distintivo. En sus tonos más claros, el azul significa felicidad y fidelidad.

Sin embargo, tal como otros colores, el azul es ambiguo y misterioso. El azul connota cavilación, tristeza y melancolía.

Rojo: De todos los colores, el mayor acuerdo se da en el significado simbólico del rojo. Los investigadores nos dicen que el rojo se relaciona con la virilidad, el estímulo, el peligro y la excitación sexual. El rojo es el color de la sangre, del fuego, de la pasión y la agresividad, el color más violento y estimulante. Es el color de la guerra y el peligro. En otras culturas se hace referencia como color funerario: en Estados Unidos se relaciona entre otras cosas, amor, acción, dinamismo y poder (piensa en el día de San Valentín y la bandera con las franjas rojas que se han convertido en símbolo de resistencia y valor).

Amarillo: El amarillo es uno de los colores más ambiguos. Es el color de la luz del sol, del oro y la felicidad, optimismo, amabilidad, el intelecto y la ilustración. El color amarillo evoca al apetito, por lo cual, empresas de comida rápida, y algunos restaurantes lo utilizan para generar a sus clientes a comer rápido para dejar sitio para el consumo de nuevos clientes.

Más no obstante el amarillo puede ser también es el color de la envidia, la deshonra, el engaño, la traición y la cobardía. De hecho, se combina con el negro se consigue un gran contraste visual, denotando un significado de alerta y alejamiento.

Verde: Es el color de la naturaleza, vegetación y frescura. Entre los expertos en color hay acuerdo general en que el verde es el color del equilibrio y la armonía, y simboliza la primavera y, la esperanza y la alegría. En el ámbito de las religiones, el verde denota nueva vida y veneración.

Curiosamente, en vista de su connotación generalmente positiva de salud y desarrollo, el verde también puede simbolizar la enfermedad. Es también el color de la envidia y los celos, sobre todo en sus mezclas menos populares, como el amarillo-verde intenso y el verde olivo.

Blanco: Es la combinación de todos los colores del espectro del arcoíris. En la cultura occidental, por ejemplo, el blanco simboliza la inocencia y la pureza (piensa en el traje de novia o en la ropa del bebé para el bautismo), pero en muchas otras culturas (china, japonesa y en muchas naciones africanas), el blanco representa el color de la muerte. Los chinos llevan ropa blanca en los funerales, para honrar la pureza del alma del difunto.

Negro: En el mundo occidental, el negro connota muerte, luto y mal, y un uso pródigo del negro tiene matices negativos como el color del mal presagio, el infierno y la condenación. Pero en el antiguo Egipto, el negro (el color de la tierra del delta del Nilo) significaba vida, crecimiento, progreso y bienestar. El negro siempre se ha relacionado con la noche (ausencia de luz) y, por este motivo, también se asocia con lo desconocido, el misterio y la intriga. Tal vez esa asociación explica la preferencia por el «negro básico» en el lenguaje elegante de la moda.

Naranja: Dicho color combina características de sus colores componentes, expresa dinamismo, juventud, alegría y diversión; se relaciona con el calor y el fuego, pero sin los intensos sentimientos atribuidos al rojo.

El naranja es color muy visible por lo que lo hace ideal para su uso en señalamientos que incluso pueden ser vistos en la oscuridad y niebla, también es muy usado en el sector infantil, para fijar la atención de los niños. Algunos significados controversiales que se le pueden adjudicar al naranja serian: falta de seriedad o travesura.

Violeta: El púrpura o morado es un color oscuro, el más cercano en valor al negro; es un color relacionado con el duelo por la muerte de seres queridos. En las culturas antiguas, era muy difícil y caro producir el tinte púrpura, por lo tanto, el “púrpura real” rápidamente comenzó a simbolizar a la clase gobernante, a la dignidad y el poder.

Podemos ver que cada color se le ha asignado un significado a través de diferentes medios, ya sean culturales, históricos y psicológicos. No obstante, hay que señalar que entre los expertos en color no hay ninguna regla rígida sobre los significados del color. Porque, si

bien en general están de acuerdo con los significados generales hay factores que inician desacuerdos con los significados más concretos, tales como que hay connotaciones positivas y negativas que no permiten realizar una investigación científica y concreta de ellos. Más aun, para nosotros los diseñadores los colores son importantes, ya que son una medio que podemos usar para dar un mensaje cognitivo y emocional a nuestros diseños.

“El color está reconocido como un poderoso factor emocional en la vida de la mayoría de las personas normales. No cabe duda de que los aspectos psicológicos y emocionales del color ejercen el mayor atractivo popular” (Edwards, 2006, p.172)

3.4.7 Boceto

El boceto es la manera grafica como representamos la idea que hemos concebido; es en donde se manifiesta todo lo visto en los puntos anteriores, ya sea de manera sencilla o algo mas laborioso. (Henry, 2012), hace referencia a que los boceto amplifican la imaginación del diseñador y ayudan a ejercitar la memoria activa y las ideas no sean olvidadas al instante de ser concebidas.

3.4.7.1 Tipos de boceto

El boceto no tiene una clasificación definida, pero si hay circunstancias donde los diseñadores eligen que tanto grado de detalle usan en sus bocetos, por lo cual lo dividiremos basándonos en lo planteado por (Aguirre, 2018).

Boceto codificado. Es el boceto primordial el que sirve para mostrar la idea de forma rápida y sencilla; por lo general se compone de siluetas y no se enfoca al realismo, es utilizado entre diseñadores para explicar conceptos y las características del diseño.

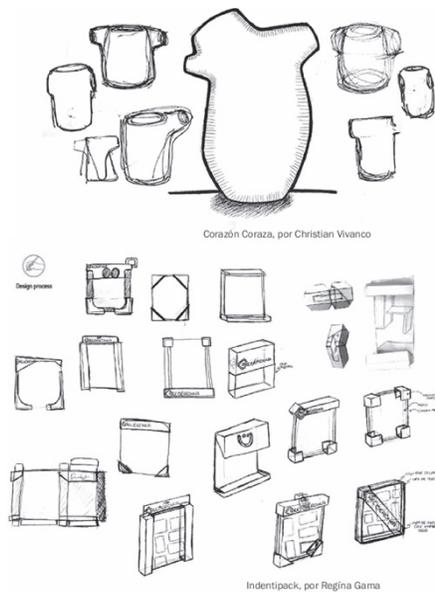
“Un buen boceto rápido transmite suficiente información para ser interpretado sin dejar demasiado a la imaginación de los espectadores (incluido el diseñador)” (Henry, 2012, p.43). uno de los objetivos que cumple el boceto codificado es mostrar múltiples propuestas de la

misma idea para así poder examinarlas rápidamente antes de que desaparezcan. Estas ideas deben ser evaluadas, adaptadas, acumuladas y finalmente aceptadas o descartadas para que el proceso avance de manera fluida y eficaz.

Para este tipo de bocetos las vistas recomendadas a usar son la frontal y lateral además de ir con textos informativos, estos textos pueden ser ideas, recomendaciones de materiales entre otras para que el producto se pueda entender sin que se distorsione y se de una idea diferente.

Figura 31

Boceto de Corazón Coraza por Christian Vivanco

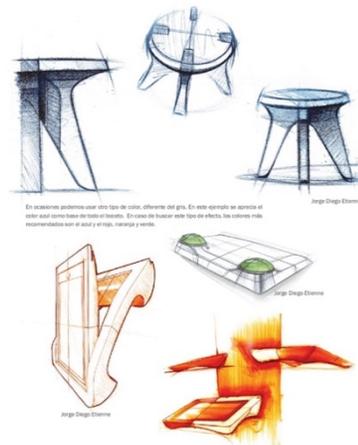


Nota. Tomado de *Diseño lindo y querido* (p.78) por, Raúl Daniel Flores Aguirre, 2018, México Icónico.

Bocetos de sombras. El boceto de sombras comienza a definir la volumetría de las cosas, es decir agregar luces y sombras para resaltar secciones del producto. (Aguirre, 2018) dice que este es el boceto mas recomendado para el diseñador industrial, debido a que acelera el proceso de ideas y análisis volumétrico. En este modo, solo se usan colores base, controlando la saturación e intensidad del color base, por otro lado, dependiendo de cada diseñador se puede usar color azul o pluma. Además, en la parte de anotación se usa ya elementos de base técnica como por ejemplo cotas, ya sea longitudinales o de ángulo; así como indicaciones de procedimientos.

Por otra parte, las vistas que se utilizan para la representación de estos bocetos son vistas tridimensionales, ya sea encajados o perspectivas dado que de esta manera se refleja mejor la tridimensionalidad del objeto.

Figura 32 Boceto con sombras



Nota. Tomado de *Diseño lindo y querido* (p.87) por, Raúl Daniel Flores Aguirre, 2018, México Icónico.

bocetos de sombras avanzados. Los bocetos de sombra avanzados o detallado, son aquellos que se valen del uso de muchos tonos de color, lo que permite un mayor grado de

representación. Estos bocetos son utilizados como foco de atención del producto y apreciar su factor estético.

Figura 33

Bocetos de sombra avanzados



Nota. Tomado de *Diseño lindo y querido* (p.94) por, Raúl Daniel Flores Aguirre, 2018, México Icónico.

Dibujo realista. En esta fase los bocetos ya son considerados como dibujos acabados y prácticamente están a la par de un dibujo realista con detalles y acabados texturizados, cabe aclarar que para llegar a este nivel se requiere de mucha practica por parte del diseñador.

Figura 34

Imagen de un dibujo realista



Nota. Tomado de *Diseño lindo y querido* (p.94) por, Raúl Daniel Flores Aguirre, 2018, México Icónico.

3.5 Fundamentos del Dibujo Técnico

En estos momentos es necesario tratar el aspecto del dibujo técnico, para poder así comprender su importancia dentro del diseño industrial.

El dibujo técnico forma una parte muy importante dentro del proceso de diseño, ya que es el medio que nos permite mostrar la información técnica de lo que estemos diseñando.

Dicha información se manifiesta por planos; que contienen las especificaciones gráficas bidimensionales de nuestro producto, algunas por ejemplo son: las vistas, cortes, secciones, detalles a escala, etc.

A pesar de que el dibujo en general consiste en representar y dar información: la diferencia con la representación gráfica por medio del dibujo artístico, es que el dibujo técnico no se basa en la estética para transmitir información, más bien se basa en transmitir ideas de una manera exacta y precisa por medios de representación que se rigen por normas que se caracterizan por ser universales sin importar idiomas y lenguajes, y que den lugar a errores de interpretación.

“El dibujo técnico es el medio de expresión indispensable y universal de todos los técnicos. Él hace posible transmitir a todos los servicios de producción la concepción técnica y los condicionantes de fabricación que lleva implícitos. Es por ello que este lenguaje convencional está sujeto a unas reglas definidas por la normalización que evitan todo error de interpretación” (Chevalier, 2016, p.6).

3.5.1 Principios del Dibujo Técnico

Tomando como base lo que ya se describió primeramente sobre el dibujo técnico, sabemos que este tiene una serie de reglas básicas que debemos de abordar para poder saber cuales son los principales componentes de un dibujo técnico para su representación gráfica

3.5.1.1 Clasificación de los Dibujos Técnicos

En el dibujo técnico existen diferentes clasificaciones normalizadas, destacando la norma ISO 10209-1: 1992 (UNE 1166-1: 1996). Pero no existe una clasificación universal de los diferentes tipos de dibujos técnicos.

No obstante, observaremos y usaremos la sintaxis de la clasificación de las propuestas de (Company, Vergara, & Mondragón, 2007) presentadas a partir en DIN 199.

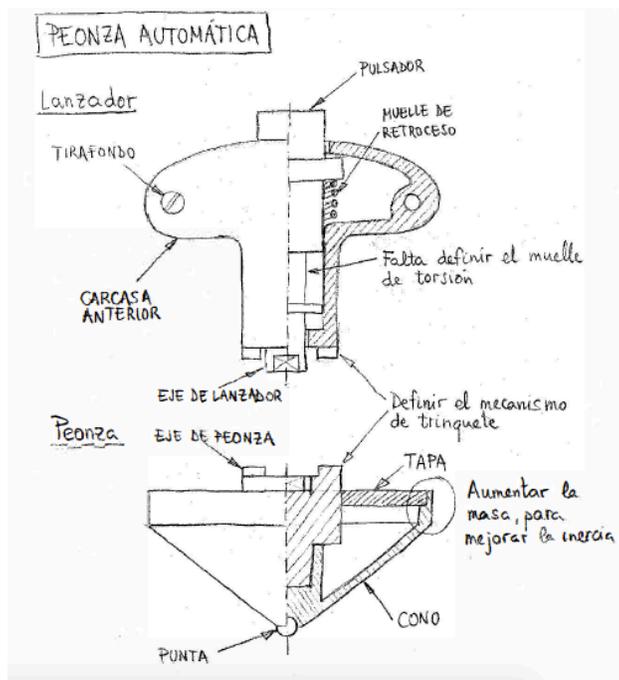
Por Clase de Representación. Se basa en que grado representamos un dibujo, si es de manera sencilla, sin tantas especificaciones y solo queremos mostrar la idea primaria, podremos representarla por medio de boceto, por el contrario, cuando el dibujo contiene especificaciones concretas y completas, denominamos a nuestra representación como un plano.

En los bocetos de dibujo técnico deben de ir en relación en mostrar aspectos del dibujo, ya sea fijar la atención en las características importantes, y que no provoque confusiones o engaños, la vez que debe de ir acompañado por explicaciones y aclaraciones del diseñado **(Ver Figura 35).**

Por otro lado, el plano debe contener la información completa sobre el objeto o proceso representado sin explicaciones complementarias.

Figura 35

Boceto preliminar de un juguete (Peonza automática) con indicaciones sobre los aspectos que necesitan una mayor definición



Nota. Tomado de *Dibujo Industrial* (p.29) por, Company, Pedro; Vergara, Margarita; Mondragón, Salvador, 2007, Universidad Jaime I.

Por Procedimiento de Confección. Este procedimiento hace las distinciones entre el método de trazado y el instrumento de trazado. Según el método de trazado, se distingue entre dibujos croquizados o delineados. En los dibujos croquizados, las dimensiones se realizan usando cotas para representar visualmente las medidas del elemento para su elaboración, mientras que en los delineados se realizan todas las construcciones geométricas necesarias para que la figura dibujada conserve todas aquellas propiedades métricas del modelo y se aprecie que tipo de medidas se tienen que realizar para su elaboración, ya sea medir distancias, radios, diámetros etc.

El instrumento de trazado básicamente es la herramienta con que se trazó la figura, es decir si se hizo con lápiz, tinta o un programa de ordenador, las cualidades que posee cada instrumento como: la corrección que permite el trazo a lápiz, la calidad que permite la tinta, pero cabe mencionar que la mejor opción es el ordenador, porque posee ambas cualidades con un grado mayor y además que sus datos pueden ser respaldados y transferidos en varios formatos y a un sinfín de dispositivos para usos en particular.

Por Contenido. Para clasificar los dibujos por su contenido, se distingue entre forma y función. En el aspecto de la forma se describe en su forma física, mostrando los componentes y las formas geométricas que integran la figura. Por otro lado, al hablar de función es enfocarse en el proceso que realiza cada elemento; por medio de esquemas de representación. “Por tanto se distingue entre dibujos de productos y equipos, por una parte, y dibujos de instalaciones y procesos por otra” (Company, Vergara, & Mondragón, 2007, p.20).

Los dibujos de contenido se dividen en varios tipos porque cada uno resalta una particularidad de representación y tienen un fin diferente.

Dibujo General o de Conjunto. En él se representa un grupo de piezas, constituyendo una máquina, una instalación, entre otras, ensamblado para su funcionamiento. Se deben poner de manifiesto todas las piezas, siendo claras sus localizaciones en el conjunto. Para ello, a cada pieza se le asigna un número, denominado marca.

Dibujo de Grupo. Consiste en representar una serie de piezas relacionadas del conjunto o ensamble dentro de una pieza más compleja

Dibujo de Despiece. Representación de una pieza totalmente aislada. Esto se ocupa cuando se quiere analizar o resaltar una particularidad de la pieza. Puede distinguirse entre el

dibujo de una pieza en bruto, con la geometría y dimensiones de la misma sin mecanizar, o el dibujo de la pieza terminada, definiéndola completamente para la posterior construcción. Por ello, en la pieza terminada se incluirán, además de las cotas, los signos de mecanizado, las tolerancias y todas las indicaciones que sean necesarias.

Dibujo Explosionado. Representación del conjunto en forma de perspectiva explosionada. Muestra las marcas de las piezas y la forma de unión de todas ellas. Con el dibujo explosionado podemos contemplar la complejidad de una pieza y apreciar los detalles de esta.

Dibujo de montaje, colectivo y de medidas. Cuando se representan las distintas partes de un conjunto con la información para su ensamblaje, se tiene un plano de montaje. El dibujo es colectivo, cuando se representa en un mismo plano una serie de partes equivalentes, pero con distintas medidas, designadas mediante cotas paramétricas. En una tabla adjunta al dibujo se indican las magnitudes que pueden darse a dichas cotas paramétricas. Si se representa un conjunto sólo con las medidas principales (para el montaje, dimensiones fundamentales, etc.), se tiene un dibujo de medidas.

Esquema. Representación simbólica del diagrama de funcionamiento y de los componentes de un conjunto. Se usan en diversos ámbitos, dando lugar a los esquemas hidráulicos, neumáticos, unifilares eléctricos, etc.

Por Finalidad. En este apartado se hace referencia al propósito que se le va a dar al dibujo, se puede distinguir entre el tipo de usuarios a que se destina, y la fase del proceso a que está destinado.

En relación con los usuarios, hay distintas categorías, hay para uso personal, dibujos para una audiencia no entrenada y para una audiencia entrenada. Cuando es de uso personal, no importa si no se respetan las reglas de representación, solo basta de que sea entendible para el propio diseñador y que de ahí pueda explicar su idea; cuando se trata de una audiencia

no entrenada se deben de utilizar reglas generales básicas que no requieran de un conocimiento amplio del tema para que no sean muy difíciles de entender y que aprovechen más la parte visual del elemento por alguna vista en perspectiva que resalta al diseño que estamos elaborando. Por último, en los dibujos para una audiencia entrenada, se transmite la información, aprovechando las normas y usando todas las reglas de representación.

Por último, las diferentes fases del proceso de diseño y/o proyecto de ingeniería que se distinguen son las de especificación, diseño, fabricación, y utilización.

Figura 36

Clasificación de los dibujos empleados en las diferentes fases del proyecto, atendiendo a su finalidad

| FASE | TIPO DE DIBUJO | FINALIDAD |
|----------------|-----------------------|---|
| ESPECIFICACIÓN | Pedido | Explicar las demandas del cliente. |
| | Oferta | Detallar la propuesta del suministrador. |
| | Contrato | Especificar el acuerdo entre cliente y suministrador. |
| | Patente | Garantizar la protección de un diseño. |
| DISEÑO | Borrador | Proponer diferentes alternativas. |
| | Anteproyecto | Evaluar algunas alternativas. |
| | Proyecto | Detallar una alternativa. |
| FABRICACIÓN | Operacional | Definir el proceso de moldeo de la pieza en bruto. Indicar los procesos de mecanizado. Especificar los tratamientos de acabado. |
| | Calidad | Determinar las comprobaciones que se deben hacer al producto obtenido. |
| UTILIZACIÓN | Montaje | Guiar el procedimiento de montaje. |
| | Funcionamiento | Dar instrucciones de uso. |
| | Mantenimiento | Dar instrucciones de mantenimiento. |

Nota. Tomado de *Dibujo Industrial* (p.29) por, Company, Pedro; Vergara, Margarita; Mondragón, Salvador, 2007, Universidad Jaime I.

3.5.1.2 Normalización

Previamente se a mencionado la importancia de las normas en el dibujo técnico, pero en si, ¿qué es una norma? En el campo de la industria se define de la siguiente manera. “Una

norma es una hoja o fascículo²³ en la que esencialmente las reglas técnicas relativas al dibujo, a la designación y al control de productos industriales” (Chevalier, 2016, p.8).

Se hace esta limitación, porque las normas abarcan una gran cantidad de áreas del desarrollo y cuidado humano, así como: materiales, medio ambiente, temas generales, (seguridad, calidad del agua, medidas, etc.) riesgos laborales, etc.

Normas ISO. ISO (Organización Internacional de Normalización). Creado en 1947 para promocionar el desarrollo de las actividades de normalización en el mundo, al objeto de facilitar el intercambio internacional y desarrollar la cooperación intelectual, científica, tecnológica y económica.

Desde el punto de vista de la (INFOP, 2013) .La implantación de normas en el proceso de dibujo y generación de planos, es un tema que las empresas muchas veces lo contemplan es sus procesos de trabajo, pero que pocas veces es controlado para que constituya un estándar dentro de las mismas. La importancia que tiene la normalización de los procesos, entre ellos el del dibujo técnico, constituye la base para obtener una certificación internacional, como por ejemplo la ISO 9001.

A continuación, exponen una breve descripción de la norma ISO y las ventajas de su implementación:

Los estándares internacionales ISO constituyen un instrumento importante para normalizar los procesos que realiza una empresa o institución. A través de ellos se establece una serie de pautas y patrones que las entidades deberán seguir con la finalidad de implementar un sistema de gestión y aseguramiento de la calidad en el desarrollo de sus procesos.

Dentro de los estándares internacionales elaborados por dicha organización encontramos a los de la familia ISO 9000, referidos a la gestión y aseguramiento de la calidad,

²³ Cada una de las partes que se van publicando dentro de una obra

a través de la cual se propone la implementación de sistemas de gestión y aseguramiento de la calidad, engloba varios estándares internacionales.

Donde destacan los estándares ISO 9001, sobre diseño, producción, instalación y servicio post-venta; ISO 9002, referidos a la instalación y servicio postventa; ISO 9003, inspecciones y ensayos finales, e ISO 9004-1, que se constituye en una guía para la gerencia en el desarrollo de un sistema de calidad.

Por eso la importancia de que, en los procesos de diseño y dibujo de planos técnicos, se tomen en cuenta las normas ISO, que permitirán definir un estándar, evitando así una pérdida de tiempo innecesaria en la generación de los mismos y permitirá que el proceso de compartir planos sea óptimo, aprovechando parte de los mismos o en su totalidad, para iniciar nuevos proyectos y/o detectar errores de una manera concisa. Esto puede verse desde la correcta distribución de las vistas del componente del plano, saber que los tornillos que pueden usarse en las piezas que vayamos a modelar ya vienen precargados dentro de los programas CAD conforme a las normas ISO, y así muchas cosas más

Normas ANSI. El Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI o American National Standards Institute, en inglés) es un grupo sin fines de lucro que es el responsable de desarrollar estándares de documentación y procesos en los Estados Unidos.

ANSI ha desarrollado estándares para dibujos y anteproyectos creados por firmas de ingeniería. Estos estándares incluyen directrices específicas para el bloque de título que se incluye en cada página de un dibujo técnico, las cuales se presentan a continuación:

Ubicación. El bloque del título debe aparecer en la esquina inferior derecha de cada página del documento de dibujo. Colocar el bloque de título en la esquina inferior derecha asegura que puede ser visto fácilmente cuando se pasan las páginas del documento.

Dimensiones. Un bloque de título ANSI debe tener exactamente 1,75 pulgadas (4,44 cm) de altura y 6,25 pulgadas (15,87 cm) de altura.

Subdivisiones. Debe aparecer una línea vertical única a 4,25 pulgadas (10,79 cm) del borde derecho del bloque del título. Las líneas horizontales que cruzan toda la longitud del bloque de título deben estar a 0,25 pulgadas (0,63 cm) de la parte inferior del bloque de título y a 0,63 pulgadas (1,6 cm) de la parte inferior del bloque del título. Una línea horizontal única debe ser dibujada a 0,5 pulgadas (1,27cm) de la parte superior del bloque del título que va desde el borde derecho del bloque a la línea vertical en la parte central izquierda del bloque. Cuando se haya dibujado el boceto anterior se necesitará subdividir las últimas dos filas del bloque del título. Se subdivide la última fila en tres secciones dibujando líneas verticales a 1,75 pulgadas (4,44 cm) y a 3,25 pulgadas (8,25 cm) del borde derecho del bloque. Se subdivide la penúltima fila dibujando una línea de puntos vertical a 0,38 pulgadas (0,96 cm) de la parte derecha y dibujando líneas verticales sólidas a 2,75 pulgadas (6,98 cm) del borde derecho y a 3,87 pulgadas (9,82 cm) del borde derecho.

Contenidos. Se escribe los nombres de todos los participantes, la fecha de presentación, y una petición del trabajo o número de dibujo en la fila superior del lado derecho. Se coloca el título del dibujo y el título del proyecto asociado en la segunda fila. En la tercera fila del lado derecho de la línea vertical, anotar la escala del dibujo en la primera caja de la izquierda, el número de boceto en la segunda caja, y la ubicación en la que se preparó el dibujo en la tercera caja. En la cuarta fila, anotar el tamaño del formato del dibujo en la caja de la izquierda, el número de contrato en la segunda caja si es el caso, y el número de hoja en la caja de la derecha. También puedes colocar información específica del proyecto en la zona colocada a la izquierda de la línea vertical.

3.5.1.3 Presentación de los Dibujos

La presentación de los dibujos es un elemento primordial en el dibujo técnico, y también en el trabajo del diseñador, ya que esta tiene como fin facilitar el envío, la consulta y la clasificación.

Formatos. Los formatos son la estructura en la que se elaboran y presentan los trabajos de dibujo, que permite que éste sea procesado o presentado en una forma accesible. En el dibujo técnico también tiene sus formatos normalizados para la representación de piezas y planos.

En un inicio los formatos de dibujo técnico eran para facilitar el envío y la clasificación de documentos por lo que se adaptó el sistema de plegado para doblar los documentos de manera fácil. Chevalier da una explicación concisa de los tamaños de los formatos. “Estos formatos se deducen unos a otros a partir del formato A0 (A cero) de superficie 1 m^2 , dividiendo cada vez por dos, el lado mayor” (Chevalier, 2016, p. 12).

Representación Gráfica del Plano. Las partes gráficas de los planos de dibujo técnico sirven para poder organizar, y entender más fácilmente los planos. En los problemas CAD, (especialmente en Solidworks) cuentan con los formatos ya normalizados y preestablecidos y quizás muchos de los datos que se van a presentar no será necesario trazarlos, pero sí conocerlos para saber su uso.

Recuadro y Márgenes. Con independencia del formato elegido, se deben dejar entre los bordes del formato y el recuadro unos márgenes que delimitan la zona de ejecución del dibujo.

Los formatos se recuadrarán manteniendo, por el borde derecho, superior e inferior, los siguientes márgenes mínimo Para A0 y A1 20 mm; Para A2, A3 y A4 e10 mm En el borde izquierdo se dejará un margen para encuadernación, con una anchura mínima de 20 mm.

Cajetín o Cuadro de Rotulación. Se basan en uno o varios rectángulos, que por lo general se ubican en las esquinas del plano (casi siempre en la derecha), los cuales pueden subdividirse, y es donde se inscribe la información específica del plano (**Ver Figura 37**).

De acuerdo con la norma UNE 1035 95, debe contener lo siguiente:

- a) Obligatoriamente, una zona de identificación básica conteniendo los datos de
 - Título del plano.
 - Nombre de la persona o entidad propietaria del plano.
 - Número de registro de identificación, o número de orden del plano
- b) Zona de información complementaria con:
 - Datos indicativos cuya inclusión solo será preceptiva cuando sean necesarios para la comprensión del dibujo, siendo éstos:
 - Método de proyección.
 - Escala principal del dibujo.
 - Si no se utiliza el milímetro como unidad de medida, la unidad dimensional correspondiente.
 - Datos técnicos referentes a las normas empleadas en las calidades superficiales, tolerancias generales, tratamientos térmicos, etc.
 - Datos de utilización, formato utilizado, fecha de la primera copia, fecha de revisión, firmas de los responsables del dibujo, etc.

Figura 37

Cuadro de rotulación sencillo

| | | | | | |
|---------------------|----------------------|---------------|---------------|--|--|
| | | | | | ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES |
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firmas</i> | | |
| <i>Dibujado</i> | | | | | |
| <i>Comprobado</i> | | | | | |
| <i>Según normas</i> | | | | | |
| <i>Escala</i> | <i>(Designación)</i> | | | | <i>Nº:</i> |
| | | | | | <i>Sustituye a:</i> |
| | | | | | <i>Sustituido por:</i> |
| | | | | | 50 |

170

Nota. Tomado de **Normalización del Dibujo Técnico** (p.20) por, Cándido Preciado; Francisco Jesús Moral, 2004, Donostiarra

Escala. “La escala es la relación entre las medidas lineales de la representación de un objeto sobre un dibujo y las dimensiones reales de dicho objeto” (Preciado & Moral, 2004, p.22).

Las escalas pueden ser a tamaño natural, con una relación 1:1, escala de ampliación, con relación superior a 1:1, o escala de reducción, con relación inferior a 1:1.

La norma UNE-EN ISO 5455 1996, recomienda las siguientes escalas:

Escalas de ampliación: 2:1, 5:1, 10:1, 20:1, 50:1.

Tamaño natural: 1:1.

Escalas de reducción: 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10,000.

Rotulación. La rotulación en los planos debe de ser entendible sin importar sus dimensiones, ni como se distribuyen los caracteres, por lo que también están normalizados.

La norma UNE-EN ISO 3098-2:2001, muestra las características que deben cumplir las letras, números y signos empleados en los dibujos técnicos. Las alturas normalizadas de

escritura son: 2.5 – 3.5 - 5 - 7 -10-14 - 20 mm. La escritura puede ser cursiva, con una inclinación de 15° con respecto a la vertical y hacia la derecha, o vertical. Sin embargo, el uso generalizado de los programas de dibujo asistido por ordenador (CAD) no permite el cumplimiento en su totalidad de dicha norma.

3.5.1.4 Representación de Vistas Normalizadas

Como se mencionó en la sección de “sistemas gráficos de representación”. Existen métodos para representar piezas tridimensionales de manera adecuada, por consiguiente, en este apartado completaremos esta información en base a los aspectos que resaltan en el dibujo técnico y las normas que los rigen.

Métodos de proyección. Siguiendo lo expuesto por (Company, Vergara, & Mondragón, 2007). Los dibujos técnicos realizados mediante métodos de proyección ortogonales y axonométricas, deben de seguir los principios generales de representación que indica la norma UNE 1032:1982, equivalente a la ISO 1281982. También aluden que, en algunos campos técnicos pueda que las reglas generales sean insuficientes, y se tenga que aplicar reglas adicionales.

A las proyecciones ortogonales de las diferentes caras de una pieza sobre los planos de proyección, se denomina vistas. Un punto importante a resaltar es que, no se pone el nombre de las vistas; este viene implícito por la posición de la vista en el plano.

La denominación de las vistas en los sistemas de representación se compone por las siguientes vistas:

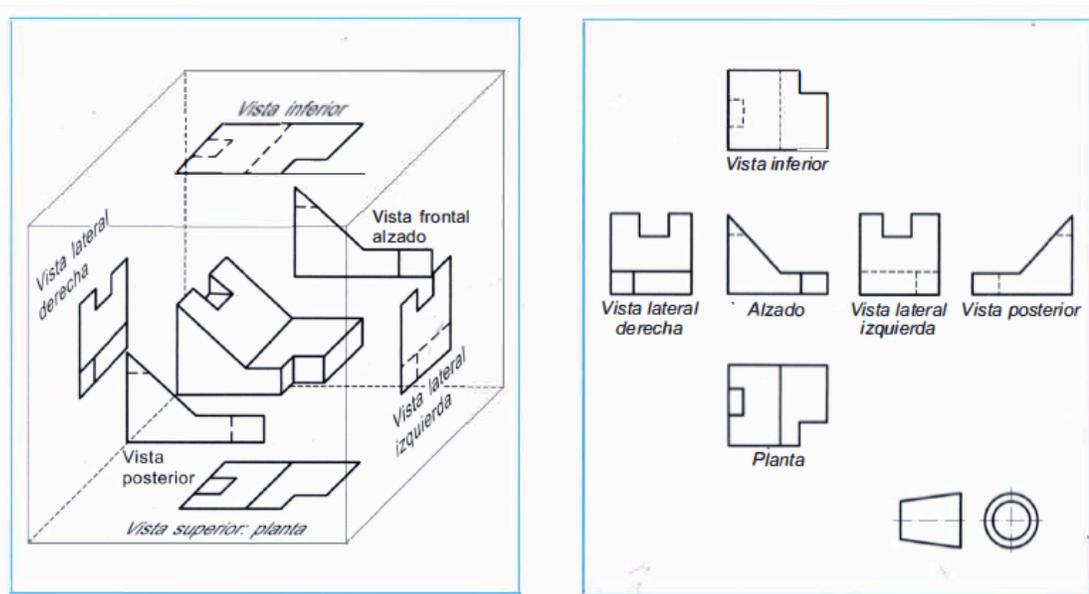
- | | | | |
|----|-------------------------|----|-----------------------|
| 1. | Vista frontal o alzado | 4. | Vista lateral derecha |
| 2. | Vista superior planta | 5. | Vista inferior |
| 3. | Vista lateral izquierda | 6. | Vista posterior |

Por lo cual, debemos de aclarar que método de proyección estamos usando, dado que cada método tiene su propia colocación de las vistas. Los dos más usados son el método europeo y el americano.

Método europeo. En el método europeo, el objeto o pieza se sitúa entre los planos de proyección o la vista que se va a proyectar y el punto de visión del observador.

Figura 38

Representación de las vistas en el sistema europeo

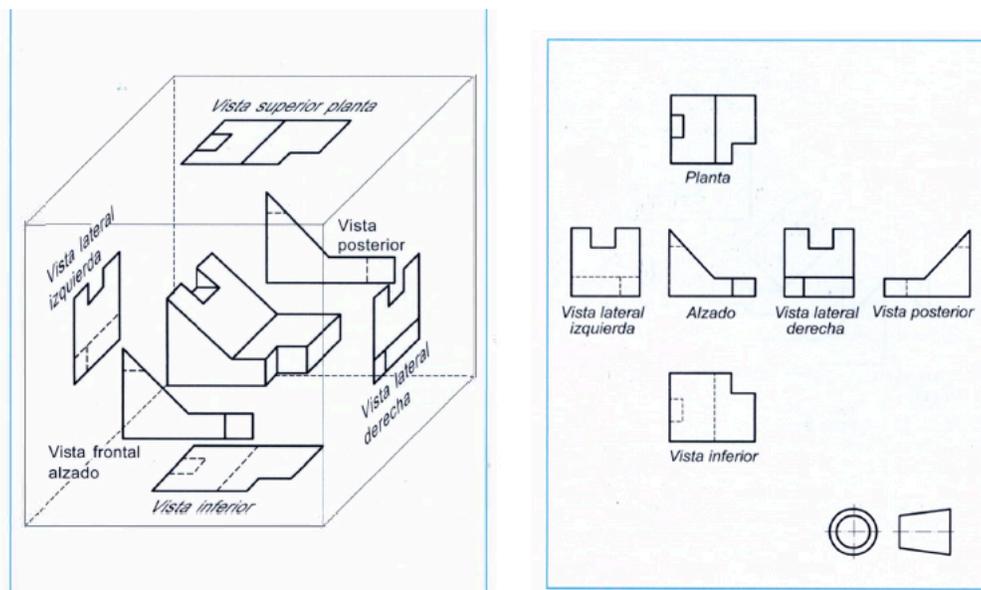


Nota. Tomado de *Normalización del Dibujo Técnico* (p.25) por, Cándido Preciado; Francisco Jesús Moral, 2004, Donostiarra

Método americano. Por otro lado, en el método americano, los planos de proyección se sitúan entre el observador y la pieza u objeto. Hay que mencionar, además, que en la presentación de planos se debe de usar la menor cantidad de vistas posibles. Se eligen las más representativas y que incluyan el menor uso posible de vistas ocultas.

Figura 39

Representación de las vistas en el sistema americano



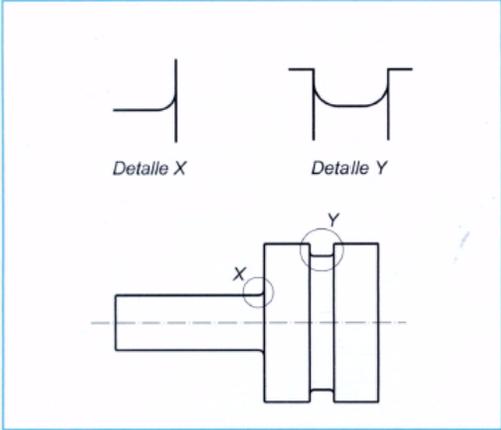
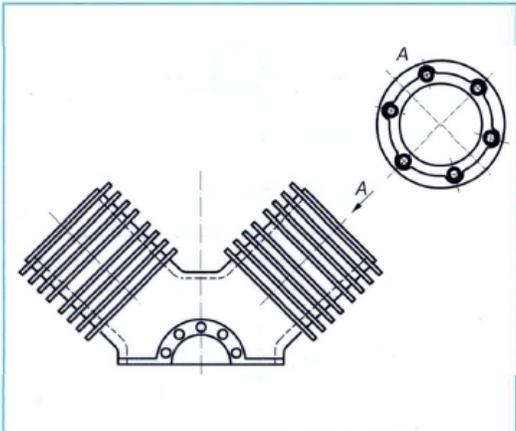
Nota. Tomado de *Normalización del Dibujo Técnico* (p.26) por, Cándido Preciado; Francisco Jesús Moral, 2004, Donostiarra

Vistas de apoyo. En los puntos anteriores, vimos las vistas que deben de predominar en los planos de las piezas que realicemos. se ha establecido que una pieza puede representarse con un número de vistas determinado, hasta seis. Sin embargo, en algunos casos, existen vistas cuya representación es complicada por su complejidad, dado eso nos valemos de vistas de apoyo (**Ver**

Tabla 5), que permiten una presentación de manera más clara o bien existen en la pieza vista que planos cuyas representaciones no muestran las magnitudes verdaderas de los mismos.

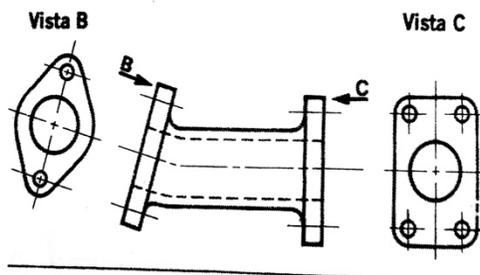
Tabla 5

Diferentes vistas de apoyo para la presentación de planos

| Vistas de apoyo | Descripción | Imagen |
|--------------------------------|---|--|
| Vistas ampliadas | <p>Vistas ampliadas. Para poder apreciar y acotar con más claridad ciertos detalles del dibujo que, en la escala general, son muy pequeños para verlos a simples vistas, se pueden dibujar aisladamente. En el programa CAD "Solidworks", dicho proceso consiste en que se resalta la sección que necesitamos ampliar, mediante la especificación de esta misma encasillándola a un círculo, y ampliando el interior de dicho círculo en un dibujo aparte. Con el fin de facilitar la identificación, ésta se realizará mediante letras mayúsculas.</p> |  |
| Vistas Particulares | <p>Cuando se requiera una vista según una dirección diferente de las indicadas con anterioridad, como son detalles situados sobre planos oblicuos, o si no puede disponerse una vista en su posición normal, según los métodos mostrados, se dispondrán unas vistas indicando mediante una flecha la dirección de la visual de proyección.</p> |  |

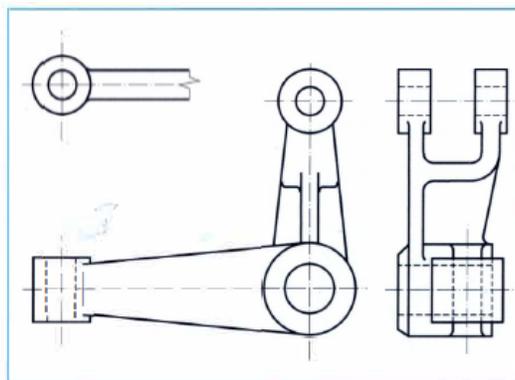
Vistas desplazadas por traslación

Estas vistas se ocupan por razones de espacio para mostrar algún detalle o peculiaridad de la pieza. Se indica la dirección de observación por medio de una flecha referenciada con una letra mayúscula y se designa la misma letra a la vista desplazada. Por lo general la vista desplazada se ubica en paralelo con su sección lateral.



Vistas parciales

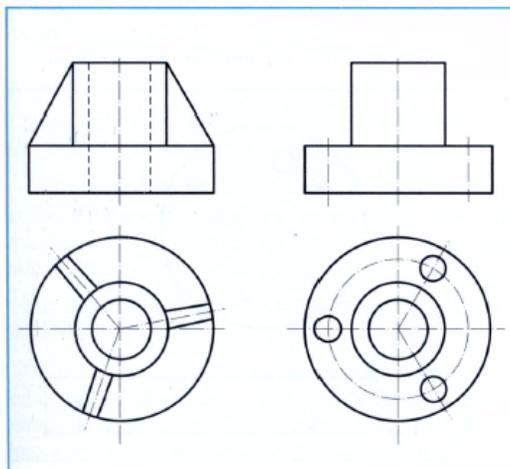
En cierto tipo de piezas, especialmente largas y que todas sus secciones sean uniformes en forma, se puede limitar su representación a las partes esenciales o que tengan alguna característica especial que sean suficientes para definir la pieza. La parte de la pieza visible quedará limitada por medio de una línea de rotura trazada con línea fina irregular o en zigzag. Conviene indicar que, cuando se usen vistas parciales, al menos una de las vistas principales de la pieza debe estar completa.



Vistas convencionales

Como (Preciado & Moral, 2004) describe una serie de parámetros que son en consideraciones de importancia conocer y con el fin de simplificar los dibujos, en ciertos casos se establecen una serie de convencionalismos. Entre los cuales se tienen los siguientes:

- a) En piezas de directriz quebrada, se abate la parte inclinada para una mejor representación.
- b) En las piezas que tengan elementos distribuidos circunferencialmente, como taladros, nervaduras, brazos de poleas, etc. Se dispondrán en las vistas correspondientes como si estuvieran en posición diametral.
- c) En taladros sobre piezas cilíndricas no se dibuja la intersección de ambos cilindros, sino que se sitúa en el contorno.

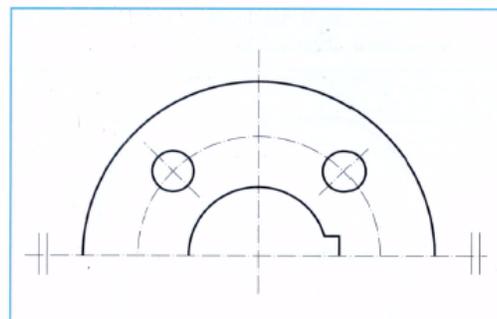


**Piezas
Simétricas**

Cuando una pieza tiene ejes de simetría, puede representarse solamente por una semivista o por un cuarto de vista para simplificar las piezas.

La representación de elementos repetitivos de una pieza puede simplificarse sustituyéndolos por líneas de trazos y puntos que se cortan en la posición de cada elemento.

En todos los casos, la forma y el número de los elementos repetitivos se especificará en la acotación o con una nota.



Nota. En la tabla se muestran vistas de apoyo que se utilizan para completar los planos de dibujo técnico.

(Preciado & Moral, 2004, p. 27-29)

3.5.1.5 Líneas

Para que las piezas mecánicas y de diseño, se emplea el uso de líneas y cada línea tiene un significado muy concreto. La norma UNE 1 032 82 recomienda la utilización de los siguientes espesores de líneas: 0,18 -0,25 -0,35 -0,5 -0,7 -1 - 1,4 -2 mm.

Se recomienda asimismo no emplear el espesor de 0,18 ya que presenta dificultades en la reproducción. La misma norma indica que la relación de grosores entre líneas gruesas y finas será como mínimo 2: 1. Todas las vistas del dibujo deben dibujarse con el mismo criterio de espesores. Aunque la norma no lo indica de forma expresa, solamente distingue dos anchuras de líneas, gruesa y fina, por lo que es recomendable usar exclusivamente esas dos anchuras.

Tipos de líneas. Dependiendo de la visibilidad y su utilización, la norma tipifica los tipos de líneas que se exponen a continuación.

Como norma general, los contornos de las piezas y las aristas vistas se dibujan con línea continua gruesa. Las aristas ocultas se representan o bien con línea gruesa a trazos o bien con línea fina a trazos, teniendo en cuenta que en un mismo dibujo pueden emplearse

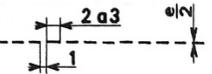
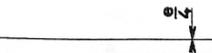
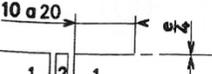
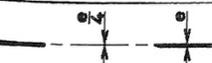
cualquiera de los dos tipos, aunque no mezclándolos. Los ejes y planos de simetría se dibujarán con línea fina a trazo y punto.

Un principio que debe seguirse es que sólo deben representarse las aristas ocultas cuando sean necesarias para la definición y comprensión completa del dibujo. Pero, en caso de representarse una arista oculta en una vista, se tienen que representar todas las demás; o sea, si una línea oculta es necesaria para la comprensión del dibujo, en la vista donde se encuentre deben representarse todas las demás, tanto las necesarias como las innecesarias. Cuando en una vista se pueda prescindir de todas las líneas ocultas, lo mejor es no dibujarlas, ya que la saturación de líneas puede hacer un dibujo confuso y nula comprensión.

Nos basaremos en la tabla de tipos de líneas que ejemplifica (Chevalier, 2016) , tal como lo indica la **Figura 40**, la cual clarifica las líneas y sus usos.

Figura 40

Tipos de líneas y ejemplos de sus aplicaciones

| EJECUCIÓN | CLASES DE LÍNEAS | EJEMPLOS DE APLICACIÓN | MARCA |
|---|--|---|------------------|
|  | Llena gruesa | Contornos y aristas visibles | 1 |
|  | Interrumpida media corta fina | Contornos y aristas no visibles Fondos de rosca ocultos (ver capítulo 30) | 2 |
|  | Llena fina | Líneas de cota y de referencia Fondos de rosca vistos Rayados Contornos de piezas contiguas Contornos de secciones abatidas (ver capítulo 7) Contornos iniciales antes del mecanizado Aristas ficticias (ver capítulo 65) Construcciones geométricas | 3 4 5 6 |
|  | Fina de trazos y puntos | Ejes y trazos de planos de simetría Posiciones extremas de piezas móviles Partes situadas delante de un plano de corte (ver § 7.258) | 7 8 |
|  | Fina de trazos y puntos combinada por dos trazos gruesos | Trazos de planos de corte (ver capítulo 7) | |
|  | Gruesa de trazos y puntos | Indicación de superficies antes de sufrir un tratamiento complementario (ver § 12.67) | |

Nota. Tomado de *Dibujo Industrial*, (p.15) por, Chevalier, A. 2016, Lumisa

3.5.1.6 Secciones y Cortes

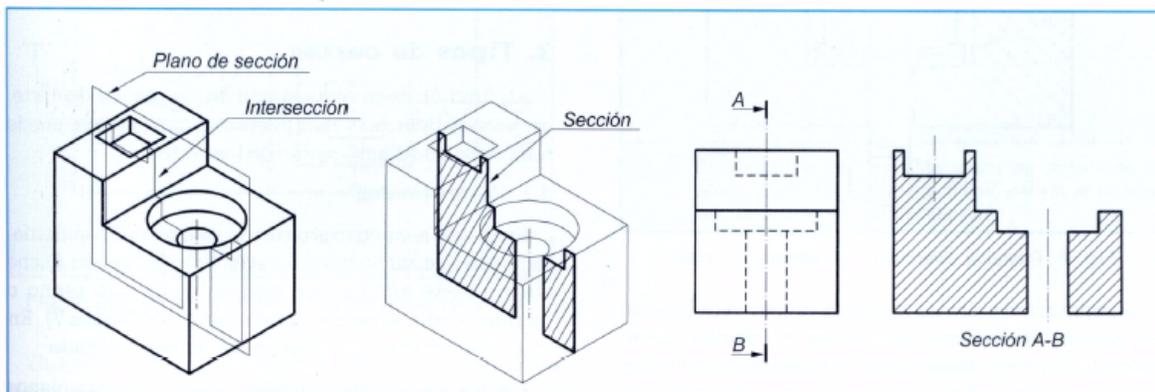
Secciones. Las secciones se utilizan mayormente para mostrar la forma que compone a una pieza, en programas CAD; como lo muestra la **Figura 41**, el saber que secciones componen a una pieza permitirá realizar su modelado en un mayor tiempo y evitar errores de deformación. En cuanto en su utilidad, las secciones permiten evitar vistas sobrecargadas, el uso de secciones nos permiten aislar las formas que deseamos mostrar sin tener toda la pieza mostrada.

“Una sección representa la parte de la pieza situada en un plano secante” (Chevalier, 2016, p.19). Se manejan dos tipos de secciones; las desplazadas, que son las que están dibujadas en el exterior de las vistas y la “abatidas”, dibujadas sobre la misma vista.

También hay un caso particular que se denomina secciones sucesivas, estas son utilizadas en piezas mas complejas que cambian su tamaño y forma.

Figura 41

Sección de una pieza



Nota. Tomado de **Normalización del Dibujo Técnico** (p.25) por, Cándido Preciado; Francisco Jesús Moral, 2004, Donostiarra

Cortes. Los cortes permiten aportar con claridad la lectura de las vistas ocultas de las piezas y así poder apreciar ciertos elementos que se encuentran ocultos y con las vistas

ocultas no se distinguen del todo. “Un corte muestra la sección y la parte de pieza situada detrás del plano secante” (Chevalier, 2016, p.20). A continuación, se puede apreciar con de manera más detallada la .

Tabla 6.

Tabla 6

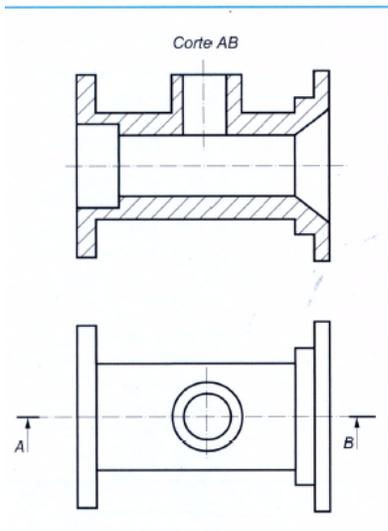
Diferentes vistas de apoyo para la presentación de cortes

| Tipos de cortes. | Descripción | Imagen |
|-------------------------|--------------------|---------------|
|-------------------------|--------------------|---------------|

Cortes totales

Se realizan en piezas con un solo plano de simetría. Se parte dibujando un medio corte, contiguo a una media vista. Dicho corte puede efectuarse mediante un solo plano o mediante una serie de planos paralelos. Se parte dibujando un medio corte, contiguo a una media vista,

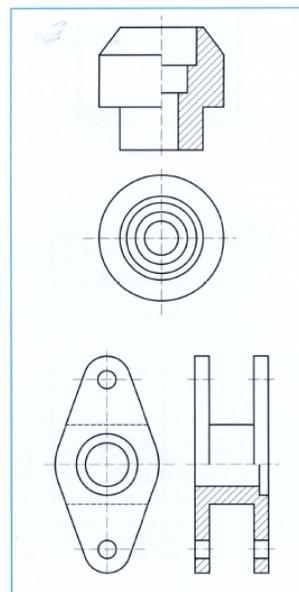
En este último caso, al corte se le denomina quebrado. Este corte es aplicado con frecuencia, ya que ofrece la ventaja de mostrar la visión de varios cortes en una sola vista sin hacer varios cortes por separado. Sin embargo, el uso de este corte se emplea si no hay superposición de planos.



Medios cortes

Si la pieza tiene dos planos de simetría, o en piezas de revolución, se dibujará medio corte con un plano que parte del centro hasta el exterior, quedando en la vista correspondiente la pieza seccionada en una mitad y vista en la otra. En este tipo de corte no es necesario dibujar las trazas del plano secante.

Aunque la norma no indica nada al respecto, se recomienda que cuando el plano de corte se sitúa sobre la planta, se seccionará la mitad derecha del alzado. Si el plano de corte se sitúa en el alzado, se seccionará la mitad inferior de la vista lateral correspondiente.



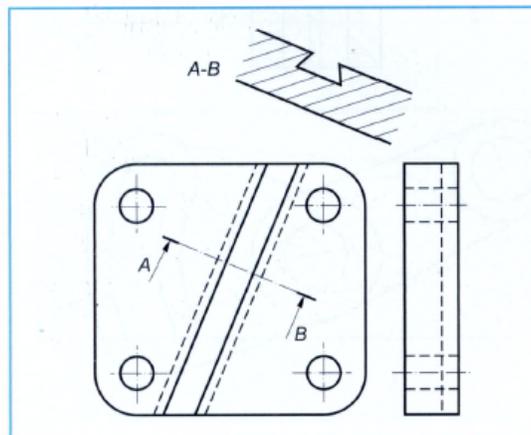
Su uso está indicado cuando no se quiera seccionar a la totalidad de la pieza y sólo se busca poner de forma visible detalles parciales.

La utilidad de este tipo de cortes es similar a la de los cortes locales, pero en aquellos se representa la vista de la totalidad de la pieza, estando limitada la zona de corte con línea fina.

En los cortes de detalle no es necesario indicar con líneas finas los límites de la zona cortada. Además, pueden dibujarse a una escala diferente.

Cortes a detalle

Hay que mencionar, que hay ciertas observaciones indicadas por Chevalier en el uso de los cortes que se deben de tomar en cuenta como, por ejemplo: para cortar un nervio no se hace el corte por su cara mayor, también menciona que nunca deben de hacer cortes en sentido de su longitud en piezas macizas (sin algún tipo de hueco) tales como ejes, tornillos, remaches, brazos y en general ninguna pieza maciza que la realización de un corte no proporcione ningún detalle complementario.



Nota. En la tabla se muestran los tipos de cortes más recurrentes para mostrar detalles que no se ven a simple vista. Hay que mencionar que un corte debe de omitirse cuando su representación perjudique la claridad del dibujo y no aporte ningún tipo de comprensión. Elaboración propia con datos adaptados de, (Preciado & Moral, 2004, p. 37-40).

3.5.1.7 El Rayado

El rayado o achurado es la forma por la cual las identificamos las superficies cortadas o seccionadas, y estas por norma dibujarse rayadas, estas líneas indican que la superficie se ha cortado o seccionado y se utiliza para resaltar la sección de una pieza, y su representación varía de acuerdo al tipo de material que se está utilizando.

Normas de Rayado. El rayado se hace con líneas continuas finas con una inclinación de 45° respecto a la línea media o a la arista base. Para su representación en secciones, esta varía en función del tamaño de la superficie a la cual se le aplica el rayado, entre 1,5 y 5 mm.

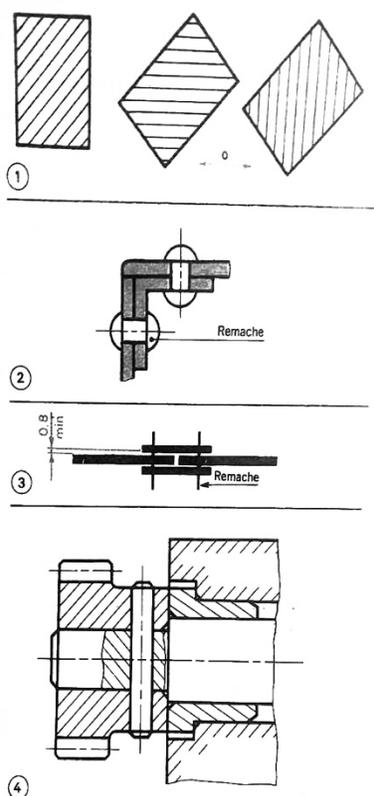
Algunas particularidades del rayado, es que, en los planos angostos (por ejemplo, en secciones de perfiles) se dibujan negros. Planos ennegrecidos que se llegaran a tocar se separan con una ranura, como se ejemplifica en la **Figura 42**.

En las secciones de ensamblaje donde no solo se necesita mostrar las superficies cortadas sino también diferenciarlas de las partes adyacentes. Dibujamos los achurados de sección con sus líneas trazadas en direcciones opuestas bien con rayados diferentemente distanciados. Los planos de corte de un cuerpo son rayados siempre en la misma dirección.

Para ubicar como se rayan los diferentes materiales se anexa la siguiente tabla del libro de (Giesecke, y otros, 2013). **Figura 43**

Figura 42

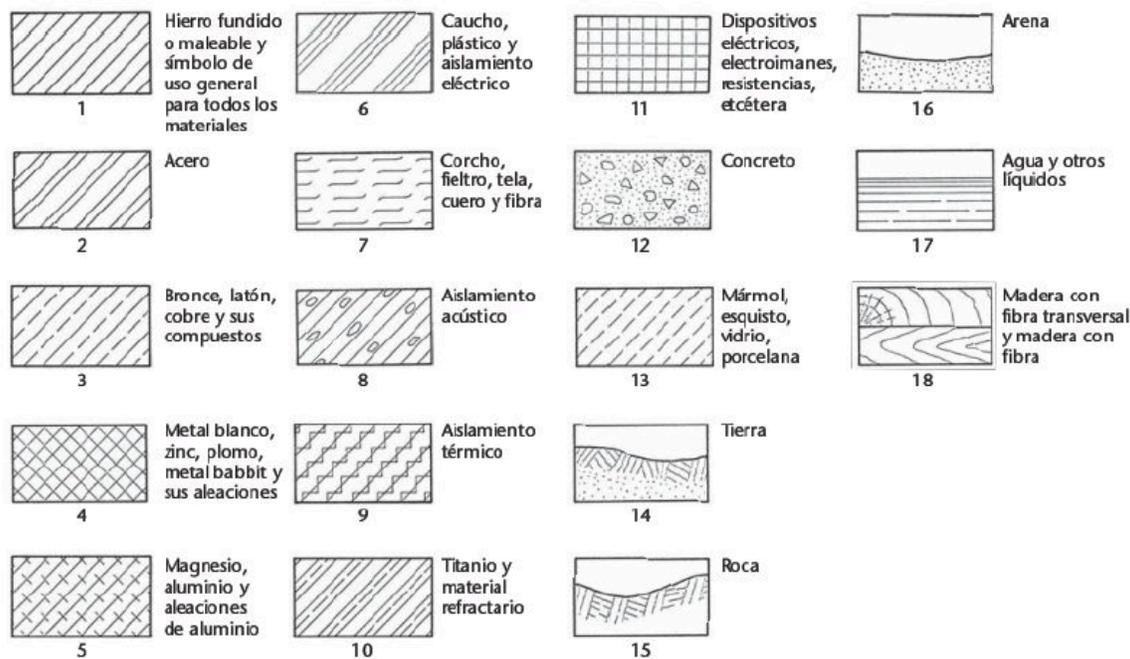
Uso ilustrativo de las normas de rayado.



Nota. El rayado nos permite interpretar el corte de las piezas, además de las partes huecas de las solidas. Tomado de *Dibujo Industrial*, (p.15) por, Chevalier, A. 2016, Lumisa

Figura 43

El Rayado para distinguir materiales de una pieza



Nota. El rayado nos ayuda a identificar el material que usamos para una pieza o su rededor. Tomado de *Dibujo técnico con gráficas de ingeniería*, (p.15) por, Giesecke, y otros, 2013, Pearson.

3.5.2 Acotación en Dibujos

La acotación de dibujos es el sacar las dimensiones (llámese: longitudinales, de ángulos, radios, circunferencias, profundidades, etc.) de las piezas que estemos realizando. El uso de programas CAD son ideales para generar dimensiones, ya que las normas que se utilizan ya están preestablecidas en estos programas, sin embargo, depende del diseñador o cualquier otro usuario de dichos programas el saber asignar estas dimensiones de manera inteligente y ordenada, debido pues, lo que estamos haciendo es asignarle la información dimensional numérica a una figura.

“Al proporcionar las dimensiones usted describe los tamaños y la ubicación de las características del diseño” (Giesecke, y otros, 2013, p.364).

3.5.2.1 Aspectos Generales de la Acotación

En cuanto la acotación, en la norma UNE 1039:1994 se observan una serie de pautas que se deben tener en cuenta en la elaboración de los dibujos técnicos. De manera resumida son los siguientes:

a) Toda la información dimensional que se precise para la definición completa y clara de una pieza figurará en el plano.

b) Dado que la repetición de cotas dificulta la lectura del plano, cada elemento se acotará sólo una vez.

c) La situación de las cotas en un dibujo será aquella en la cual se defina mejor el elemento acotado.

d) En todas las cotas de un dibujo se considerarán las mismas unidades, por defecto, en el dibujo mecánico se emplea el milímetro. En otros tipos de dibujo, como el topográfico, las unidades son el metro o el kilómetro. Si se emplean unidades por defecto distintas al milímetro, se deberán especificar en el cuadro de rotulación del plano. Si en un dibujo se hubiera de emplear una cota en otras unidades diferentes a las usadas por defecto, se indicaría expresamente (por ejemplo, 5 km).

e) Sólo se indicarán las cotas que sean estrictamente necesarias para la definición de una pieza. Se admitirán excepciones cuando se precisen cotas relativas a estados intermedios de fabricación o cuando se tratan de cota auxiliares.

f) No se especificarán los métodos de fabricación o control de la pieza, salvo que fuera necesario para el buen funcionamiento o intercambiabilidad de la misma, o que se tratara de un plano de fabricación.

g) Las cotas funcionales se leerán directamente del plano. Nunca se obtendrán a partir de otras.

h) Las cotas no funcionales se situarán en el lugar más conveniente para la fabricación y la verificación de la pieza.

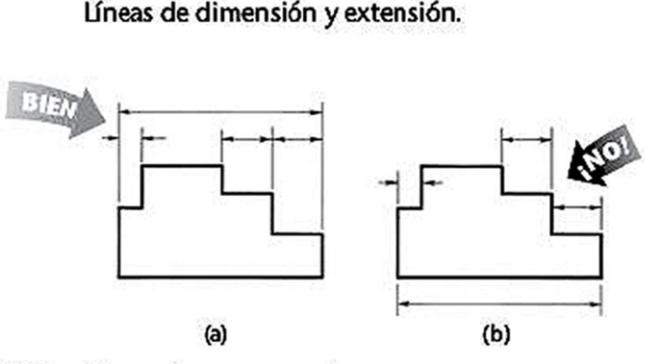
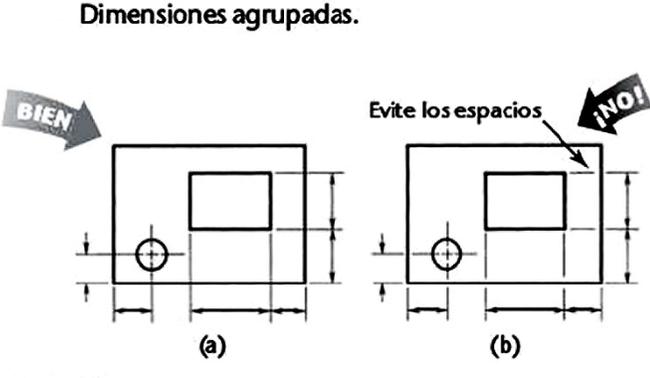
3.5.2.2 Elementos de Acotación

Líneas de cota. Es el dibujo de líneas finas normalmente en paralelo de la dimensión a medir. Una línea de cota esta definida por líneas auxiliares, líneas vistas o por líneas de eje. En caso de arcos la línea de cota puede dar la dimensión de ángulos, cuerdas y arcos.

Las líneas de cota siguen una serie de lineamientos para ayudar a representarse lo mas claro posible, que se ejemplifican en la **Tabla 7**

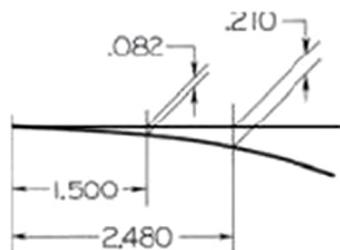
Tabla 7

Lineamientos de líneas de dimensión y de extensión

| Uso de la línea de acotación | Imagen |
|--|--|
| <p>Líneas de dimensión y extensión.</p> <p>Las cotas mas cortas, son las que están mas cerca del contorno de la pieza, yendo de forma alineada, y por encima de estas se colocan las cotas con las distancias totales formando una agrupación de cotas.</p> |  <p style="text-align: center;">Líneas de dimensión y extensión.</p> |
| <p>Dimensiones agrupadas.</p> <p>En muchos casos, las líneas de extensión y las líneas centrales tienen que cruzar las líneas visibles del objeto. Cuando esto ocurre, no deben dejarse espacios en las líneas.</p> |  <p style="text-align: center;">Dimensiones agrupadas.</p> |

Por lo general las líneas de cota se dibujan paralelamente de la pieza que estamos dibujando, pero habrá casos donde se tengan que trazar de otra manera (ya sea, angular o perpendicularmente) para mostrar claridad; podemos poner como ejemplo el dar dimensionamiento a un grosor irregular.

Líneas que se cruzan.



Nota. En tabla se aborda las principales maneras de acomodar las líneas de acotación. Tabla de elaboración propia con información adaptada de, (Giesecke, y otros, 2013), Pearson.

Dentro de la línea de cota, contamos con las líneas auxiliares; estas son usadas para redondeo y chaflanes. Este tipo de línea pueden ir colocada en los extremos de las líneas de cota de manera perpendicular.

Después tenemos la línea de referencia que son las que nos permiten dirigir la atención a una nota o dimensión y comienza con una punta de flecha o un punto (**Ver Tabla 8**).

Tabla 8

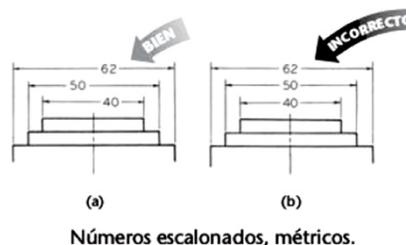
Uso de líneas de referencia para dimensionar de modo legible

| Líneas de referencia | Concepto | Imagen |
|----------------------|---|--|
| Líneas de Flecha | El final de una línea de cota tiene que estar claramente delimitado. De forma que el elemento que marca ese límite es una punta de flecha. La norma permite que las flechas sean abiertas o cerradas, y en último caso, rellenas o no. El ángulo de la flecha debe estar comprendido entre 15° y 90°. El tamaño de las flechas de cota, o en su defecto de los trazos, debe ser proporcional al que tenga el dibujo. Una vez elegido un | <p>Primera Segunda Tercera Cuarta</p> <p>10.12 Orden de preferencia para los estilos de flecha en los dibujos mecánicos.</p> |

tipo de extremo para la línea de cota, ya sea cualquier clase de flecha o el trazo, se deberá emplear de forma exclusiva en el dibujo.

Cifras de cota

Las reglas para la colocación de las dimensiones ayudan a dimensionar el plano de las piezas que se realicen de modo que sean claras y legibles. También le ayudan a ubicar las dimensiones en los sitios estándar de modo que quien fabrique la pieza no tenga que buscar mucho en un dibujo complicado para encontrar una dimensión. Habrá veces que no podamos aplicar estas reglas al pie de la letra, sin embargo, se debe de tener en claro que el objetivo final es “dimensionar el dibujo claramente para que las piezas se construyan de acuerdo con sus especificaciones” (Giesecke, y otros, 2013, p.374).



Nota. Tabla de elaboración propia con información adaptada de, (Giesecke, y otros, 2013), Pearson.

3.5.2.3 Principios de Acotación

En las piezas que se realicen es importante saber como se van a colocarlas cotas. Saber que datos vamos a colocar y el orden que se debe de seguir, así como los elementos que la conforman.

“Cuando se trata de acotar una pieza, los datos de partida de los cuales se disponen pueden ser, por un lado, el conocimiento de la misión de la pieza, ya sea la función de la misma, las relaciones con otras piezas, los sistemas de sujeción, etc., y, por otro lado, el conocimiento de los procesos de conformación de la pieza”. (Preciado & Moral, 2004, p. 50)

Dicho de este modo, tocar el saber cuales son los principios que se deben de seguir y que cosas se deben de evitar en el modo que se acota una pieza.

Preceptos

1. Todas las medidas funcionales deben estar acotadas.

2. Se acotarán sólo las aristas vistas y los contornos, nunca las partes ocultas. Se dispondrán de las vistas, los cortes y las secciones necesarias para definir totalmente la pieza.
3. Los elementos de piezas simétricas se acotarán entre sí, nunca al eje de simetría.
4. La posición de los taladros, cilíndricos o poligonales, se situará por acotación de los ejes, y nunca por las generatrices. Lo mismo se hará con salientes tales como superficies vástagos, tetones, etc.

Prohibiciones

1. Se evitará la repetición de una cota de una misma dimensión, tanto en una vista como en vistas diferentes.
2. Se evitará la acotación desde los vértices de aristas vistas o líneas de contorno
3. Se evitará la redundancia dimensional. Ninguna cota se obtendrá por sumas de cotas parciales, salvo que se exprese una de ellas como cota auxiliar, escribiéndola entre paréntesis
4. Se evitará enlazar, mediante elementos de acotación, vistas diferentes
5. Se deberán evitar los cruces entre las líneas de cota
6. Se deberán evitar los cruces entre las líneas auxiliares de cota
7. Se deberán evitar los cruces entre las líneas de cota y las líneas auxiliares de cota
8. Se deberá evitar la disposición de cotas sucesivas no alineadas

Recomendaciones

1. Se debe iniciar la acotación por las medidas funcionales.
2. Se debe acotar, cuando sea posible, siguiendo el proceso de fabricación

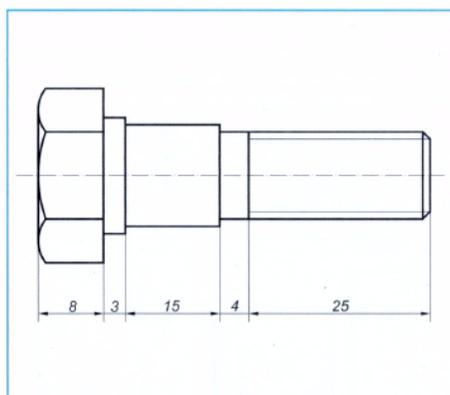
3.5.2.4 Colocación de Cotas

En el dibujo de piezas por medio de planos hay diferentes maneras de colocar las cotas, esto dependerá de las exigencias que haya dentro de cada pieza y que tan específicas necesitan ser. A continuación, veremos los métodos mas usuales para colocación de cotas.

Acotación en Serie o Continua. Consiste en la disposición de las cotas de forma sucesiva, en una misma dirección de forma lineal. Este tipo de acotación se emplea para elementos relacionados entre sí.

Figura 44

Pieza acotada en serie



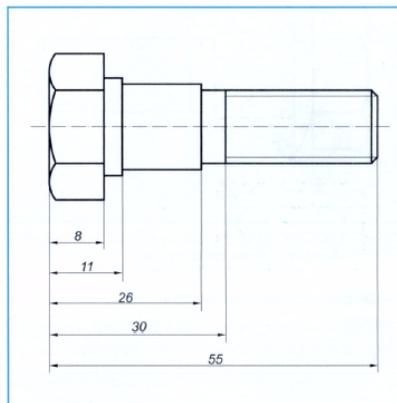
Nota. Tomado de *Normalización del Dibujo Técnico* (p.55) por, Cándido Preciado; Francisco Jesús Moral, 2004, Donostiarra

Acotación en Paralelo o de Línea Base. Se disponen las líneas de cota paralelas entre sí, con un origen común (línea base). Cualquier dimensión intermedia se obtiene por diferencia entre las medidas de los extremos.

Figura 45

Pieza acotada en paralelo

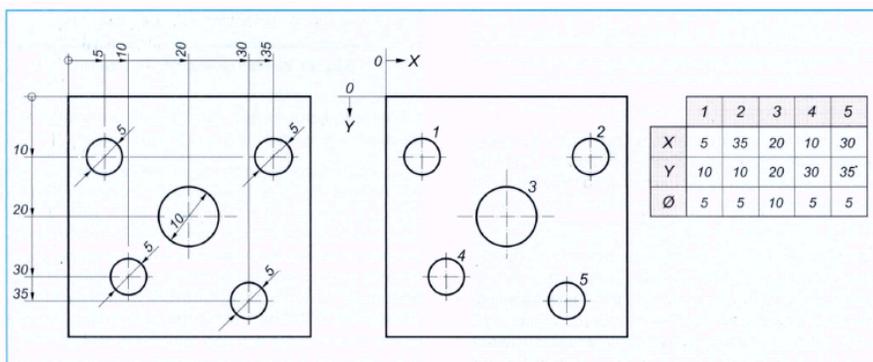
Nota. Tomado de *Normalización del Dibujo Técnico* (p.55) por, Cándido Preciado; Francisco Jesús Moral, 2004, Donostiarra



Acotación por Coordenadas. En caso de elementos distribuidos en una superficie, como por ejemplo taladros, se puede utilizar la acotación por coordenadas, dicho método consiste sustituir las cotas; en su lugar se muestran en una tabla la posición de los elementos que vayamos a acotar, conforme a su distancia de su eje X y su eje Y, conforme al punto de origen. Este tipo de acotación resulta especialmente útil para elementos que han de ser mecanizados en máquinas herramientas de control numérico computarizado (C.N C.).

Figura 46

Pieza acotada por medio de coordenadas



Nota. Tomado de *Normalización del Dibujo Técnico* (p.56) por, Cándido Preciado; Francisco Jesús Moral, 2004, Donostiarra

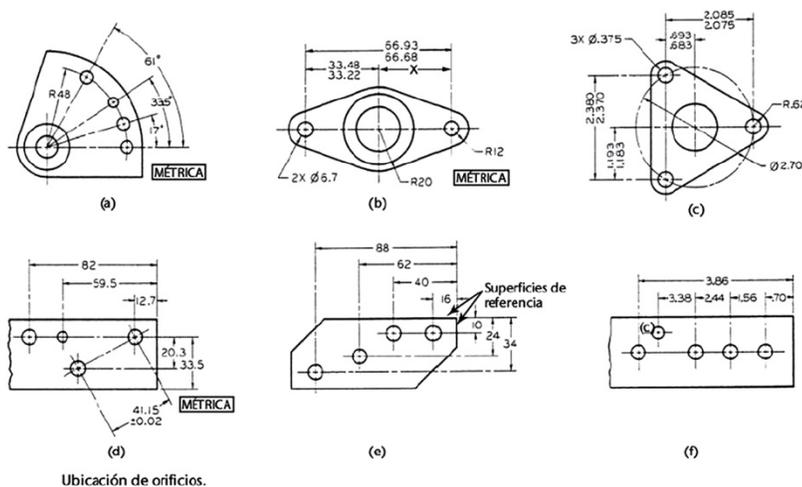
3.5.2.5 Cotas de Ubicación

Después de asignar el tamaño a las formas geométricas que componen la pieza se determina la ubicación que llevarán estos componentes respecto a la pieza. En general, las dimensiones de ubicación deben establecerse a partir de una superficie acabada o de un centro o línea central importante. Inclusive, deben conducir a superficies acabadas siempre que sea posible, porque las fundiciones y los forjados brutos varían en tamaño, y las superficies inacabadas no pueden tomarse como referencia para hacer mediciones exactas.

Usualmente el asignar cotas por ubicación se usan elementos que se tienen las mismas medidas y deben de estar en una distancia igual, como por ejemplo las matrices circulares, pero también en elementos estandarizados como tornillos o agujeros de taladro, ya que estos tienen medidas que no se pueden modificar, sino que se deben de tener conocimientos de sus normas de medidas estándar, lo más común es ubicarlas por la posición que queremos que ocupen. **(Ver Figura 47)**

Figura 47

Ejemplos de acotación por medio de la ubicación de orificios



Nota. Tomado de *Dibujo técnico con gráficas de ingeniería* (p.391) por, Giesecke, y otros ,2013, Pearson

La siguiente sección de este trabajo se hablará de las tolerancias dimensionales y de forma. Estos dos temas son los que nos llevarán a una acotación bajo los estándares de fabricación.

Muchas veces creemos que las medidas de lo que diseñamos, ya sea que se hable de un diseñador, arquitecto o ingeniero deben de ser exactas sin ningún margen de error y eso este lejos de la realidad; debido que en la fabricación piezas de medición exacta no son factibles para producir. “Sin embargo, los procesos de fabricación no permiten fabricar con dimensiones exactas; aunque permiten acercarse tanto como se quiera a las dimensiones exactas a cambio de aumentar el coste, a veces de forma casi exponencial” (Company, Vergara, & Mondragón, 2007, p. 399). Por eso, aunque cada las tolerancias dimensionales y de forma son temas independientes, se debe de ver como un conjunto en procesos de fabricación.

3.5.3 Tolerancias Dimensionales

Las tolerancias dimensionales son las que acompañan a las cifras de acotación, su uso es para especificar medidas en las cotas, además de otorgarles como dice su nombre una tolerancia de dimensión tanto positiva como negativa, es decir que a grandes rasgos que las tolerancias dimensionales son el margen de error permitido en la dimensión de una pieza.

“Añadir una tolerancia a una medida significa indicar unos márgenes de variación respecto a su valor teórico o nominal, de forma que se asume que cualquier pieza real cuya medida efectiva esté dentro de los márgenes indicados por la tolerancia es válida” (Company, Vergara, & Mondragón, 2007, p.400).

Como (Company, Vergara, & Mondragón, 2007) hacen bien en señalar que: cuando se añaden tolerancias, los modelos geométricos se convierten en modelos “envolventes”. Y que existe una envolvente por exceso y otra por defecto, y en como ambas establecen límites que utilizamos para cuantificar la tolerancia que se tiene permitido al fabricar. Además, dan por

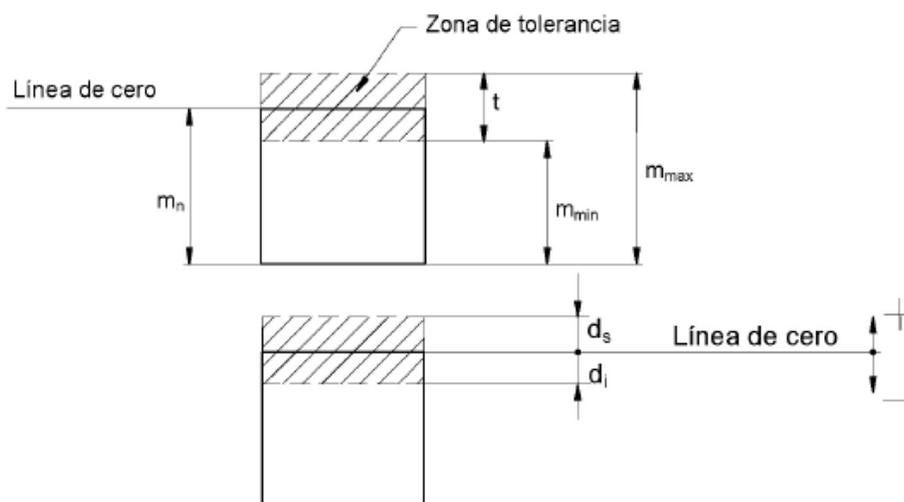
sentado que cualquier pieza mayor que la envolvente por exceso o menor que la envolvente por defecto es inaceptable.

“En concreto, para un elemento diseñado con una medida nominal (m_n), se definen un límite inferior (m_{min}) y un límite superior (m_{max}) entre los cuales puede oscilar libremente la medida real de los “x+y” elementos fabricados; de tal forma que se aceptan como aptos para la función a realizar si están dentro de la banda de tolerancia del modelo envolvente, y se consideran no aptos en cualquier otro caso.

La diferencia entre el límite superior (m_{max}) y el inferior (m_{min}) se denomina tolerancia” (Company, Vergara, & Mondragón, 2007, p.400).

Figura 48

Parámetros básicos de tolerancias dimensionales



Nota. Tomado de *Dibujo Industrial* (p.397) por, Company, Vergara, & Mondragón, 2007

Universidad Jaime I

3.5.3.1 Calidad de Tolerancias

Sólo existe una clasificación normalizada de valores, la de “Tolerancia para piezas lisas, hasta 500 mm” (UNE-EN 20286: 1996, ISO 286: 1988).

El principal beneficio de esta normalización es que se simplifican los procesos de fabricación (por ejemplo, por reducción de utillajes), y los procesos de comprobación (reducción de calibres, etc.).

Por tanto, en el sistema ISO, la indicación de una magnitud lineal con tolerancia se expresa con una cota en la cual se especifica la medida nominal seguida de un símbolo de la tolerancia, que se compone de una o dos letras que especifican la posición de la tolerancia y un valor numérico que define la calidad de la tolerancia o anchura de la zona de tolerancia. Se suele complementar esta indicación de la tolerancia consignando a continuación y entre paréntesis los valores de las desviaciones que corresponden a la tolerancia indicada.

En el sistema ISO se definen 18 calidades, o anchuras de la zona de tolerancia (01 - O - 1 - 2 - - 15 - 16), de tal forma que la tolerancia es mayor para un índice más grande. O lo que es lo mismo, la precisión de la medida aumenta cuando el índice disminuye. Estas 18 calidades se denominan también índices de tolerancia (IT) ya que no son valores fijos, sino que dependen de la medida nominal, o para decirlo mejor la medida de la pieza, **(Ver Anexo 1)**

A continuación, se muestra los parámetros de las 18 calidades de los índices de tolerancia.

- IT01 - IT0 Corresponde a calidades de lo que se denomina “ultra precisión”.
- IT1 - IT3 Son las calidades habituales para los instrumentos de medidas de precisión.
- IT4- IT10 Corresponden a calidades de piezas de máquinas que requieren precisión.
- IT11 - IT16 Corresponden a piezas que deben ensamblar, pero no requieren una gran precisión

3.5.3.2 Posición de Tolerancias

Sintetizando lo expuesto por (Company, Vergara, & Mondragón, 2007). Que dependiendo de la calidad que le asignemos a una pieza, esta es ubicada en una posición de tolerancias, donde su valor varía según el “margen de tolerancia”, es decir, el máximo error de

fabricación que resulta aceptable. Por tanto, para completar la información de tolerancias, hay que indicar cuál es la posición que debe ocupar la según el margen de tolerancia.

Para clasificar las posiciones la norma distingue entre elemento macizo y hueco. Debe tenerse presente que, por costumbre, en las tolerancias ISO se emplean las denominaciones de carácter técnico eje/agujero, en lugar de las más genéricas macizo/hueco. Así, la posición relativa de la zona de tolerancia respecto a la línea de cero, o medida nominal, viene dada por medio de una o dos letras minúsculas para elementos macizos y mayúsculas para huecos.

La letra h para ejes (o elementos macizos) y la H para agujeros (o huecos) corresponden a tolerancias de máximo material con cero obligado. Es decir, $ds = 0$ en los ejes, y $Di = 0$ en los agujeros. Para los agujeros, las letras del abecedario anteriores a la H corresponden a piezas con medida real estrictamente mayor que la nominal (agujeros más grandes). Mientras que, para los ejes, letras anteriores a la h significan medidas reales estrictamente menores que la nominal (ejes más pequeños). Por tanto, en estos casos, la posición de la zona de tolerancia queda determinada por la desviación superior (ds) en los ejes, y la inferior (Di) en los agujeros, es decir, la desviación correspondiente al límite más cercano a la medida nominal.

Tanto en ejes como en agujeros, la posición JS (J simétrica) cumple la condición de que $di = ds = IT/2$, por lo que la posición se deduce directamente del valor de la calidad.

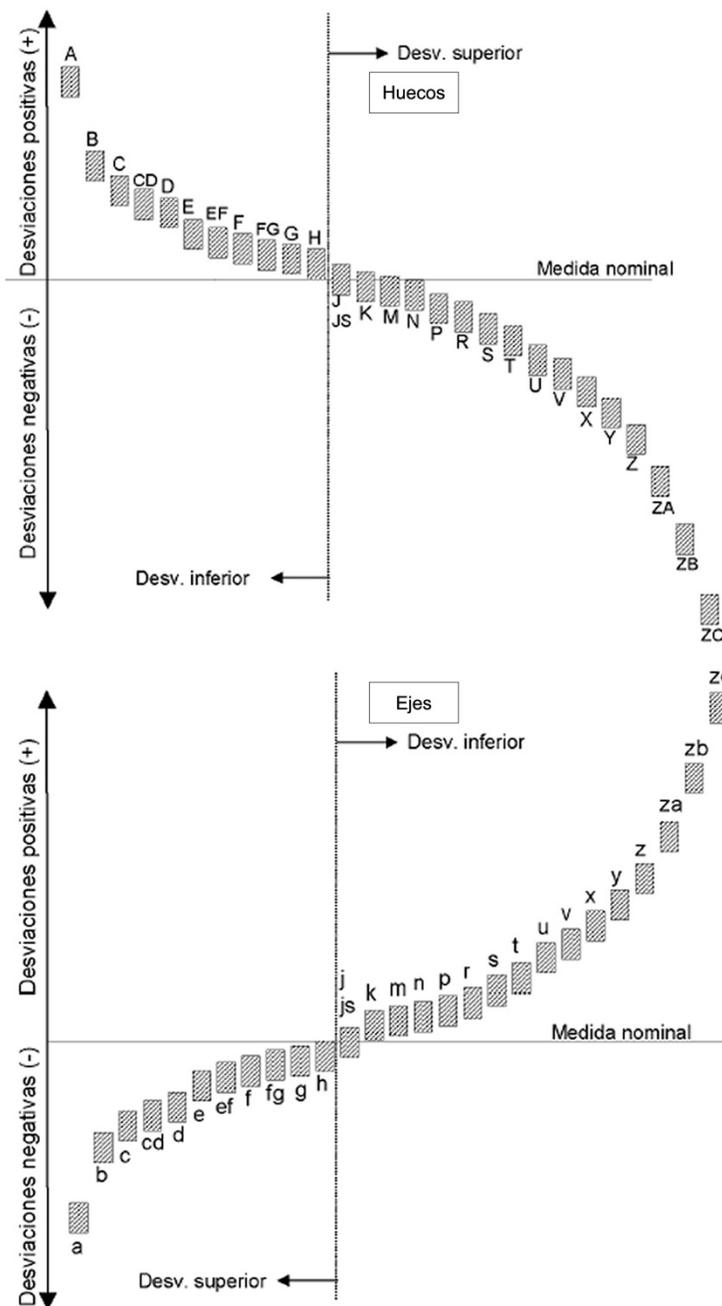
La posición J también corresponde al caso en que la medida nominal está comprendida entre el límite superior y el inferior. Pero en este caso, se especifica la desviación inferior en el caso de ejes, y la superior en el caso de agujeros, ya que, al no ser simétricas, la posición exacta de la banda de tolerancia no se deduce del valor de la calidad.

Teniendo todo esto en cuenta se puede decir que, hay un gran margen de combinaciones para elegir la calidad y la posición que podamos asignar a nuestras tolerancias, sin embargo, la mayoría de las veces esto se rige por el lugar de trabajo donde el diseñador se desempeña, como hemos abordado en secciones anteriores de esta tesis; el diseñador se

debe de adaptar a su lugar de trabajo. Dicho esto, podemos deducir que también las tolerancias se asignaran bajo los requisitos, función, y/o necesidades de la pieza que se estén realizando.

Figura 49

Posición de tolerancias ISO huecos



Nota. Se acomodo las tolerancias de posición. La parte superior son para los huecos y la parte inferior para los ejes. Elaboración propia, tomando información de *Dibujo Industrial* (p.403) por, Company, Vergara, & Mondragón, 2007, Universidad Jaime I

3.5.4 Ajustes

Un ajuste es la indicación del modo en que ensamblan dos piezas, una hueca y otra maciza, de la misma medida nominal. Controlar los ajustes es importante en algunos casos, porque el modo de ensamblar puede constituir una condición funcional; ya que dependiendo de que se produzca un hueco o una interferencia, el ajuste será móvil o fijo. Además, se pueden obtener diferentes grados de inmovilidad o movilidad.

“Se entiende por ajuste a la relación resultante de la diferencia, antes del montaje, entre las medidas de dos elementos (agujero y eje) destinados a acoplarse” (Preciado & Moral, 2004, p.88). En otras palabras, especificar un ajuste consiste en asignar tolerancias a las medidas de ambas piezas, de forma que se asegure el comportamiento deseado del ensamblaje.

3.5.4.1 Tipos de ajuste

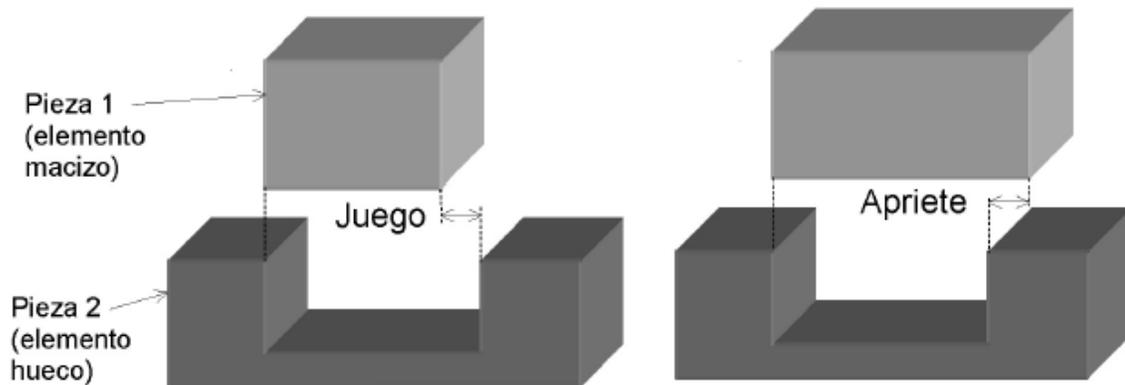
Entre las piezas que forman un ensamble (que deben encajar entre ellas), se usan los términos generales "agujero" y "eje"; que designan "huecos" y "sólidos" a piezas, tanto de geometría cilíndrica como prismática o de cualquier otra forma. Cabe mencionar que, en dichas piezas fabricadas a partir de la misma medida; siempre habrá un pequeño error de medida que dará lugar a dos situaciones diferentes:

- La medida del elemento hueco es mayor que la del elemento sólido. En este caso se dice que existe holgura entre las piezas y por tanto la unión es móvil; a esto es lo que se le llama “juego”. Se define el juego entre las piezas como la diferencia entre la medida real o “efectiva” del elemento hueco y la medida real o “efectiva” del elemento sólido.

- La medida del elemento hueco es menor o igual que la del elemento solido. En este caso el encaje de las piezas debe ser forzado y la unión es fija, o mejor conocido como “apriete”. Se define el apriete como la diferencia entre la medida del elemento solido y la medida del elemento hueco. **(Ver Figura 50)**

Figura 50

Ajuste con “juego” y “apriete”



Nota. Tomado de *Dibujo Industrial* (p.403) por, Company, Vergara, & Mondragón, 2007, Universidad Jaime I

(Company, Vergara, & Mondragón, 2007) aclaran que analizar las combinaciones de los valores en las piezas, hay técnicas modernas muy sofisticadas que se basan en la probabilidad; pero quedan fuera del alcance de lo recopilado en su libro, por lo cual nos aportan otra solución, que se basa en. Aplicar una metodología sencilla basada en combinar los casos límite de medida mínima y máxima para el elemento solido, con medida mínima y máxima para el elemento hueco. Entonces, resulta que pueden ocurrir tres situaciones límite o clases de ajustes:

- **Ajuste móvil.** Cualquier combinación de piezas fabricadas con las tolerancias del ajuste asegura una unión móvil, es decir, cualquier medida del agujero de las que están dentro de su tolerancia será siempre mayor que cualquier medida de

eje de las que están dentro de su tolerancia. Esta situación se produce cuando la medida máxima del eje es menor que la medida mínima del agujero.

- **Ajuste fijo.** Cualquier combinación de piezas fabricadas con las tolerancias del ajuste asegura una unión fija, es decir, cualquier medida del agujero que esté dentro de su tolerancia será siempre menor que cualquier medida de eje que esté dentro de su tolerancia (medida mínima del eje mayor que medida máxima del agujero).
- **Ajuste indeterminado.** Pueden existir combinaciones de piezas que cumplan sus tolerancias individuales, pero que den lugar tanto a uniones fijas como a uniones móviles. Desde el punto de vista de la funcionalidad del ajuste este tipo de ajuste no asegura ningún comportamiento claro de unión móvil o fija.

La norma ISO 1829: 1975 recomienda elegir preferentemente el sistema de agujero base; argumentando que resulta más fácil modificar tolerancias en la fabricación de un eje, por tratarse de una superficie exterior. Sólo se recomienda el sistema de eje base cuando aporta ventajas económicas incuestionables; por ejemplo, cuando la pieza “hueca” es una pieza normalizada, o un mismo eje debe tener ajustes diferentes con piezas distintas.

3.5.4.2 Sistemas de ajuste

Debido a que las superficies en contacto tienen una determinada tolerancia, de juego o de apriete, en principio pueden existir múltiples combinaciones eje-agujero, con diferentes posiciones de la zona de tolerancia, que proporcionen el ajuste adecuado. Para evitar esa multiplicidad se adoptan los sistemas de ajuste. Éstos se definen como un conjunto sistemático de ajustes, resultado de la combinación de determinadas zonas de tolerancia para ejes y agujeros. Para conseguir una serie sistemática de ajustes, se toma como referencia uno de los elementos, agujero o eje, con posición de tolerancia fija, y se escoge oportunamente la posición de la tolerancia del otro. Cabe resaltar que la medida nominal debe de ser la misma.

Teóricamente, como ya hemos visto, sería posible acoplar ejes y agujeros con posiciones y valores de tolerancias escogidos de cualquier forma entre los previstos. Sin embargo, el Comité de Estudios de ISO seleccionó dos sistemas de ajuste, con objeto de simplificar la gran cantidad de ajustes posibles. Éstos son el sistema de agujero base o agujero único y el sistema de eje base o eje único.

- **Sistema de agujero base o agujero único**

Conjunto sistemático de ajustes en los que los diferentes juegos o aprietes se obtienen por la asociación de ejes con diversas posiciones de tolerancia, con agujeros cuya posición de la zona tolerada es única. Dicha tolerancia para los agujeros se fija de forma que la medida mínima del agujero equivale a la nominal, o sea, la desviación inferior es nula. Esto implica que la posición de la tolerancia del agujero es la H.

- **Sistema de eje base o eje único**

Conjunto sistemático de ajustes en los que los diferentes juegos o aprietes se obtienen por la asociación de agujeros con diversas posiciones de tolerancia, con ejes cuya posición de la zona tolerada es única. Dicha tolerancia para los ejes se fija de forma que la medida máxima del eje equivale a la nominal, o sea, la desviación superior es nula, implicando que la posición de la tolerancia del eje es la h. (**Ver**

Anexo 2).

El uso. De estos sistemas es en base al tipo de piezas que diseña una determinada fabrica.

Poniendo como ejemplo una fabrica que diseñe motores decantara mas por el sistema de eje único, ya que diseñaría varios engranes que se acoplen a su eje, en vez de diseñar varios motores que se acoplen al hueco de un determinado eje, dado que, por lógica esto elevaría el costo de producción de una manera sustancial.

3.5.4.3 Representación de los Ajustes

La representación dimensional de los ajustes, se rige por dos posibilidades: por medio de los símbolos ISO o por medio de cifras, indicando las tolerancias del agujero y del eje.

Con la nomenclatura ISO, los símbolos del agujero se disponen delante o sobre los del eje. Con el uso de las cifras de las tolerancias, el ajuste se representa designando a los elementos o identificándolos con un número.

Como ya se hizo mención la asignación de dimensiones y tolerancias de ajustes se usa en ensambles, por lo cual en representación de planos no será visible al menos que se muestre un plano de despiece de los diferentes componentes de una pieza ensamblada.

3.5.5 Tolerancias geométricas

Al igual que las tolerancias dimensionales, las tolerancias geométricas sólo tienen uso en el ámbito de la fabricación. Es decir, son asignadas bajo la premisa de que las a fabricarse no tienen una forma real exacta y estas tienen deformaciones en que ocasionan que no se pueden obtener piezas con una forma exactamente igual a la deseada. Por ello, se deben determinar las variaciones de forma y posición de elementos que son aceptables, es decir, cuál es la máxima desviación que puede tener la geometría real respecto a la teórica o deseable.

Para indicar las tolerancias de forma y posición se debe utilizar una simbología específica, que modifique o matice las formas indicadas en las vistas y convencionalismos.

Aunque los tamaños de las piezas pueden indicarse con bastante precisión en los dibujos acotados con tolerancias dimensionales, éstos, con cierta frecuencia, no limitan con suficiente precisión la verdadera forma geométrica de la pieza. Es decir, que las tolerancias dimensionales aportan un control local de la magnitud acotada, mientras que las tolerancias geométricas ejercen un control más global de la geometría. Se puede decir que, a través de dimensiones no se pueden controlar todas las formas; por ejemplo, no se puede controlar la rectitud de un eje de revolución o la planicidad de una placa de aluminio.

“Las tolerancias geométricas son los límites de variación dentro de los cuales se acepta que un elemento geométrico real.

Estos límites de variación se expresan como desviaciones permitidas respecto a la forma y posición teóricas, y definen una zona de tolerancia dentro de la cual debe estar contenido el elemento real sometido a tolerancia” (Company, Vergara, & Mondragón, 2007, p.433).

Además, estos mismos autores exponen la distinción de dos tipos de tolerancias, las que se denominan intrínsecas porque afectan a un único elemento característico, y las extrínsecas, que necesitan un elemento de referencia, de tal modo que la condición geométrica que se controla en un elemento, sólo tiene sentido considerada en relación con otro elemento.

No es necesario que exista una tolerancia de medida para que se pueda especificar una tolerancia geométrica. Por ejemplo, se puede exigir que una cierta superficie de apoyo sea “plana” sin exigir una tolerancia dimensional de la misma.

3.5.5.1 Representación Normalizada de Tolerancias Geométricas

Las reglas generales de representación normalizada e interpretación de las tolerancias geométricas se agrupan en normas nacionales e internacionales (UNE-EN ISO 1101:2006, UNI 7226, ASME Y14.5M-1994).

En general, la representación de una tolerancia geométrica debe hacer constar:

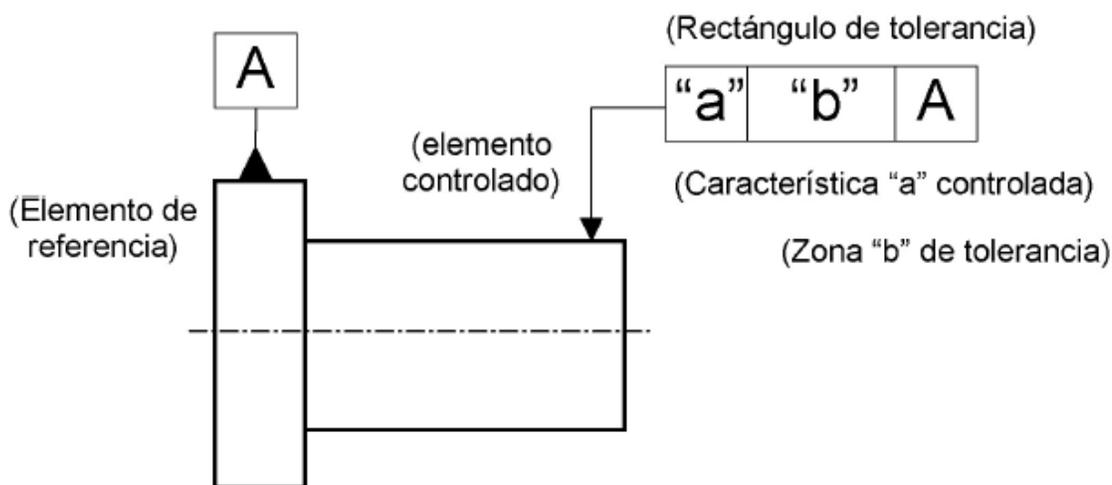
- El elemento a controlar.
- La cualidad o característica geométrica que se exige a dicho elemento.
- La zona de tolerancia.
- El elemento de referencia.

El rectángulo de tolerancias es una caja rectangular dibujada en línea fina que siempre se coloca horizontal. Este rectángulo se divide en dos o tres partes. En la parte izquierda se coloca un símbolo que hace referencia a la característica a controlar. La parte central aloja la

indicación de la zona de tolerancia, es decir, el tamaño y la forma de la zona dentro de la cual se permitirá que el elemento controlado esté contenido. La parte derecha contiene la referencia a el/los elementos de referencia. Esta última, a su vez, se puede subdividir en diferentes casillas (**Ver Figura 51**).

Figura 51

Indicación de tolerancia geométrica.



Nota. Tomado de *Dibujo Industrial* (p.434) por, Company, Vergara, & Mondragón, 2007, Universidad Jaime I

3.5.6 Tolerancias de Forma

Dentro de estas tolerancias se ven que la forma de un objeto no es perfecta y tienen deformaciones. Así mismo, lo que se va observar que elementos podemos considerar como tolerancia en perspectiva con su forma.

3.5.6.1 Rectitud.

La tolerancia de rectitud establece que el elemento afectado por dicha tolerancia esté comprendido todo él entre dos rectas paralelas entre sí, equidistantes del elemento teórico, y separadas el valor de la tolerancia. Por ejemplo, la condición impuesta por la tolerancia de la generatriz señalada debe estar entre dos rectas paralelas, contenidas en el plano axial, que

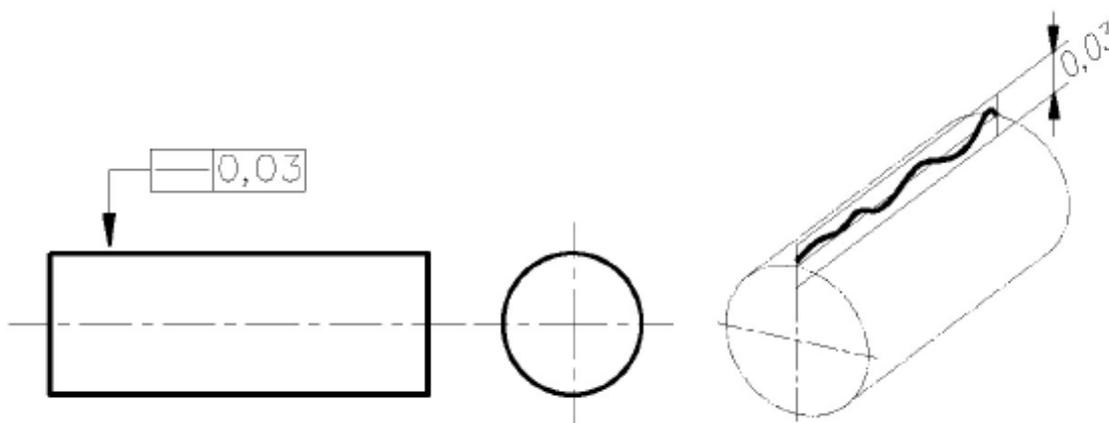
pase por ella y por el eje de revolución, equidistantes de la generatriz teórica, y separadas por el valor de la tolerancia. También es importante destacar que la generatriz sometida a tolerancia es “cualquiera”, porque no se ha hecho referencia a ninguna en particular.

Dicho de otra manera, lo que busca representar la tolerancia de rectitud es determinar que tan recto es el eje de los cilindros y asignar un valor a la rectitud de la pieza (**Ver Figura 52**).

Usualmente es usado para flechas mecánicas o piezas que tengan un eje de revolución.

Figura 52

Visualización de tolerancia de rectitud



Nota. Tomado de *Dibujo Industrial* (p.441) por, Company, Vergara, & Mondragón, 2007, Universidad Jaime I

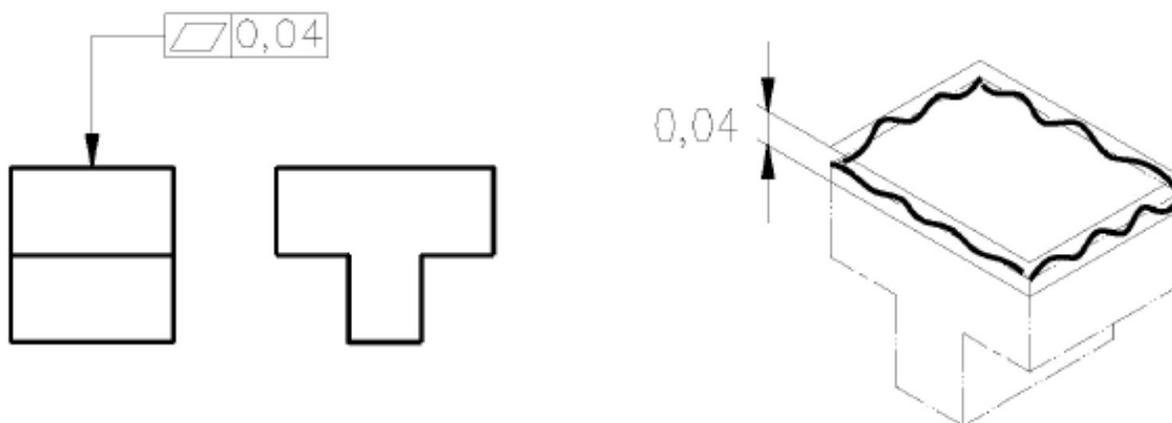
3.5.6.2 Planicidad.

La planicidad es una tolerancia geométrica que limita el margen de error de planicidad de una superficie. Normalmente se usa en laminas de acero, pero hay una variedad de diseños con una cara plana. La zona de tolerancia para un control de planicidad es tridimensional. Esta consiste de dos planos paralelos dentro de los cuales se deben localizar todos los elementos de la superficie (**Ver Figura 53**).

La distancia entre los dos planos paralelos es igual al valor de la tolerancia del control de planicidad. La planicidad (igual que otros controles de forma) se mide al comparar la superficie con su contraparte ideal. En el caso de planicidad el primer plano de la zona de tolerancia (un plano teórico de referencia) se establece al hacer contacto con los tres puntos más altos de la superficie controlada. El segundo plano de la zona de tolerancia está paralelo al primer plano, separado por el valor de la tolerancia. (Krulikowski, 1997, p.102).

Figura 53

Visualización de tolerancia de planicidad



Nota. Tomado de *Dibujo Industrial* (p.441) por, Company, Vergara, & Mondragón, 2007, Universidad Jaime I

3.5.6.3 Circularidad.

“La circularidad define que tanto los elementos circulares pueden variar de un círculo perfecto” (Krulikowski, 1997, p.134).

Circularidad es una condición en la cual todos los puntos de un círculo, en cualquier sección perpendicular tienen la misma distancia al eje común. La circularidad puede ser aplicada a cualquier figura que tenga una sección transversal diametral (redonda).

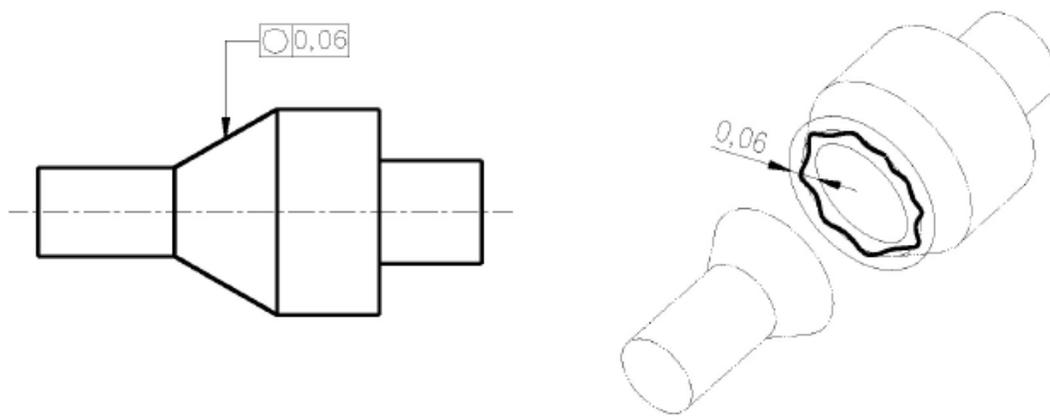
Como ya hemos visto en los casos anteriores las tolerancias tienen un control, y en este caso; el control de circularidad es una tolerancia geométrica que limita el margen del error de circularidad en la superficie de una parte. Esta especifica que cada elemento circular de la

superficie de una parte debe localizarse dentro de una zona de tolerancia formada por dos círculos concéntricos (**Ver Figura 54**).

Una razón común para el uso de un control de circularidad en un dibujo es el limitar la lobulización (fuera de redondez). En ciertos casos la lobulización del diámetro de una flecha causa la falla prematura de rodamientos y cojinetes.

Figura 54

Tolerancia de redondez



Nota. Tomado de **Dibujo Industrial** (p.448) por, Company, Vergara, & Mondragón, 2007, Universidad Jaime I

3.5.6.4 Cilindricidad.

La cilindricidad define que tanto se puede desviar una superficie de un cilindro perfecto.

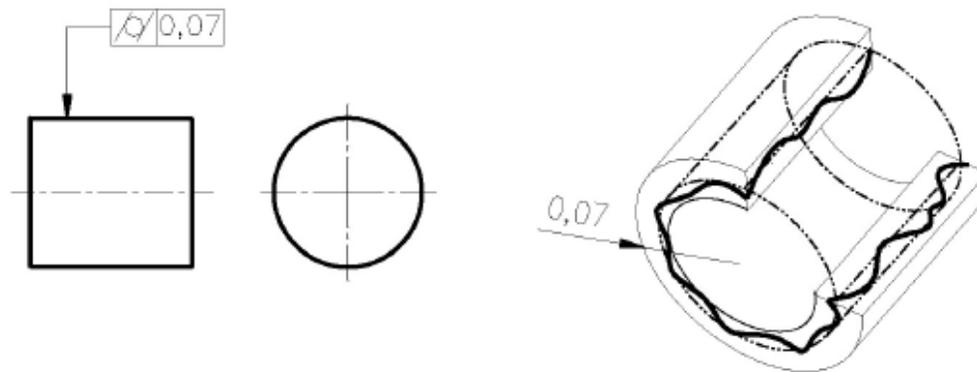
Se puede decir que una misma pieza puede tener mas de un tipo de tolerancia geométrica.

La tolerancia de cilindridad impone que la superficie cilíndrica debe estar comprendida dentro de una zona tubular (Ver

Figura 55).

Figura 55

Tolerancia de Cilindricidad



Nota. Tomado de *Dibujo Industrial* (p.448) por, Company, Vergara, & Mondragón, 2007, Universidad Jaime I

3.5.7 Tolerancias de Orientación

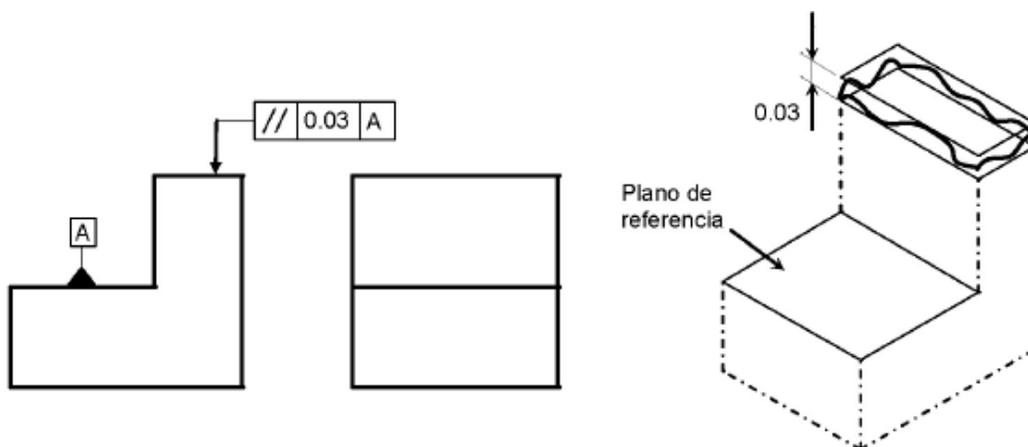
“Las tolerancias de orientación precisan todas de un elemento de referencia. Controlan la orientación (paralela, perpendicular o con una cierta inclinación) entre dos elementos, que pueden ser rectas o planos” (Company, Vergara, & Mondragón, 2007, p.451).

3.5.7.1 Paralelismo.

El paralelismo se usa para controlar la orientación de superficies que son paralelas a un plano o recta, y así poder evitar errores de ensamble, debido a que uno de los elementos de la tolerancia escogida puede que tenga alguna deformación o inclinación.

Figura 56

Tolerancia de paralelismo aplicada a una superficie plana



Nota. Tomado de *Dibujo Industrial* (p.451) por, Company, Vergara, & Mondragón, 2007, Universidad Jaime I

3.5.7.2 Perpendicularidad.

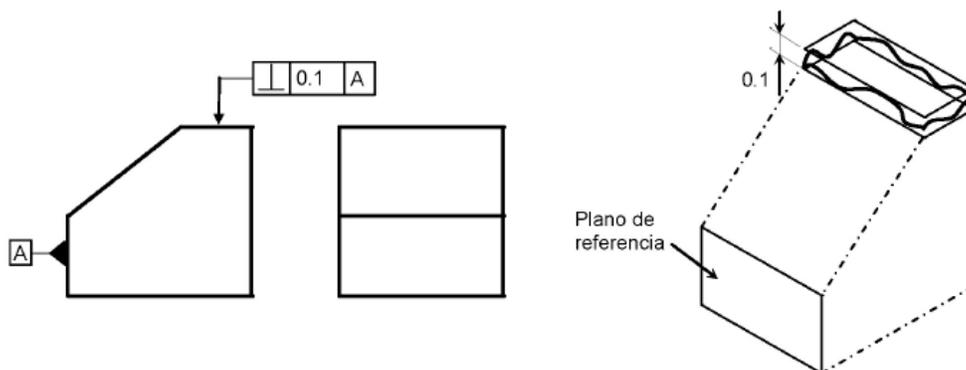
La tolerancia de perpendicularidad se puede considerar un caso particular de la de inclinación, en la que el ángulo es de 90° . Al igual que la anterior, se puede aplicar a rectas o planos, y el elemento de referencia a su vez puede ser una recta o un plano.

En general, la zona de tolerancia es la superficie comprendida entre dos líneas paralelas o el volumen entre dos planos paralelos, siendo a su vez estas líneas o planos perpendiculares al elemento de referencia (**Ver**

Figura 57).

Figura 57

Tolerancia de perpendicularidad aplicada a un plano

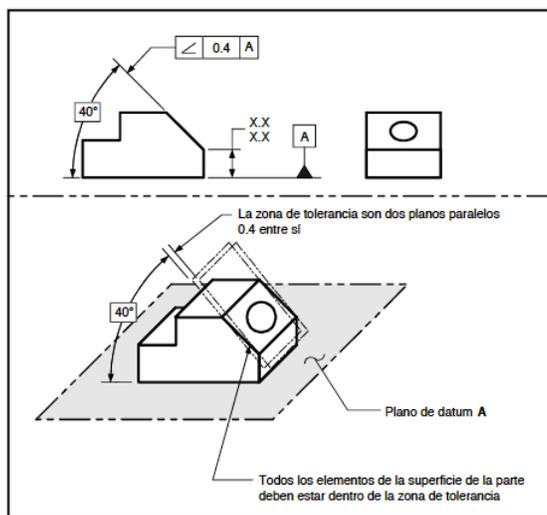


Nota. Tomado de *Dibujo Industrial* (p.452) por, Company, Vergara, & Mondragón, 2007, Universidad Jaime I

3.5.7.3 Angularidad.

La angularidad forma parte de las tolerancias de orientación. La perpendicularidad se usa para controlar la orientación de superficies que son 90° al plano; la angularidad se usa para controlar la orientación de superficies que son orientadas por un ángulo básico (a excepción de 90°) desde el plano. Es decir que la angularidad nos permite establecer la desviación de un componente dentro del parámetro del ángulo que se le asigno.

Figura 58 Tolerancia de angularidad aplicada a una superficie



Nota. Tomado de *Dimensiones y Tolerancias Geométricas* (p.264) por, Alex Krulikowski, 1997, Effective

3.5.8 Tolerancia de posición

“Las tolerancias de posición limitan las desviaciones de la posición de un elemento geométrico respecto de la posición de otro u otros, estableciendo las envolventes que contendrán las variaciones de posición del primer elemento” (Preciado & Moral, 2004, p. 104)

Las tolerancias de posición, definidas en UNE-EN-ISO 5458-1999, controlan la desviación de un elemento a partir de la definición de su posición perfecta. En función del elemento que se pretenda controlar la zona de tolerancia puede ser:

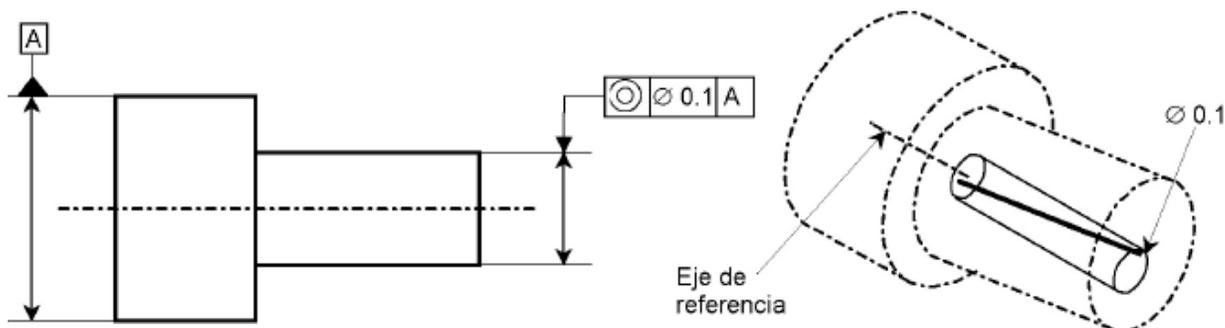
- Un círculo, si se controla la posición de un punto en un plano.
- Un cilindro o un paralelepípedo, si se controla la posición de una recta o eje
- La superficie entre dos líneas paralelas, si se controla la posición de una línea sobre una superficie.
- El volumen entre dos planos paralelos, si se controla la posición de una superficie plana.

3.5.8.1 Tolerancia de concentricidad o coaxialidad.

La tolerancia de coaxialidad se puede considerar un caso especial de las de posición en la que el elemento controlado y el elemento de referencia son ejes de cilindros o centros de círculos. Los círculos o cilindros, en su estado perfecto o deseado, deben ser concéntricos o coaxiales, respectivamente. La tolerancia controla las desviaciones de la posición del centro o eje del elemento controlado a partir del centro o eje del elemento de referencia (**Ver Figura 59**).

Figura 59

Tolerancia de coaxialidad



Nota. Tomado de *Dibujo Industrial* (p.451) por, Company, Vergara, & Mondragón, 2007, Universidad Jaime I

3.5.8.2 Tolerancia de simetría

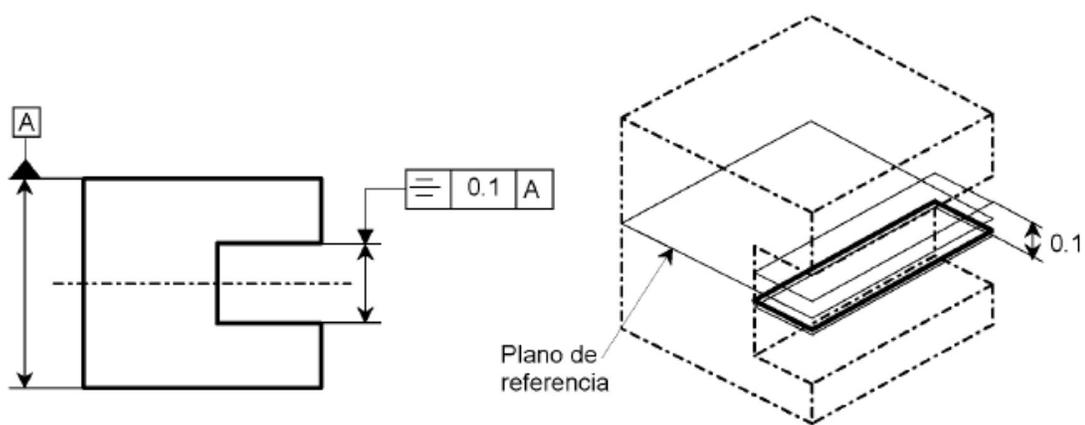
Se puede considerar también un caso particular de las tolerancias de posición, en el que la posición de un elemento se establece a través de su relación de simetría respecto de una referencia.

En general, la zona de tolerancia es la superficie entre dos líneas paralelas o el espacio entre dos planos paralelos. Estas líneas o planos están dispuestos simétricamente y distantes el valor de la tolerancia. La zona de tolerancia puede ser también un paralelepípedo si se aplican a un elemento dos tolerancias de simetría perpendiculares entre sí (Ver

Figura 60).

Figura 60

Tolerancia de simetría



Nota. Tomado de *Dibujo Industrial* (p.455) por, Company, Vergara, & Mondragón, 2007, Universidad Jaime I

CAPÍTULO 4 CASO DE ESTUDIO

En este capítulo, se presenta un caso de estudio, en el que se ve aplicada la información que se presentó a lo largo de esta tesis.

El caso de estudio consistió en el análisis y elaboración de planos y modelos tridimensionales de un producto de índole mecánico denominado como *Turbina Darrieus*, que se realizó en el CIICAp-UAEM (Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos).

Cabe mencionar que el caso de estudio se abordará bajo los pasos de la metodología proyectual; con la finalidad de observar los procesos que se llevaron para su realización. Poniendo en primer lugar el orden y los elementos de la metodología proyectual, seguido de la adecuada representación visual del bocetado del producto, seguido de esto se pasó a la elaboración de planos y representación 3D por medio de programas de representación en formato CAD y su posterior renderización; dado que estas pueden dar una visión más apegada a la realidad de la *Turbina Darrieus*.

4.1 Análisis del problema del caso de estudio

El CIICAp realiza una gran variedad de estudios, investigación y elaboración de elementos de ingeniería y fue una gran experiencia para este autor realizar su servicio social en esta institución.

En tiempo en el que se realizaba el servicio, los ingenieros del CIICAp, del Departamento de Vibraciones Mecánicas, estaban trabajando con turbinas. Dichas turbinas estaban en la fase de prototipo en escala, ya con materiales que se usarían en el ambiente real; y por así llamarlo, el problema en cuestión era que solo faltaba generar los archivos

digitales para su uso posterior. A pesar de que no pareciera un gran problema o incluso un problema real que un diseñador debe de afrontar, en realidad sí lo es. La cuestión radica en que todo proyecto de diseño debe de contar con archivos en diferentes formatos digitales, dependiendo el uso que el diseñador tenga destinado.

En este caso, los archivos digitales que se tenían que tener a disposición, eran archivos que permiten la visualización de planos y de los modelos en 3D. Sin embargo, el departamento de vibraciones mecánicas no tenía los archivos digitales y bocetos iniciales de sus propuestas de turbinas para poder hacer las presentaciones necesarias, tener respaldo de su información y tener los formatos de producción, por lo tanto, mi actividad consistió en el desarrollo de los mismos.

4.1.1 Recolección y análisis de datos

Por las razones enunciadas anteriormente se puede comprender que una gran cantidad de datos fueron aportados por parte del CIICAp para el desarrollo, la elaboración y la funcionalidad de la turbina, sin embargo, existían más datos por recopilar.

En el diseño, cada proyecto representa un reto para el diseñador, que se resuelve de manera única y particular enfocado siempre en la investigación. En este caso particular, el proceso de investigación radicaba en descubrir cómo elaborar la turbina en el formato CAD, puesto que hay varios programas para diseño CAD²⁴, lógicamente se optó por el programa que se maneja en el lugar de trabajo; en este caso era Solidworks.

La investigación que se debía de llevar a cabo era profundizar en el uso de Solidworks, ya que, este autor se tenía un manejo del software básico, y no estaba preparado para elaborar

²⁴ Los sistemas de diseño asistido por computadora (CAD, acrónimo de Computer Aided Design) pueden utilizarse para generar dibujos y modelos con muchas características de un determinado producto, por ejemplo el tamaño, medidas, cálculos y la forma de cada componente y pueden ser almacenados como dibujos bi y tridimensionales.

propuestas de diseño más elaboradas y la interpretación de planos de las mismas. Así que se optó en profundizar en el manejo de Solidworks; al tomar clases extra, leer libros y por supuesto recibir las tutorías y consejos del asesor directo del CIICAp, dando como resultado una mejora en el manejo del software para poder realizar las tareas que se encomendaban.

También, dentro de las labores de recopilación de información, estaba el desmontar las turbinas y tomar todas las medidas que eran requeridas, donde comencé a trabajar con el Calibrador Vernier, esta herramienta permite tomar medidas con mayor exactitud que otras herramientas de medición, además de medir diámetros, grosores y profundidades; gracias al Vernier se recopilaron las medidas que permitieron realizar el modelo de la turbina de un modo más exacto y profesional.

Figura 61

Calibrador Vernier



Nota. Tomado de **Tramontina** [Fotografía]

por, Tramontina 2022, (<https://www.tramontina.com.br/es/p/44540002-512-calibrador-vernier-capacidad-200-mm-8-tramontina-pro>).CC BY 2.0

4.1.2 Creatividad

Pareciera que al tener un elemento ya realizado donde no entra el factor de la creatividad relacionado con la estética no quiere decir que esté ausente su aplicación. Siguiendo con el caso de la elaboración de los modelos 3D y planos de la *Turbina Darrieus*, la aplicación de la creatividad consistía en cómo se iba modelar la pieza de la manera más breve y apegada a la

realidad posible, es decir, imaginar lo que estaba realizando la pieza de manera manual, por lo que se tenía que decidir, a partir de la experimentación, como utilizar Solidworks que permitiera modelar la pieza de manera más rápida, sencilla y que los procesos fueran parecidos a los de la vida real. Por ejemplo, para hacer la perforación de un disco metálico, se debe poner la base de la pieza sobre una superficie rígida para que esta tenga más estabilidad y soporte; por el contrario, si se pone el disco verticalmente sobre la misma base rígida, la perforación no podría hacerse porque representa falta de seguridad y de lógica y por lo tanto pérdida de tiempo

Por lo cual, la investigación y el profundizar los conocimientos de las herramientas que utilizamos en cada uno de los proyectos que realicemos facilita la solución de lo que estemos diseñando de una manera más lógica y creativa.

4.1.3 Materiales y tecnología

La mayoría de los componentes del modelo de la *Turbina Darrieus* eran de acero inoxidable salvo el alabe²⁵; que era la parte donde el CIICAp buscaba hacer la innovación de su turbina a través de cambios en la forma que dependiendo de esta misma brindaban propiedades particulares las cuales no pueden ser mencionadas por confidencialidad. Esta parte del proceso se realizaba a través de impresión 3D, cabe mencionar que en la época cuando se realizó el servicio social por parte de este autor, o sea en el 2018, la impresión 3D apenas estaba iniciando su apogeo, por lo que solo la UAEM contaba con impresoras 3D, y dichas impresoras funcionaban con rollos de PLA²⁶.

²⁵ Un álabe es la paleta curva de una turbomáquina o máquina de fluido rotodinámica.

²⁶ Ácido poliláctico, comúnmente conocido como PLA, es uno de los materiales más populares utilizados en la impresión 3D de escritorio. Es el filamento por defecto elegido para la mayoría de las impresoras 3D.

4.1.4 Experimentación

Los rollos de PLA eran utilizados para hacer los prototipos de la forma ideal del alabe. Una vez obtenido la forma idónea del alabe se comenzaron a hacer las pruebas de funcionalidad, en la cuales se observó que el PLA no resistía ciertas temperaturas por lo que hacía que las piezas se rompieran a través del uso, viendo este inconveniente se buscó un nuevo material que ofreciera un mayor soporte a las temperaturas pero que siguiera siendo de fácil obtención, por lo cual después de considerar las necesidades presentes se optó por filamentos de PET (Tereftalato de Polietileno).

El PET es un material plástico que tiene muchos usos en la industria, ya que tiene propiedades como: resistencia al desgaste, resistencia química que permite estar en contacto con ciertos disolventes y aceites sin estropearse, capacidad de termo formado y soporte de temperaturas mayores. Las características del PET dieron la oportunidad de hacer las pruebas de funcionalidad sin riesgos de quiebre de las piezas.

4.1.5 Modelos y verificación

Ya teniendo el análisis de la información que en este caso es: tener las medidas de los componentes de la turbina, saber cómo funcionaba, los cálculos que se hicieron en el alabe y un mayor conocimiento del software de Solidworks, finalmente se pudo comenzar a realizar cada una de las piezas que la componían. Cada una tenía bien establecidas sus medidas y el modo de su realización era el más apegado a la viabilidad para su construcción final por el tornero o por la persona encargada de su construcción, por lo que el paso siguiente fue verificar que las piezas modeladas estuvieran con las medidas y especificaciones correctas para que posteriormente se realicen los planos pertinentes que de igual manera se verificaron y fueron aprobados.

4.1.6 Dibujos constructivos

Este apartado consta de los archivos digitales ya listos para mostrar a todo el personal que se encargara de la producción de la turbina pasando por las pruebas hechas por el CIICAp. Los

modelos de las piezas y sus planos quedaron guardados en una base de datos, sin embargo, con fines académicos en favor de este estudio se me permitió mostrar algunas de las piezas.

4.2 Etapas del proceso

A continuación, se presenta el proceso de desarrollo de estas piezas para su realización.

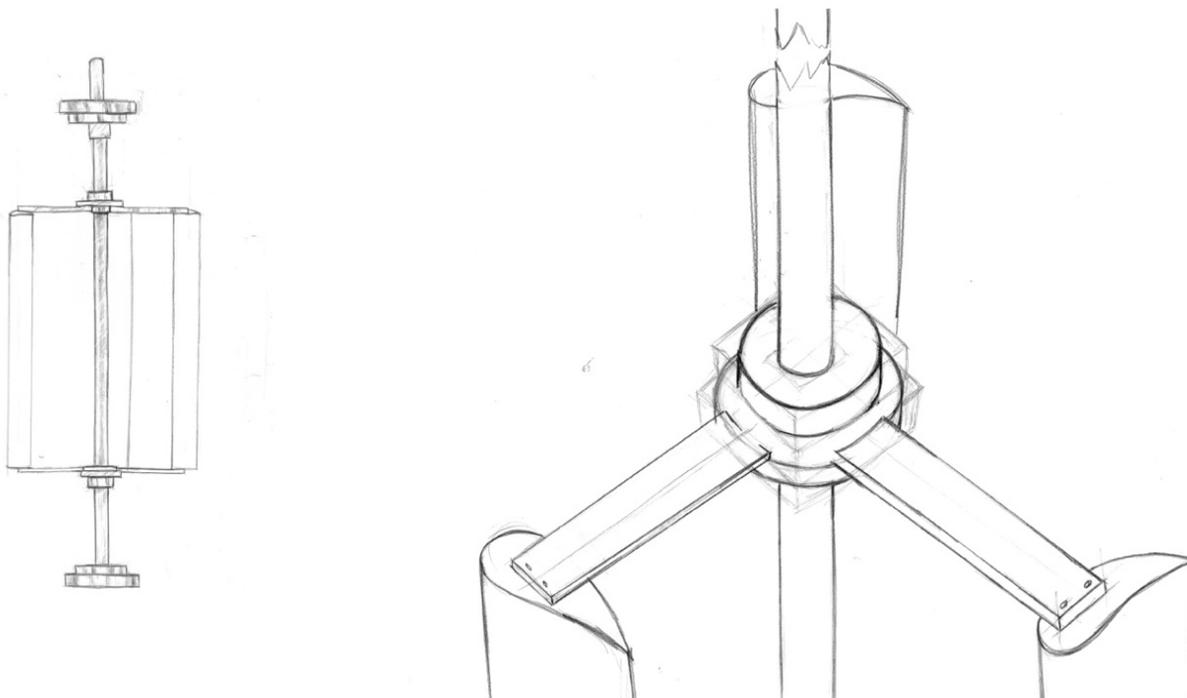
4.2.1 Bocetaje

Una idea clara que tenía el CIICAp era tener un control de todo lo que realizaban. De este modo todos sus proyectos tenían desde fichas de registro, número de serie, fichas técnicas entre otras cosas más y en el caso del proyecto de la Turbina Darrieus se le encomendó a este autor el proceso ilustrativo.

Se comenzará mostrando los bocetos iniciales de la turbina y algunas piezas que la componen.

Figura 62

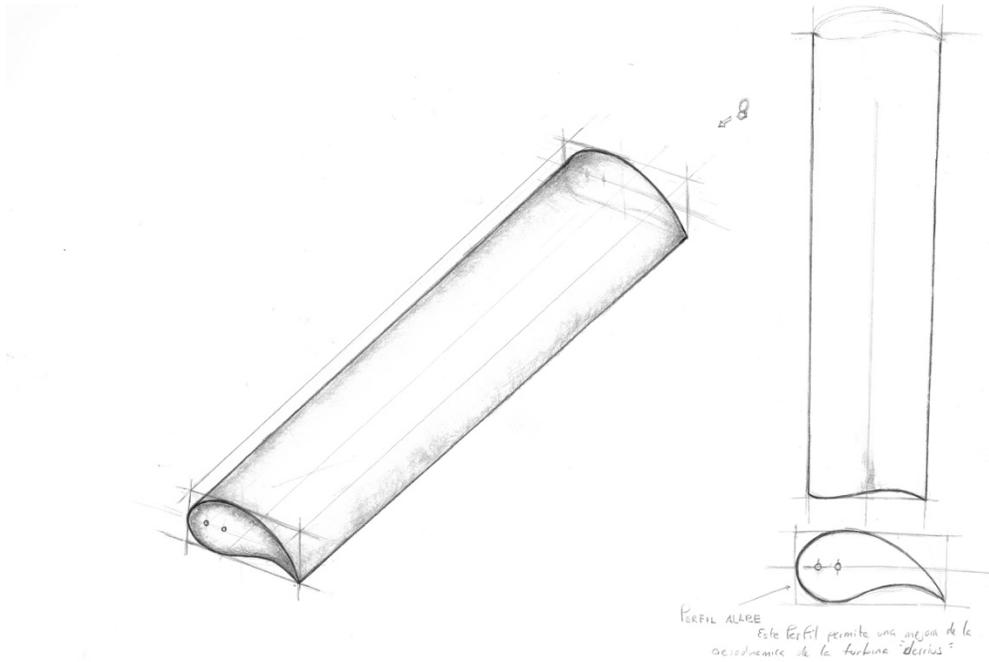
Boceto de vista frontal de la turbina Darrieus, acompañada de un primer plano donde se visualiza la unión de los alabes a través de un soporte.



Nota: Elaboración propia

Figura 63

Boceto del alabe de Turbina Darrieus en vistas de presentación



Nota: Elaboración propia

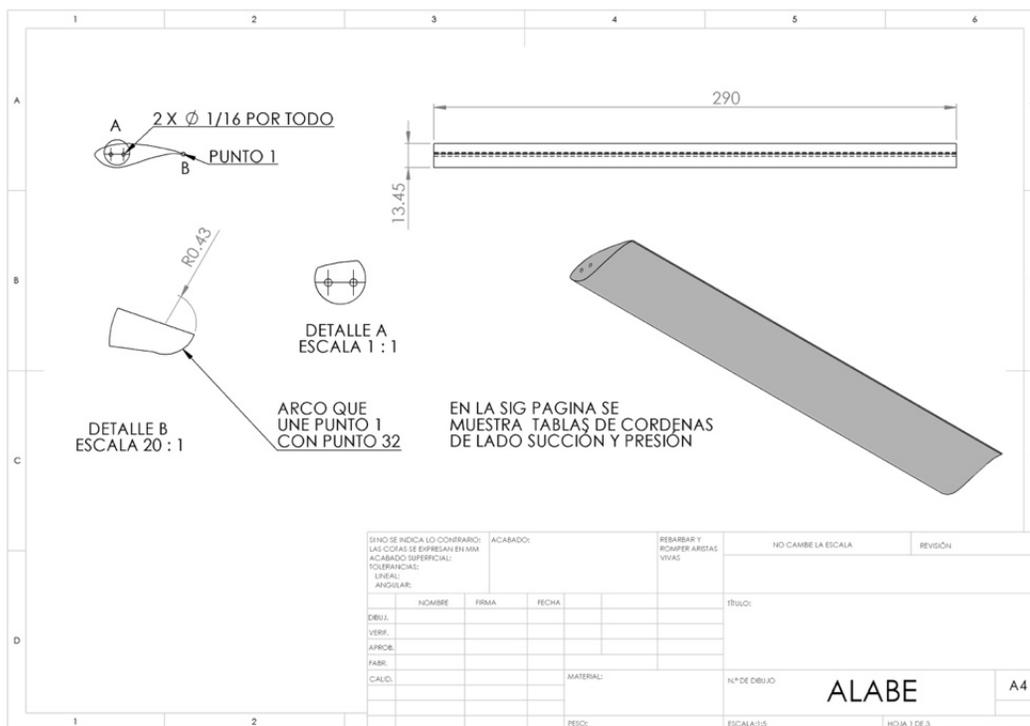
4.2.2 Planos

Luego de tener los bocetos realizados se procedió a pasarlos en formato de planos con los que se obtendría una estructura con medidas y las tolerancias asignadas para su posterior elaboración en formato CAD.

A continuación, mostraremos planos de algunas piezas de la turbina y en posterior del ensamble de la misma.

Figura 64

Plano de alabe

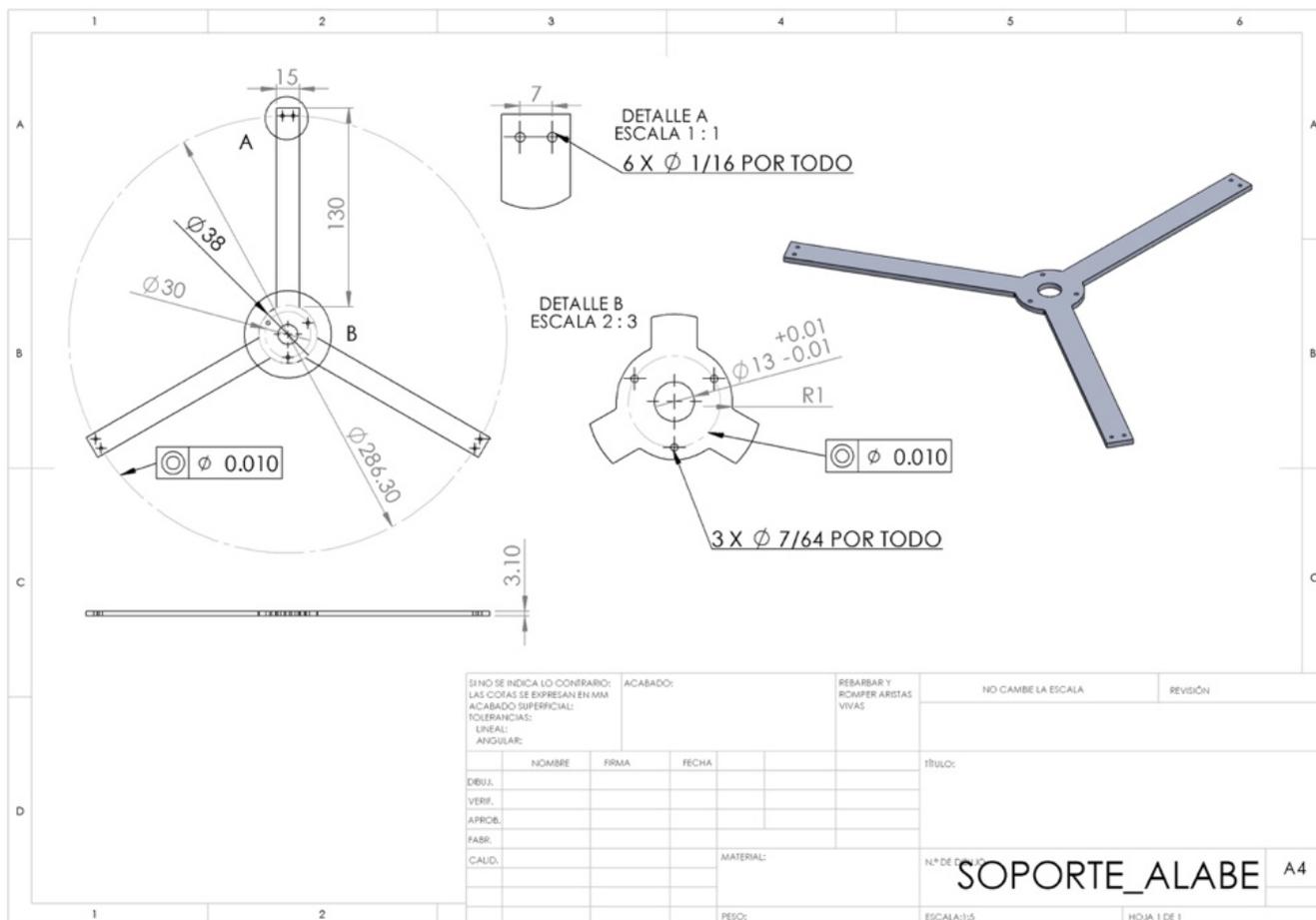


Nota: en los planos pueden verse los aspectos mencionados en el apartado "Fundamentos del dibujo industrial"
Elaboración propia.

Como se ha ido mencionado a lo largo de este capítulo, el alabe fue la pieza distintiva de esta turbina, debido a que su diseño aprovechaba mejor las corrientes de aire y teniendo una mayor resistencia a este elemento. Por lo que es importante mostrar cómo está conformado.

Figura 65

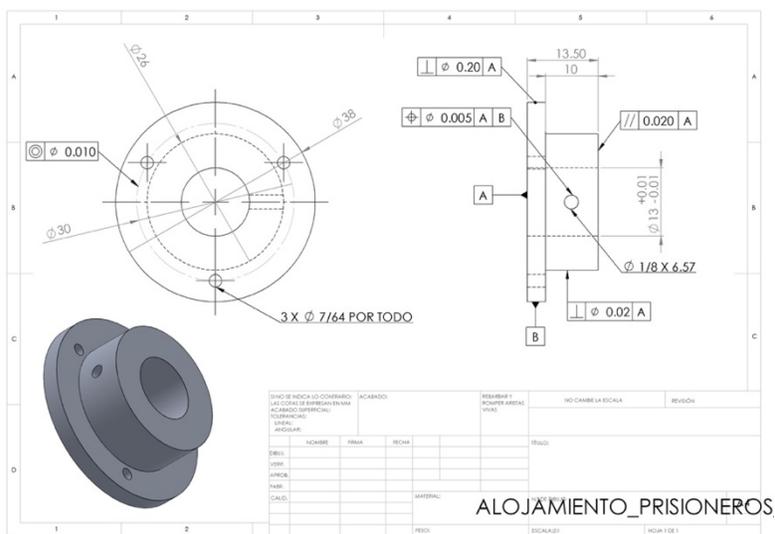
Plano del soporte alabe.



Nota: En este plano comenzamos a ver las tolerancias de dimensión y de forma. Elaboración propia.

Figura 66

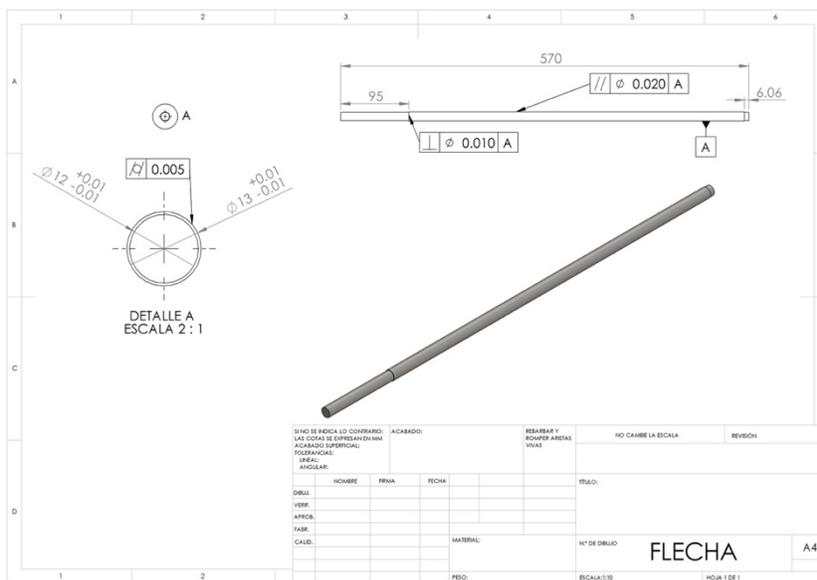
Plano de alojamiento de prisioneros



Nota: Elaboración propia

Figura 67

Plano flecha

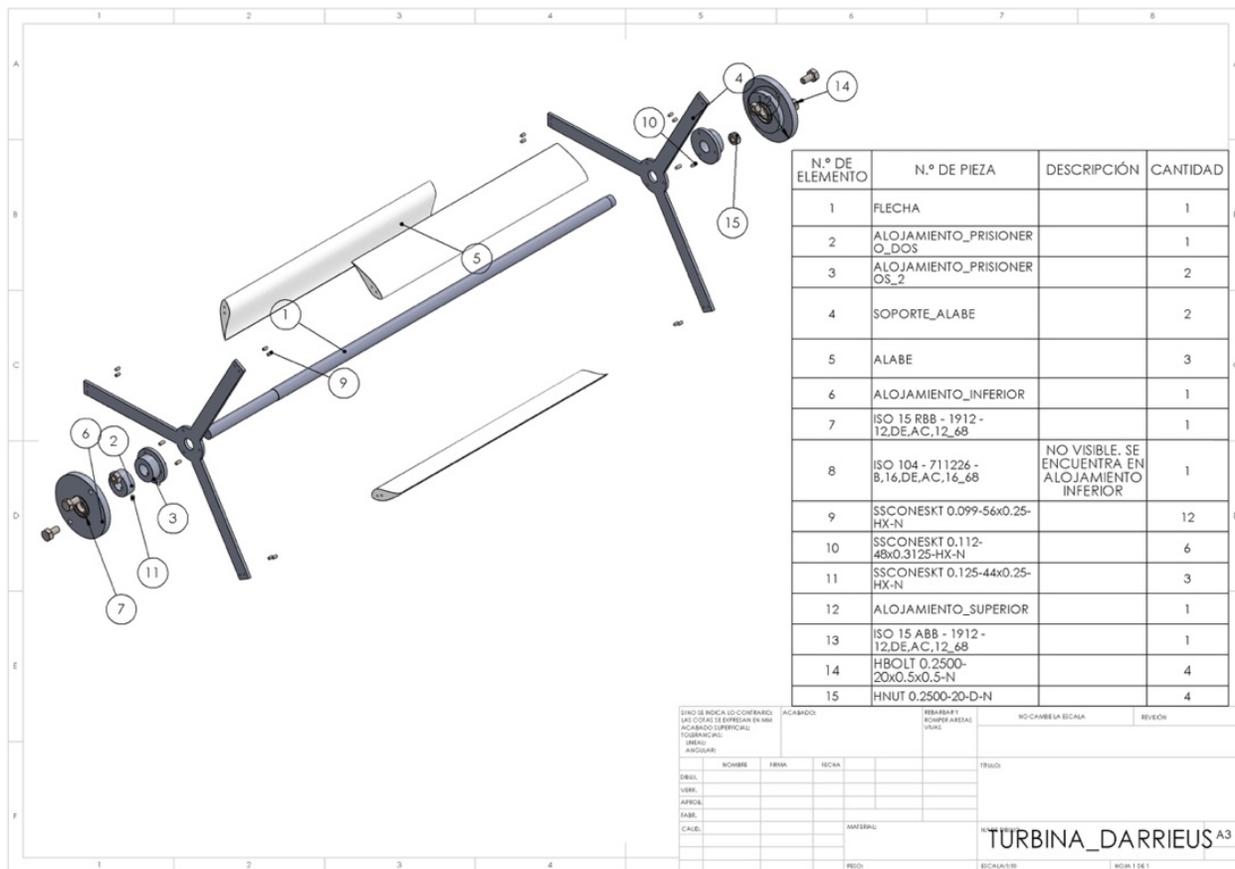


Nota: La flecha es la pieza que sirve para unir todas las piezas que componen la turbina Darrieus.
Elaboración personal.

Por último, se coloca el plano del ensamble la turbina, dicho plano muestra todas las piezas que conforman la turbina.

Figura 68

Plano de ensamble



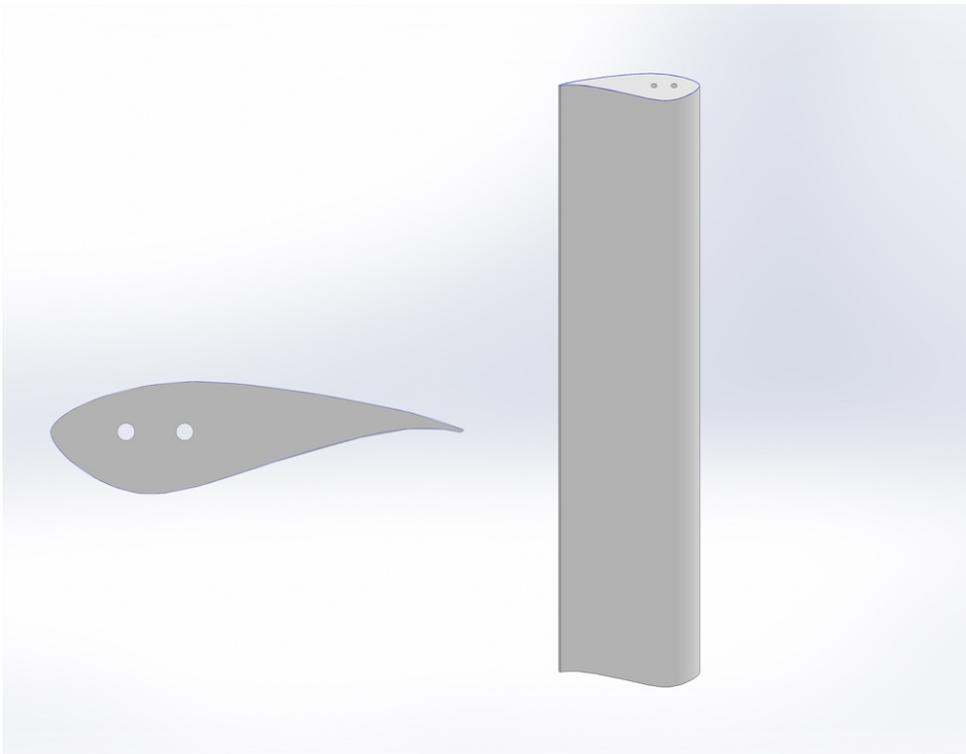
Nota: El plano que se presenta en un plano de ensamble en modo de visualización explosiva, la cual nos permite ver todas las piezas que componen a la turbina; mostrando la numeración de cada pieza, donde a través de una tabla podemos ver su nombre y la cantidad que hay de cada pieza. Elaboración propia.

4.2.3 Imágenes CAD

Ya teniendo los planos, podemos visualizar de como se debe ver la pieza y podemos comenzar a elaborar las figuras en formato CAD; en este caso se realizaron por medio de Solidworks; primeramente, por pieza y después se realizo el ensamble de todas estas para conformar la turbina.

Figura 69

Imagen CAD de vista frontal y lateral del alabe

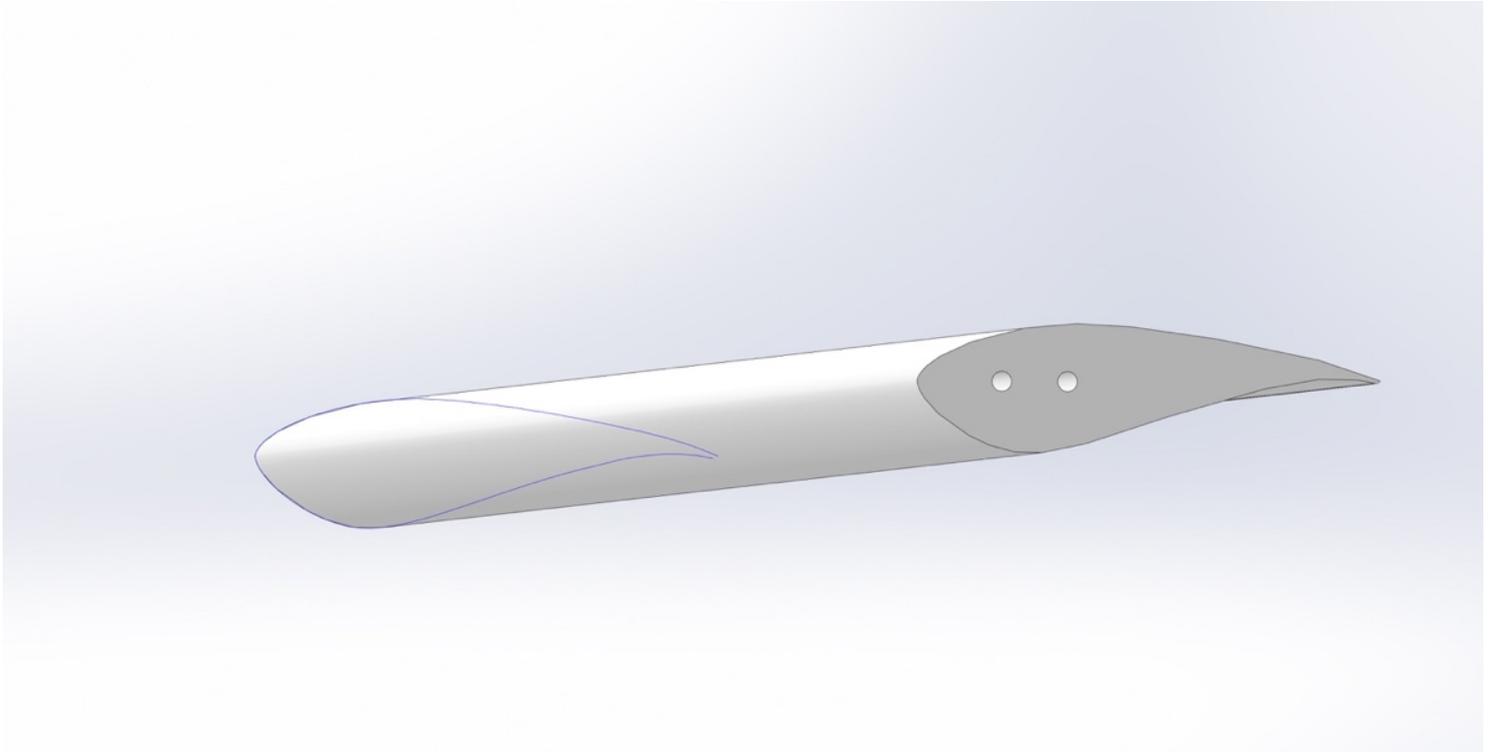


Nota: la vista frontal del alabe se obtuvo por medio de cálculos para darle esa silueta única para que desempeñara mejor su función.

Elaboración con colaboración del laboratorio de vibraciones mecánicas CIICAp

Figura 70

Alabe vista isométrica

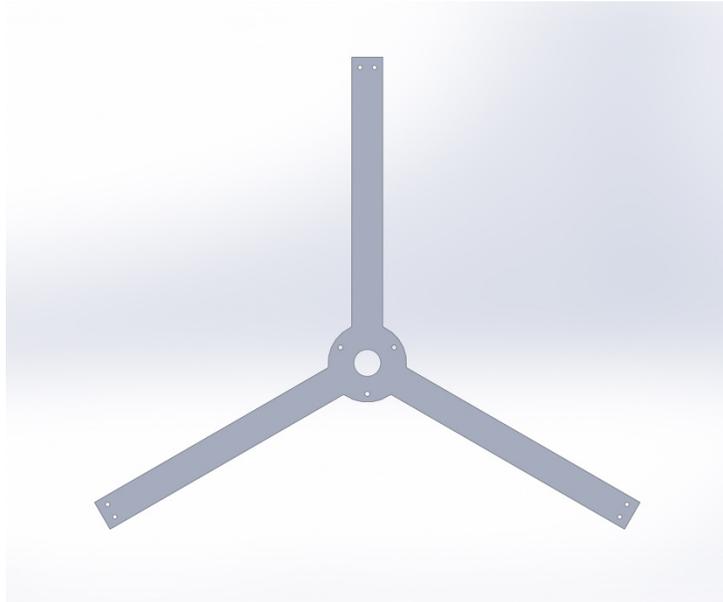


Nota: Como el alabe fue una pieza de diseño, por lógica razones se diseño un soporte que se ajustara y se pudiera ensamblar al alabe y al resto de piezas de la turbina.

A continuación, se muestra la imagen del soporte de alabe. Elaboración con colaboración del laboratorio de vibraciones mecánicas CIICAp

Figura 71

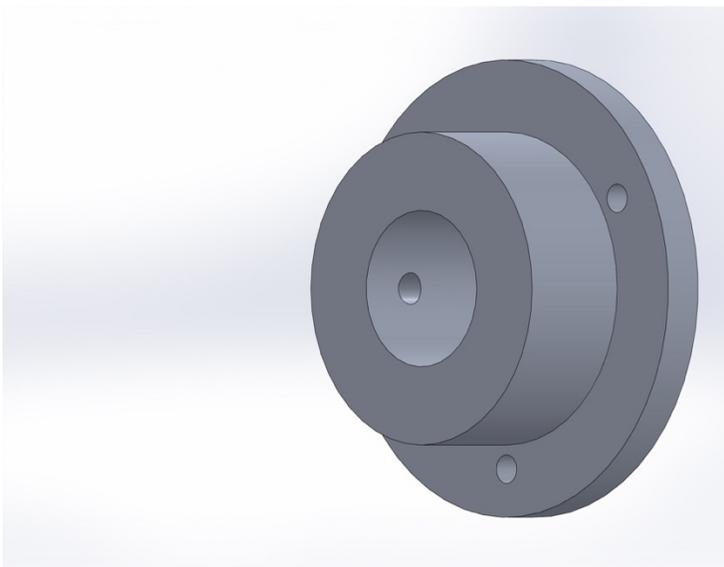
Soporte alabe



Nota: Elaboración con colaboración del laboratorio de vibraciones mecánicas CIICAp

Figura 72

Alojamiento de prisioneros

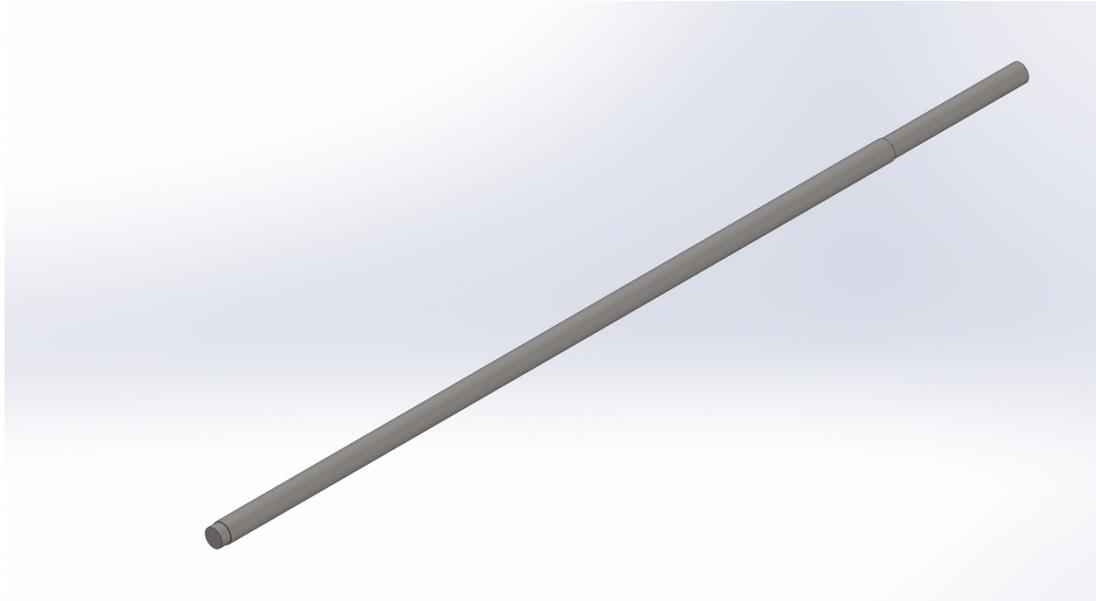


Nota: Los prisioneros son unos tornillos, que sirve para impedir el giro o movimiento entre piezas, por lo general son de acero para mayor resistencia de sujeción.

Elaboración con colaboración del laboratorio de vibraciones mecánicas CIICAp

Figura 73

Flecha

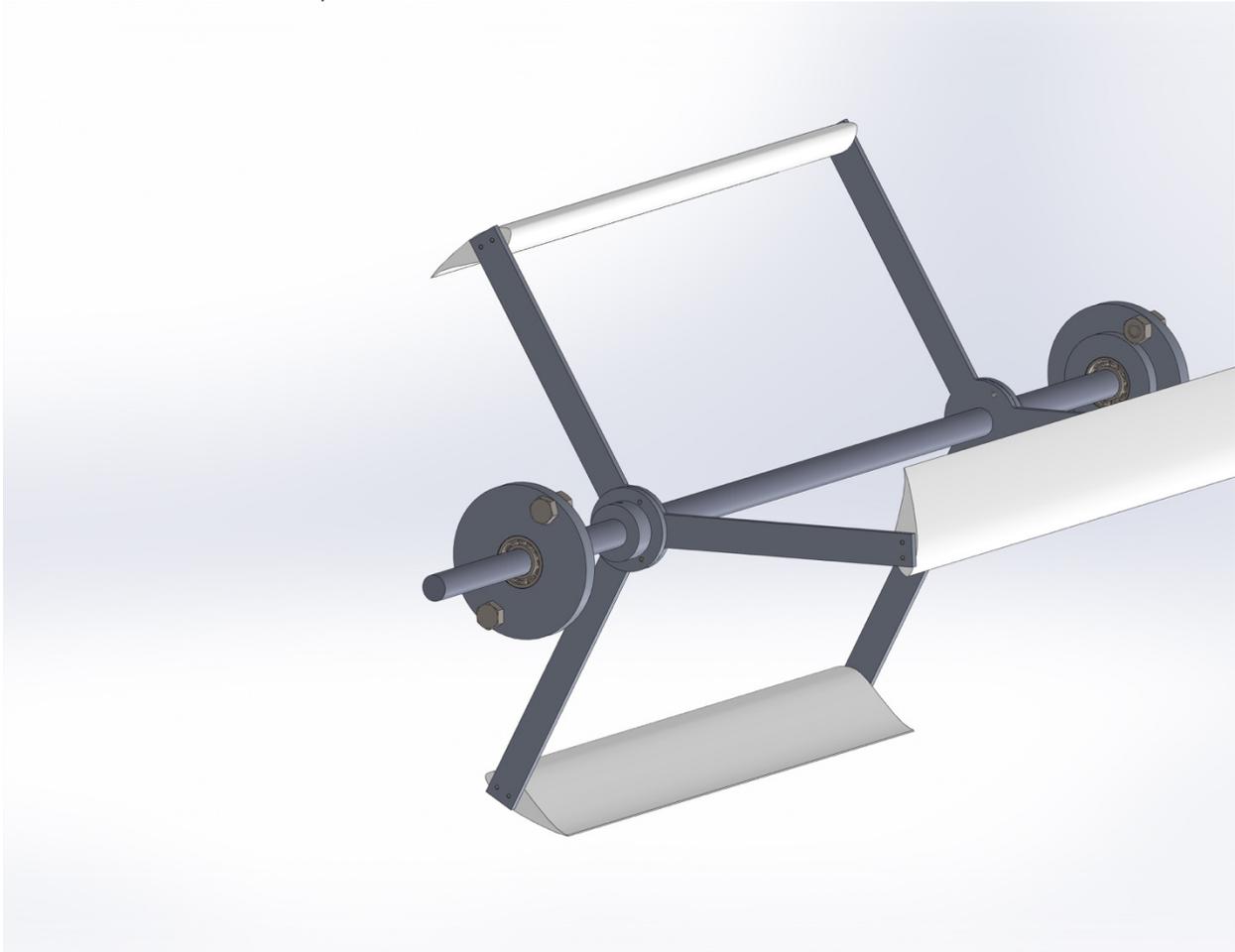


Nota: Elaboración con colaboración del laboratorio de vibraciones mecánicas

Así como en los planos de la turbina, se finaliza la exposición de las piezas CAD mostrando el ensamble de esta misma para ver la cantidad de piezas que se utilizaron para su elaboración.

Figura 74

Ensamble de turbina pieza CAD



Nota: Elaboración con colaboración del laboratorio de vibraciones mecánicas

4.2.4 Render

Antes que nada, para fines de este caso de estudio se hablará de manera esencial de lo que es un render, ya que profundizar en esta disciplina podría ser capaz de abarcar una tesis dedicada a esta potente herramienta

El render es una representación visual fotorrealista de una pieza o escenario 3D realizado con algún programa de computadora, la cual puede ser manipulada desde la perspectiva que el desarrollador requiera.

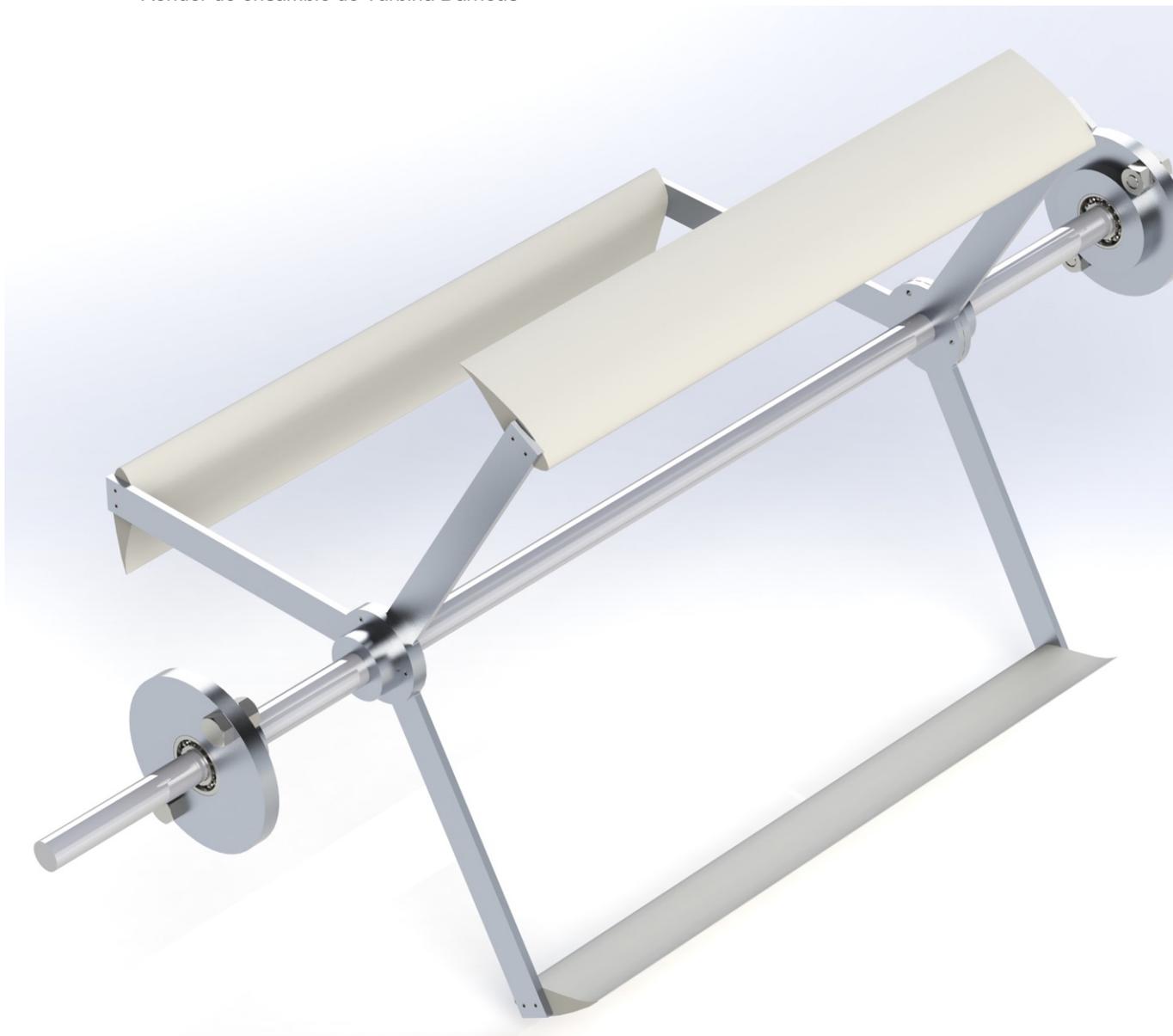
Para el desarrollo de una pieza de render se requiere que el modelo 3D pase diversos procesos que, con el uso de técnicas de texturizado de materiales, iluminación, distribución, así como técnicas fotográficas, crean una serie de efectos ópticos que se asemejan a una situación específica en el mundo real.

Para este caso de estudio se utilizó *3D CAM*, el cual es un complemento que tiene Solidworks para la realización de un render, dicha herramienta viene incluida dentro del programa dentro del mismo programa.

A continuación, veremos algunos render que se realizaron de la *Turbina Darrieus*, en dichos renders se aplicaron conocimientos planteados en esta tesis como iluminación y composición.

Figura 75

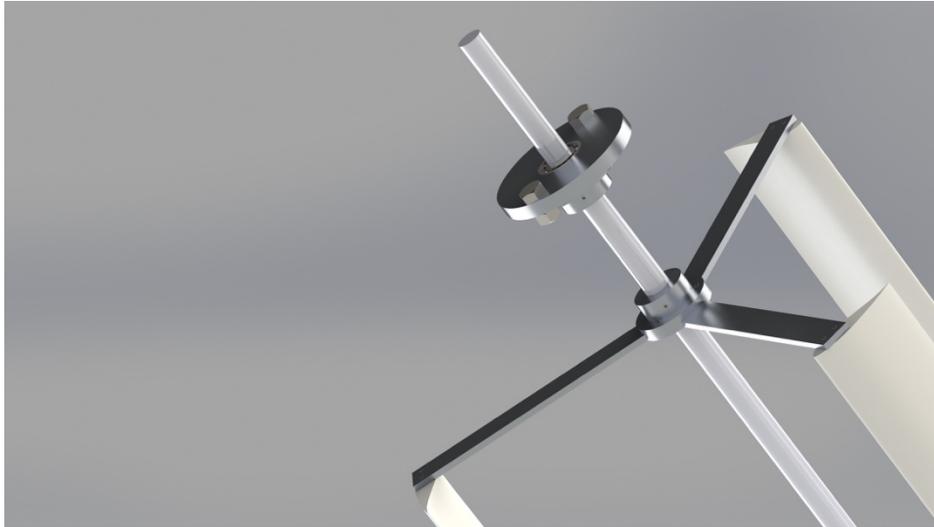
Render de ensamble de Turbina Darrieus



Nota: elaboración personal

Figura 76

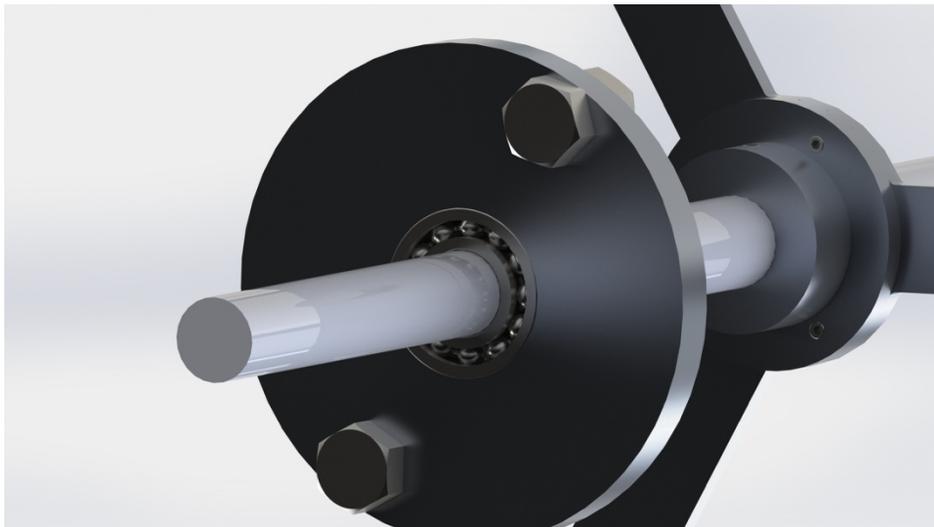
Render vista 1



Nota: En esta vista se hace un resaltar un espacio para destacar la imagen. Elaboración propia

Figura 77

Render vista 2



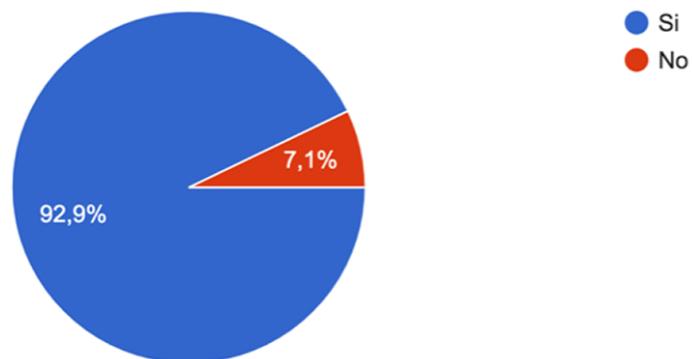
Nota: En esta vista se enfoca un primer plano, con el cual se puede apreciar elementos como la flecha, rodamientos y los tornillos prisioneros. Elaboración propia.

RESULTADOS

Para evaluar la importancia de adquirir conocimientos de dibujo artístico e industrial como medio de apoyo durante el proceso de creación de un objeto industrial, bajo la metodología proyectual en estudiantes de diseño industrial, se utilizó un formulario que esta representado por graficas de porcentaje formulado a partir de una serie de preguntas de interés del presente estudio.

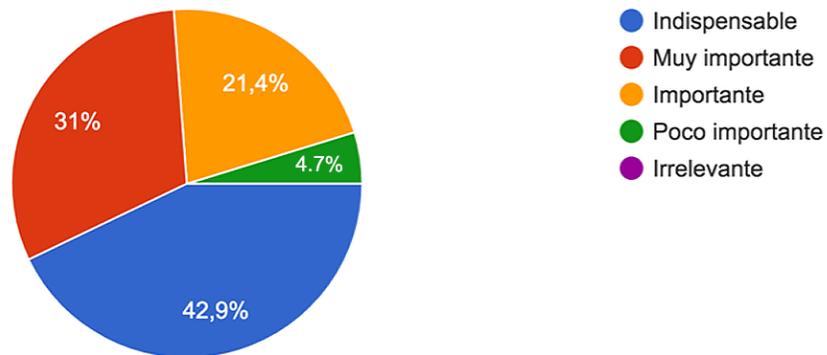
A continuación, mostraremos dichas preguntas que se realizaron para recabar los datos de interés.

¿Consideras que aprender dibujo sea útil y relevante en tu formación profesional?



A partir de estos datos, se puede observar que casi todos los que respondieron esta pregunta del cuestionario consideran que aprender dibujo es algo que deben de hacer, por lo que denota que ya no es una actividad que puede pasarse por alto.

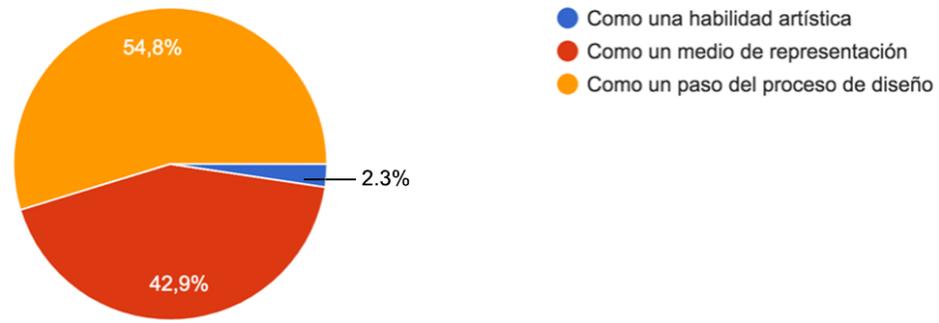
¿Qué tan importante crees que es el dibujo en el diseño industrial?



Como se puede apreciar, este gráfico es bastante revelador en cuanto a la importancia que los diseñadores industriales le otorgan al dibujo, ya que las respuestas con mayor porcentaje son aseveraciones que remarcan de manera positiva su importancia. Primeramente, con un 42.9 % que es indispensable, seguido con un 31% que es muy importante, y por último un 21.4% que expresan que es importante, solo el 4.7% dice que es poco importante y en ningún caso se expresa que es irrelevante.

Con estos resultados se puede observar una correlación positiva entre estos datos y lo planteado en este estudio, donde se expone la importancia de adquirir y pulir esta habilidad como medio de representación de propuestas de diseño.

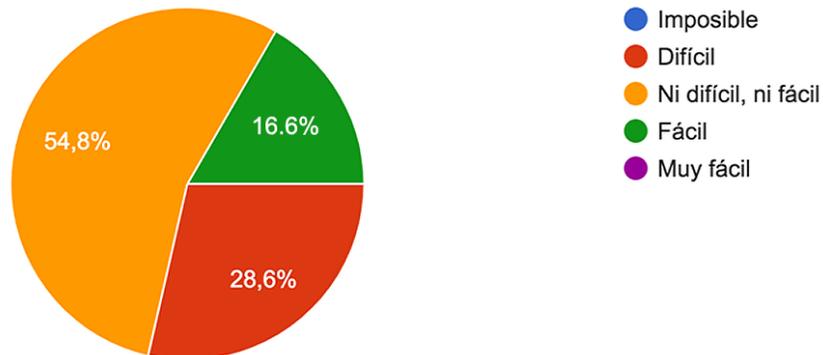
¿Cuál es tu interpretación del Dibujo dentro del ámbito de diseño industrial?



La siguiente grafica ilustra, que a pesar de que el 95.3% de las personas que respondieron este formulario afirman que el dibujo es importante en el diseño, solo el 54. 8% lo ve como una herramienta que se debe de usar como un paso del proceso de diseño, y el 42.9% lo ve como un medio de representación. Con estos puntos podemos observar por la lógica de los datos de la graficas, que el dibujo es importante pero todavía hay una brecha significativa para que sea considerado como una herramienta del proceso de diseño de los diseñadores.

Pero el resultado más llamativo que emerge de los datos de esta grafica es la casi nula interpretación del dibujo como una habilidad artística, ya que en este estudio se había considerado que el dibujo se tenia catalogado como una actividad artística.

¿Crees que aprender los fundamentos del dibujo artístico/industrial sea una tarea:



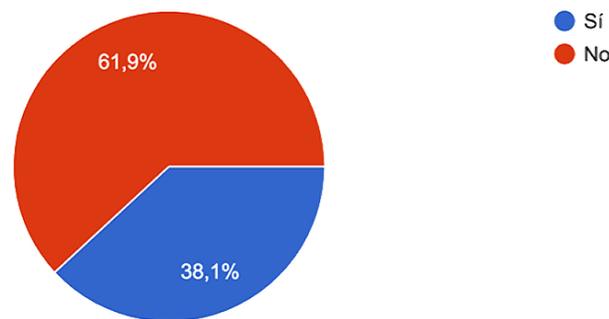
Este grafico es bastante revelador en cuanto al que el 54.8% de los que respondieron este formulario consideran que aprender estos fundamentos no es fácil, ni difícil, por lo que me atrevería afirmar que los factores que orillaron a esta respuesta es que para aprender estos fundamentos se requiere de tiempo, disciplina y dedicación.

¿Qué consideras que te ayude más en tu proceso de diseño?



En la grafica superior se puede notar que el porcentaje de “saber los fundamentos del dibujo artístico e industrial”, fue ligeramente mayor que “saber manejar uno o varios softwares de diseño”, lo que es una fuerte evidencia de lo planteado en este estudio, donde se menciona que el software nos ha dotado de una manera mas cómoda de trabajar; por lo que muchos diseñadores se enfocan en aprender éstas tecnologías.

¿Consideras que los talleres o clases de dibujo que tuviste durante la carrera fueron suficientes para aprender?



A partir de los datos de la presente grafica, se evidencia que la mayor parte de los encuestados afirman que sus clases y talleres no fueron suficientes para aprender la habilidad de dibujar como a ellos les hubiera gustado y/o se requiere en el ámbito profesional, por lo que se puede suponer, así como este autor, muchos de los que respondieron este formulario, tuvieron que tomar clases particulares para poder desarrollar un poco más esta habilidad, por lo cual hace preguntar ¿Qué se necesita para que las clases y talleres dentro de una institución educativa tengan el correcto aprovechamiento por parte de los estudiantes? Ya que hay muchísimas variables por las cual los que respondieron este formulario afirman las clases y talleres dentro de sus instituciones educativas no fueron suficientes, sin embargo, no es la intención de esta tesis indagar en dichas variables.

CONCLUSIONES

Este estudio se llevó a cabo para observar y aplicar en un caso de estudio particular los conocimientos sobre dibujo artístico e industrial planteados en esta tesis y la importancia de saber, adquirir y posteriormente irlos desarrollando para que se puedan utilizar como un medio de apoyo para presentar ideas, aspectos del diseño, funciones, especificaciones entre otros durante la creación de un objeto de índole industrial teniendo como base el método de diseño la metodología proyectual.

De esta premisa pude extraer una serie de hallazgos tomando en cuenta todo lo documentado en este estudio.

Primeramente, algo que fue sucediendo a lo largo de la presente tesis fue: que se tenían ya establecido que temas se iban a exponer; estaba claro que con los temas elegidos era suficiente, sin embargo, al investigar los temas, iban surgiendo temas relacionados que una vez escudriñándolos se torno de suma importancia añadirlos, por ejemplo, en el apartado **“Sistemas Gráficos de Representación”**, solamente se iban a tocar los temas de perspectiva, encajado, ya que, (Ching & Juroszek, 2012), comenta que este ultimo es el sistema de representación visual más usado por los diseñadores industriales, mas no obstante profundizando en este medio de representación fueron surgiendo sub técnicas tales como la adicción, sustracción de elementos a la hora de estar dibujando una pieza; nos permite determinar si es más pertinente agregar o quitar formas de nuestra figura base y de esta manera podamos dar un acabado mas realista a nuestra pieza... podemos decir que estamos esculpiendo nuestra pieza a través del dibujo. De esta misma manera se puede decir lo mismo de casi todos los temas propuestos dentro de la misma tesis, lo que permitió un mejor desarrollo de esta misma.

Otro factor determinante fue... que durante la investigación del apartado “**Cualidades del Diseñador**”, mencionaba que un diseñador no debe de tener un estilo personal porque este pudiera influir demasiado en la funcionalidad del producto o para resolver una problemática y esto es verdad en el aspecto que la principal tarea del diseñador es el proponer soluciones funcionales y estéticas. En mi experiencia personal esto aplica la mayoría de las veces, las empresas y/o clientes que ya tienen preestablecido en el resultado final de lo que ellos piden; también el estilo propio se ve comprometido cuando se trabaja en equipo con otros profesionistas para llegar a soluciones que cumplan con los objetivos; esto es porque cada profesional va a poner su aportación propia, y así hay una gran variedad de ejemplos. Ahora bien, algo que pude distinguir en este trabajo de investigación fue el detectar que factores definen el estilo personal y dichos factores fueron: la cultura que debe de adoptar el diseñador, estar informado de lo nuevo y saber usar lo pasado como referencia; el siempre estar aprendiendo para estar actualizado de las nuevas necesidades que van surgiendo; y ser creativo, cada diseñador va a resolver de manera única una necesidad; es aquí donde los factores anteriores se complementa con la creatividad para formar a un diseñador y su estilo. Es imposible que un diseñador no tenga un estilo propio, porque siempre habrá cosas que sean mas del gusto de un diseñador que de otro... es un factor humano que nos da individualidad, sin embargo, como se ha dicho en esta tesis, el diseñador es un servidor de la sociedad y su deber esta con esta, por lo cual su estilo personal tiene que tener la menor influencia posible pero este va estar siempre presente en la manera que un diseñador aborda un problema y en como lo soluciona.

Uno de los hallazgos mas interesante que se ha encontrado de este estudio es que en efecto, el dibujo es una habilidad que nos facilita la realización de piezas de diseño industrial.

Porque a través del dibujo podemos representar gráficamente ideas que no se pueden entender con palabras. Dado que este hallazgo es consistente con lo que aseveran (Ching & Juroszek, 2012,), donde el dibujo no es únicamente una expresión artística, sino también un

instrumento práctico con el que formular y abordar los problemas del diseño. Además, como se pudo ver en una de las graficas del apartado de resultados, el dibujo tiene una casi nula interpretación artística, dando un giro inesperado a uno de los planteamientos del problema, siendo mas específicos, se planteaba que el dibujo era considerado por los diseñadores como una actividad artística que no tenia un peso mayor en el diseño, dicha exposición del problema la planteo por el hecho de que fue algo que percibí durante mi formación académica, pero esta observación tiene un lapso del tiempo a la fecha presente de este estudio de casi 9 años, y que también durante ese lapso de tiempo cambiaron los planes de estudio y se pudo notar los directivos y docentes tomaron mayor relevancia al dibujo como habilidad que deben de desarrollar los estudiantes de diseño y que en **anexo x**.

Con lo expuesto en el párrafo anterior se puede discernir que el dibujo pasó de ser considerado como una actividad artística a un medio de representación y espero que tiempo después gane más terreno como un medio de proceso de diseño, dado que el dibujo nos sirve para guiar el desarrollo de una idea desde la fase conceptual a la propuesta de una realidad materializada, por lo que se debe de tomar en consideración en ver al dibujo como una habilidad que se debe utilizar en todo el proceso de diseño y no solo en su fase inicial como medio de representación.

Se pudo observar que para que una propuesta de diseño pudiera transmitir la información visual; tanto conceptual como técnica correctamente, tuvo que pasar por varios procesos de elaboración.

Comenzando por el boceto; el cual nos indica la conceptualización de la propuesta del diseño, se comienzan a visualizar los primeros trazos de la idea y desde este punto ya se puede observar los subproblemas que aparecen de la propuesta, así como el validar los requerimientos de la misma como: tamaño, proporción, distribución de componentes etc. De igual modo, en la parte de los planos, donde comenzamos a asignar toda la parte técnica como

las cotas las vistas y alguna indicación extra para que pueda ser mas entendible para su lectura, tanto por otros diseñadores como para la gente que va trabajar con ellos.

De manera personal fue precisamente en la elaboración de los planos de las piezas de la turbina Darrieus, donde tuve muchos tropezones a la hora de representarlos de manera correcta, debido a que hay muchos factores técnicos y normativos que se deben de seguir y meramente se me hicieron muy difíciles de entender porque chocaron con mi lado creativo como diseñador, es por eso que todos estos factores son de suma importancia tenerlos claros y poder representarlos de manera clara y precisa, volviendo a mi caso personal, fue gracias a la utilización del programa Solidworks que pude agilizar este proceso y ser más claro con la demostración de mis planos.

Conforme a lo dicho en este ultimo párrafo doy lugar a otro hallazgo que es relevante en esta tesis el cual es el uso de programas de ordenador como herramienta de trabajo y un complemento al dibujo para mostrar las propuestas de diseño de una manera más realista y contundente.

Este hallazgo tiene implicaciones importantes en el desarrollo de este estudio porque, el uso de programas de ordenador se planteo como uno de los puntos del planteamiento del problema, porque se argumentó que la comodidad y grado de realismo de estos, quitaría protagonismo al dibujo como medio de representación de propuestas de diseño. En cambio, a lo largo que se iba explorando los temas de esta tesis, se fue viendo que los estudios de autores citados en este estudio tenían al uso de programas de diseño como un excelente complemento para representar sus diseños primeramente realizados por medio de dibujos y no como algo que los sustituyera; dichas afirmaciones concuerda con las investigaciones de (Ching & Juroszek, 2012; Plunkett, 2009) quienes argumentan que las aportaciones del uso del ordenador y el impacto que han tenido en la manera en los procesos de los diseñadores, dado que todas las cualidades esenciales en la creación de un buen dibujo de diseño (la representación grafica, la iluminación, la textura, el color) son muy difíciles de representar,

incluso casi irrepresentables en algunos casos, mediante las técnicas tradicionales. Con el ordenador, es comparativamente sencillo representar estos elementos con un alto grado de realismo. De este modo, las aptitudes de diseño, latente en cada diseñador y la habilidad que adquiere se convierten en el factor determinante de la expresión de las ideas; más que forzar la uniformidad gráfica, como a veces se suele decir, el ordenador hace posible una extraordinaria diversidad de imágenes.

No obstante, de poco sirve poseer una buena técnica y si no se la acompaña del conocimiento de los fundamentos sobre las cualidades del conjunto de las técnicas. Por mucho que los medios electrónicos evolucionen y busquen ser el medio de representación más usado y se nos este capacitando para trasladar nuestras ideas directamente a la pantalla del ordenador, el dibujo continúa siendo un proceso cognoscitivo que incluye la visión en perspectiva y la reflexión visual.

Esta combinación de hallazgos proporciona apoyo a nuestro objetivo general de establecer la importancia de adquirir conocimientos de dibujo artístico e industrial como medio de apoyo durante el proceso de creación de un objeto industrial, bajo la metodología proyectual, además de ahora incluir el apoyo de los programas de diseño y como todas estas herramientas ayudan al diseñador a tener un mayor control de sus proyectos, siendo más organizados y creativos.

La metodología proyectual permite llevar un proyecto de diseño paso por paso, ya que se rige por un orden y no acepta saltarse un paso por otro, esto ayuda a no desviarse de los objetivos y de los problemas que representa realizar una propuesta de diseño. Se pudo observar que a pesar de se tiene que seguir una línea recta para ir avanzado en la propuesta, lo cierto que cada paso tiene diferentes divisiones; por ejemplo, en la etapa del planteamiento del problema, no solo es de definir un problema en general, sino que de este problema general ir buscando subproblemas y luego de estos subproblemas comenzamos a hacer investigaciones particulares para poder escudriñar conocimientos particulares para poder dar

propuestas y aportaciones creativas. Después de este punto el resto de pasos se vuelve a seguir el procedimiento lineal y ojo, por decir lineal no es decir monótono, mas bien es volver a resolver los retos del problema paso por paso, ya teniendo una variedad de posibles respuestas a todas las variables de subproblemas que sumergieron, y a partir de nuestra investigación se puede plantear que materiales y el medio de elaboración pueden ser los más aptos para realizar la propuesta. Es a partir de los pasos siguientes de la metodología proyectual, donde se involucra el dibujo los cuales son: los modelos, verificación y dibujos constructivos.

En el apartado de modelos es donde se ven los primeros bocetos, son los que permite la visualización de las ideas recogidas en los procesos anteriores, siguiendo que estas sean verificadas por colegas, jefes y posibles usuarios de emitir un juicio sobre la misma, y ya siendo aprobada puedan realizarse los dibujos constructivos, que son aquellos ya con especificaciones técnicas y visuales para que puedan ser comunicadas sin errores a las personas encargadas de preparar nuestra propuesta.

Sin embargo, para poder realizar estos últimos tres pasos tuvimos que necesitar todo un desglose de temas para tener la certeza de que podemos presentar propuestas de diseño que fueran visualmente entendibles, independientemente del estilo, habilidad y detalle, (refiriéndose al factor artístico y estético) que quiera representar cada diseñador; solamente tener la noción y comprensión de los temas esenciales que se deben de conocer para poder desarrollar un estilo de representación y poder plasmarla de manera propia. Por el lado, del dibujo técnico se deben de conocer las normas fundamentales para poder representar planos de manera idónea.

Por ultimo se planteaba analizar diferentes planes de estudios para observar que tanto se impartía el dibujo en diferentes instituciones del país, debido a que en este estudio una premisa era que el dibujo era un área minimizada, pero gracias se llego a la conclusión que las habilidades de dibujo es algo que el diseñador desarrolla con practica de los fundamentos

presentados de este estudio ya sea durante la formación académica o tomando cursos externos.

En conclusión, este estudio plantea de manera resumida y concisa las siguientes conclusiones:

1. El dibujo es una habilidad que sirve como medio de apoyo relevante para el proceso de diseño del diseñador
2. El dibujo, tanto artístico como técnico, es una habilidad que, una vez entendida, desarrollada y practicada, facilita la representación de productos industriales.
3. Los programas de diseño (para modelado, render entre otros) son técnicas que complementan a la habilidad del dibujo, ya que permite presentar nuestras ideas mas apagada a la realidad.
4. Que el dibujo ya no es catalogado como una actividad artística y esta siendo valorado como un proceso de diseño, pero que aun hay factores que impiden su correcto aprendizaje

Es importante resaltar que el estudio actual solo ha examinado de manera documental los temas expuestos dentro del mismo estudio y la ejemplificación del caso estudio se logro gracias a la experiencia del autor en la aplicación de los temas vistos.

Entre las futuras y posibles preguntas de investigación que pueden formularse a partir de los resultados obtenidos en esta investigación se encuentran.

1. ¿Qué factores impiden a los estudiantes de diseño que puedan aprender a dibujar de una manera que se puedan desenvolver en el ámbito profesional?
2. ¿Cuáles son las habilidades que necesita desarrollar los docentes para que los alumnos puedan desarrollar correctamente las habilidades de dibujo?

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Löblich, B. (1981). *Diseño industrial. Bases para la configuración de los productos industriales* [PDF].

https://www.scribd.com/document_downloads/direct/350222012?extension=pdf&ft=1632872279<=1632875889&user_id=43398929&uahk=hjt-9Xo7Jad-jR-189-od4y_EoQ,
<https://es.scribd.com/>.

La nueva Europa. (2022). *Círculo Cromático: Todo lo que necesitas saber* [Fotografía].

Obtenido de La nueva Europa: <https://lanuevaeuropa.com/circulo-cromatico>

Campi, I. (2020). *¿Que es el diseño?* España: <https://es.scribd.com/read/451944239/Que-es-el-diseno#>.

Capullo, G. (2008). Sombras. *Aprende a dibujar cómic*, 3(1), 24-27.

CENTER, A. D. (13 de 10 de 2020). *Tu carrera de Diseño Industrial ¡No es suficiente!* [video].

Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=ICfACVeU5M8&t=18s>

Chevalier, A. (2016). *Dibujo Industrial*. Lumisa.

Ching, F. D. (2015). *Arquitectura. Forma, espacio y orden* (PDF). Barcelona: Gustavo Gili.

Ching, F. D., & Juroszek, S. P. (2012). *Dibujo y Proyecto*. Gustavo Gili.

Choklat, A. (2012). *Diseño de Calzado*. <https://es.scribd.com/read/317029576/Diseno-de-calzado>.

Lomis, A. (1958). *Ilustracion Creadora* [Versión PDF]. Hachete.

Company, P., Vergara, M., & Mondragón, S. (2007). *Dibujo Industrial* (versión PDF).

Universidad Jaime I.

CurioSfera. (2022). *Historia de la lanzadera colante* [Fotografía]. Obtenido de CurioSfera:

<https://curiosfera-historia.com/historia-lanzadera-volante-inventor/>

- Instituto de las Artes de la Imagen y el Espacio. (2004). *Las bases del dibujo*. Barcelona: Parramón.
- Monapart. (12 de 04 de 2010). *CESCA CHAIR · MARCEL BREUER (1928) [Fotografía]*.
Obtenido de Monapart: <https://www.monapart.com/en/magazine/hogar/cesca-chair-marcel-breuer-1928>
- Águila, R. d. (2022). *Dibujo técnico [Fotografía]*. Obtenido de dibujotecnico.ramondelaguila.com: <http://dibujotecnico.ramondelaguila.com/axonometrico/trimetrica.htm>
- Alonso, L. (2020). *Qué es y cómo aplicar la regla de los tercios en ilustración [Fotografía]*.
Obtenido de Domestika: <https://www.domestika.org/es/blog/4480-que-es-y-como-aplicar-la-regla-de-los-tercios-en-ilustracion>
- Aguirre, R. D. (2018). *Diseño Lindo y Querido*. https://www.amazon.com.mx/Dise%C3%B1o-Lindo-Querido-Fundamental-Industrial-ebook/dp/B07HLRV1XN/ref=sr_1_1?__mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=dise%C3%B1o+lindo&qid=1629238098&s=digital-text&sr=1-1&asin=B07HLRV1XN&revisionId=&forma.
- Bürdek, B. E. (2019). *Diseño. Historia, teoría y practica del diseño de producto*.
<https://es.scribd.com/read/491258345/Diseno-Historia-teoria-y-practica-del-diseno-de-producto>.
- Brehm, M. (2016). *Dibujo de la perspectiva*. Promopress.
- Dondis, D. A. (2017). *La sintaxis de la imagen*. Barcelona : Gustavo Gili.
- Edwards, B. (2006). *El color. Un metodo para dominar el arte de combinar colores (versión pdf)*.
Urano.
- Escorza, E., & Escorza, I. (2011). *Perspectiva. Dibujarte Book*, 10-60.
- Flores, Ó. S. (2012). *Historia del diseño industrial*. Trillas.
- Fernández, L. E. (2012). *Breve historia de la revolución industrial*.
<https://es.scribd.com/read/266495956/Breve-historia-de-la-Revolucion-industrial#>.

- Francisco, R. d. (2015). *Educación plástica y visual [Fotografía]*. Obtenido de Slideshare :
https://pt.slideshare.net/ramondefrancisco/08-espacio-y-volumenluz-y-volumen?from_action=save
- Gibbs, J. (2009). *Diseño de interiores. Guía útil para estudiantes y profesiones*.
<https://es.scribd.com/read/317029431/Diseno-de-interiores-Guia-util-para-estudiantes-y-profesionales>.
- Giesecke, F. E., Mitchell, A., Spencer, H. C., Hill, I. L., Dygdon, J. T., Novak, J. E., & Lockhart, S. (2013). *Dibujo técnico con gráficas de ingeniería (versión PDF)*. Pearson.
- Gómez, S. (23 de Mayo de 2022). *MST Concept Design School* . Obtenido de Historia del dibujo: <https://www.mstschool.mx/post/historia-del-dibujo>
- Henry, K. (2012). *Dibujo para diseñadores de producto de la idea al papel (version PDF)*. Barcelona.
- Hernández, V. (2007). Composición. *Dibujarte*, 3(13), 2-25.
- INFOP. (2013). *Dibujo Técnico*. INFOB.
- Krulikowski, A. (1997). *Dimensiones y Tolerancias Geométricas (versión PDF)*. Effective Training Inc.
- Munari, B. (1981). *¿Cómo nacen los objetos?* Barcelona: Gustavo Gilí.
- Munari, B. (2019). *Artista y diseñador*. España: <https://es.scribd.com/read/424490235/Artista-y-disenador#>.
- Nieto, F. (2017). *El arte de la composición*. Madrid: <https://es.scribd.com/read/473589279/El-arte-de-la-composicion-Enriquece-tu-mirada-fotografica>. Obtenido de scribd:
<https://es.scribd.com/read/473589279/El-arte-de-la-composicion-Enriquece-tu-mirada-fotografica>
- Ortiz, I. G. (2021). *Proporción áurea o número áureo ¿Qué es y porque deberías utilizarla? [Fotografía]*. Obtenido de Fototrending: <https://fototrending.com/proporcion-aurea-que-es/>

- Plunkett, D. (2009). *Diseño de interiores. Técnicas de ilustración*. Barcelona: Parramon.
- Parramon. (2005). *La luz y la sombra en el dibujo*. Grupo Parramon.
- Parramon. (2016). *Comprender la perspectiva*. <https://es.scribd.com/read/412549755/Miniguias-Parramon-Comprender-la-perspectiva>.
- Pinterest. (10 de 07 de 2022). *Maquina de vapor de Thomas Newcome[Fotografía]*. Obtenido de Pinterest:
https://www.pinterest.at/pin/362117626273480410/?amp_client_id=CLIENT_ID%28_%29&mweb_unauth_id=&simplified=true
- Portillo, J. Á., Ramos, E. O., & Jiménez, R. F. (2003). *Manual de conceptos básicos para dibujo y pintura*. El salvador.
- Posada, A. M. (2018). *Técnicas de Modelos. En el proceso de creación y diseño de productos*. Medellín: <https://es.scribd.com/read/428070053/Tecnicas-de-modelos-en-el-proceso-de-creacion-y-diseno-de-productos>.
- Preciado, C., & Moral, F. J. (2004). *Normalización del dibujo técnico*. Donostiarra.
- R., J. L. (2022). *Cómo funciona una máquina de vapor [Fotografía]*. Obtenido de Como Funciona: <https://como-funciona.co/una-maquina-de-vapor/>
- Razo, C. M. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. Estado de México, México: Pearson.
- Rodríguez, A. (18 de 08 de 2021). *¿ Por qué es importante la estética en el diseño?* Obtenido de Element: <https://revistaelement.com/por-que-es-importante-la-estetica-en-el-diseno/>
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodos de la investigación*. CDMX: Mc Graw Hill.
- Smirnov, A. (12 de 2020). *Vladimir Tatlin: ¿quién fue el fundador del constructivismo?* [Fotografía]. Obtenido de shkolazhizni:
<https://www.shkolazhizni.ru/culture/articles/103926/>
- Time graphics. (2022). *Water Frame (Richard Arkwright) (Textile industry) [Fotografía]*. Obtenido de Time graphics: <https://time.graphics/es/event/4980134>

UNAM. (1998). *Metodología del Diseño Fundamentos Teóricos*. México:

https://www.scribd.com/document_downloads/direct/327594503?extension=pdf&ft=1617153244<=1617156854&user_id=543744991&uahk=djxIOCY7Jkbuf5W4UH5TSGyVHXc,.

wikimedia. (2020). *Zeichnung Spinning jenny*. Obtenido de wikimedia :

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zeichnung_Spinning_jenny.jpg

ANEXOS

Anexo 1

Tabla de tolerancias dimensionales

| Grupos de medidas nominales (mm) | CALIDADES (μm) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | IT 01 | IT 0 | IT 1 | IT 2 | IT 3 | IT 4 | IT 5 | IT 6 | IT 7 | IT 8 | IT 9 | IT 10 | IT 11 | IT 12 | IT 13 | IT 14 | IT 15 | IT 16 |
| Hasta 3 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 4 | 6 | 10 | 14 | 25 | 40 | 60 | 100 | 140 | 250 | 400 | 600 |
| >3 a 6 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 5 | 8 | 12 | 18 | 30 | 48 | 75 | 120 | 180 | 300 | 480 | 750 |
| >6 a 10 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 9 | 15 | 22 | 36 | 58 | 90 | 150 | 220 | 360 | 580 | 900 |
| >10 a 18 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 11 | 18 | 27 | 43 | 70 | 110 | 180 | 270 | 430 | 700 | 1100 |
| >18 a 30 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 9 | 13 | 21 | 33 | 52 | 84 | 130 | 210 | 330 | 520 | 840 | 1300 |
| >30 a 50 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 7 | 11 | 16 | 25 | 39 | 62 | 100 | 160 | 250 | 390 | 620 | 1000 | 1600 |
| >50 a 80 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 13 | 19 | 30 | 46 | 74 | 120 | 190 | 300 | 460 | 740 | 1200 | 1900 |
| >80 a 120 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 22 | 35 | 54 | 87 | 140 | 220 | 350 | 540 | 870 | 1400 | 2200 |
| >120 a 180 | 1.2 | 2 | 3.5 | 5 | 8 | 12 | 18 | 25 | 40 | 63 | 100 | 160 | 250 | 400 | 630 | 1000 | 1600 | 2500 |
| >180 a 250 | 2 | 3 | 4.5 | 7 | 10 | 14 | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 | 185 | 290 | 460 | 720 | 1150 | 1850 | 2900 |
| >250 a 315 | 2.5 | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | 23 | 32 | 52 | 81 | 130 | 210 | 320 | 520 | 810 | 1300 | 2100 | 3200 |
| >315 a 400 | 3 | 5 | 7 | 9 | 13 | 18 | 25 | 36 | 57 | 89 | 140 | 230 | 360 | 670 | 890 | 1400 | 2300 | 3600 |
| >400 a 500 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 27 | 40 | 63 | 97 | 155 | 250 | 400 | 630 | 970 | 1550 | 2500 | 4000 |

Tabla 2.11. Índices de tolerancia para medidas nominales de la serie principal

| IT | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 01 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Proceso de fabricación | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moldeado en arena | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moldeado en coquilla | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moldeado en cera | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sinterizado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estampado en caliente | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extrusión en caliente | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Laminado en caliente | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Laminado en frío | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trefilado en frío | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oxi-corte | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Serrado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fresado acero rápido | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fresado metal duro | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Torneado desbaste | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Torneado acabado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Torneado diamante | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taladrado con broca | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mandrinado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Escariado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Brochado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mandrinado diamante | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rectificado desbaste | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rectificado de producción | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rectificado de precisión | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bruñido | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lapeado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pulido mecánico | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pulido electrolítico | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Supercabado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 2.12. Rango de índices de tolerancia habituales (gris oscuro) y excepcionales (gris claro) que se pueden obtener con diferentes procedimientos de fabricación

Anexo 2

Tabla de para elección de ajustes

| 14m25 AJUSTES DE USO CORRIENTE (FD R 910-11) | | | | Ejes* | H6 | H7 | H8 | H9 | H11 |
|---|---|---|---|-------|----|-----|----|----|-----|
| Piezas móviles una en relación con la otra | Piezas cuyo funcionamiento requiere mucho juego (dilatación, mala alineación, apoyos muy largos, etc.). | | | c | | | | 9 | 11 |
| | | | | d | | | | 9 | 11 |
| | Caso corriente de piezas que giran o deslizan sobre un casquillo o cojinete (engrase correcto asegurado). | | | e | | 7 | 8 | 9 | |
| | | | | f | 6 | 6-7 | 7 | | |
| Piezas con guiado preciso para movimientos de poca amplitud | | | | g | 5 | 6 | | | |
| Piezas fijas una en relación con la otra | Posibilidad de montaje y desmontaje sin deteriorar las piezas | El acoplamiento no puede transmitir esfuerzos | Es posible el montaje a mano | h | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| | | | | js | 5 | 6 | | | |
| | | | Montaje con mazo de madera | k | 5 | | | | |
| | | | | m | | 6 | | | |
| | Imposibilidad de desmontaje sin deteriorar las piezas | El acoplamiento puede transmitir esfuerzos | Montaje con prensa | p | | 6 | | | |
| | | | | s | | | 7 | | |
| | | | Montaje con prensa o por dilatación (comprobar que las dilataciones a que se somete el metal no rebasen el límite elástico) | u | | | 7 | | |
| | | | | x | | | 7 | | |

| 14m26 DESVIACIONES | | | | | | | | | | | | | | Temperatura de referencia: 20 °C | | | | |
|--------------------|------------------|----------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------|--|--|--|--|
| AGUJEROS | Hasta 3 incluido | 3 a 6 incluido | 6 a 10 | 10 a 18 | 18 a 30 | 30 a 50 | 50 a 80 | 80 a 120 | 120 a 180 | 180 a 250 | 250 a 315 | 315 a 400 | 400 a 500 | | | | | |
| D10 | +60 +20 | +78 +30 | +98 +40 | +120 +50 | +149 +65 | +180 +80 | +220 +100 | +260 +120 | +305 +145 | +355 +170 | +400 +190 | +440 +210 | +480 +230 | | | | | |
| F7 | +16 +6 | +22 +10 | +28 +13 | +34 +16 | +41 +20 | +50 +25 | +60 +30 | +71 +36 | +83 +43 | +96 +50 | +108 +56 | +119 +62 | +131 +68 | | | | | |
| G6 | +8 +2 | +12 +4 | +14 +5 | +17 +6 | +20 +7 | +25 +9 | +29 +10 | +34 +12 | +39 +14 | +44 +15 | +49 +17 | +54 +18 | +60 +20 | | | | | |
| H6 | +6 0 | +8 0 | +9 0 | +11 0 | +13 0 | +16 0 | +19 0 | +22 0 | +25 0 | +29 0 | +32 0 | +38 0 | +40 0 | | | | | |
| H7 | +40 0 | +12 0 | +15 0 | +18 0 | +21 0 | +25 0 | +30 0 | +35 0 | +40 0 | +46 0 | +52 0 | +57 0 | +63 0 | | | | | |
| H8 | +14 0 | +18 0 | +22 0 | +27 0 | +33 0 | +39 0 | +46 0 | +54 0 | +63 0 | +72 0 | +81 0 | +89 0 | +97 0 | | | | | |
| H9 | +25 0 | +30 0 | +36 0 | +43 0 | +52 0 | +62 0 | +74 0 | +87 0 | +100 0 | +115 0 | +130 0 | +140 0 | +155 0 | | | | | |
| H10 | +40 0 | +48 0 | +58 0 | +70 0 | +84 0 | +100 0 | +120 0 | +140 0 | +180 0 | +185 0 | +210 0 | +230 0 | +250 0 | | | | | |
| H11 | +60 0 | +75 0 | +90 0 | +110 0 | +130 0 | +160 0 | +190 0 | +210 0 | +250 0 | +290 0 | +320 0 | +360 0 | +400 0 | | | | | |
| H12 | +100 0 | +120 0 | +150 0 | +180 0 | +210 0 | +250 0 | +300 0 | +350 0 | +400 0 | +460 0 | +520 0 | +570 0 | +630 0 | | | | | |
| H13 | +140 0 | +180 0 | +220 0 | +270 0 | +330 0 | +390 0 | +460 0 | +540 0 | +630 0 | +720 0 | +810 0 | +890 0 | +970 0 | | | | | |
| J7 | +4 -6 | +6 -6 | +8 -7 | +10 -8 | +12 -9 | +14 -11 | +18 -12 | +22 -13 | +26 -14 | +30 -16 | +36 -16 | +39 -18 | +43 -20 | | | | | |
| K6 | 0 -6 | +2 -6 | +2 -7 | +2 -9 | +2 -11 | +3 -13 | +4 -15 | +4 -18 | +4 -21 | +5 -24 | +5 -27 | +7 -29 | +8 -32 | | | | | |
| K7 | 0 -10 | +3 -9 | +5 -10 | +6 -12 | +6 -15 | +7 -18 | +9 -21 | +10 -25 | +12 -28 | +13 -33 | +16 -36 | +17 -40 | +18 -45 | | | | | |
| M7 | -2 -12 | 0 -12 | 0 -15 | 0 -18 | 0 -21 | 0 -25 | 0 -30 | 0 -35 | 0 -40 | 0 -46 | 0 -52 | 0 -57 | 0 -63 | | | | | |
| N7 | -4 -14 | -4 -16 | -4 -19 | -5 -23 | -7 -28 | -8 -33 | -9 -39 | -10 -45 | -12 -52 | -14 -60 | -14 -66 | -16 -73 | -17 -80 | | | | | |
| N9 | -4 -29 | 0 -30 | 0 -36 | 0 -43 | 0 -52 | 0 -62 | 0 -74 | 0 -87 | 0 -100 | 0 -115 | 0 -130 | 0 -140 | 0 -155 | | | | | |
| P6 | -6 -12 | -9 -17 | -12 -21 | -15 -26 | -18 -31 | -21 -37 | -26 -45 | -30 -52 | -36 -61 | -41 -70 | -47 -79 | -51 -87 | -55 -95 | | | | | |
| P7 | -6 -16 | -8 -20 | -9 -24 | -11 -29 | -14 -35 | -17 -42 | -21 -51 | -24 -59 | -28 -68 | -33 -79 | -38 -88 | -41 -98 | -45 -108 | | | | | |
| P9 | -9 -31 | -12 -42 | -15 -51 | -18 -61 | -22 -74 | -26 -88 | -32 -106 | -37 -124 | -43 -143 | -50 -165 | -56 -186 | -62 -202 | -68 -223 | | | | | |

* Js = j (ver tabla página siguiente)

* Utilizar preferentemente las calidades coloreadas.

| EJES | Hasta 3 Incluido | 3 a 6 Incluido | 6 a 10 | 10 a 18 | 18 a 30 | 30 a 50 | 50 a 80 | 80 a 120 | 120 a 180 | 180 a 250 | 250 a 315 | 315 a 400 | 400 a 500 |
|------|---------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| a 11 | - 270 - 330 | - 270 - 345 | - 280 - 370 | - 290 - 400 | - 300 - 430 | 320 470 | 360 530 | 410 600 | - 580 - 710 | - 820 - 950 | - 1 050 - 1 240 | - 1 350 - 1 560 | - 1 850 - 1 900 |
| c 11 | - 60 - 120 | - 70 - 145 | - 80 - 170 | - 95 - 205 | - 110 240 | 130 - 280 | - 150 330 | 180 390 | - 230 450 | - 280 530 | 330 - 620 | - 400 - 720 | - 480 - 840 |
| d 9 | - 20 - 45 | - 30 - 60 | 40 - 75 | - 50 - 93 | - 65 - 117 | 80 - 142 | 100 - 174 | 120 - 207 | - 145 - 245 | - 170 - 285 | 190 - 320 | - 210 - 350 | - 230 - 385 |
| d 10 | - 20 - 60 | - 30 - 78 | - 40 - 98 | - 50 - 120 | 68 149 | 80 180 | 100 220 | - 120 - 250 | - 145 - 305 | - 170 355 | - 190 - 400 | - 210 - 440 | - 230 - 480 |
| d 11 | - 20 - 80 | - 30 - 105 | - 40 - 130 | - 50 - 160 | - 65 195 | - 80 - 240 | - 100 - 290 | 120 - 340 | - 145 - 395 | - 170 - 460 | - 190 - 510 | - 210 - 570 | - 230 - 630 |
| e 7 | - 14 - 24 | - 20 - 32 | - 25 - 40 | - 32 - 50 | 40 61 | 50 75 | 60 90 | - 72 - 107 | - 85 - 125 | - 100 146 | - 110 - 162 | - 125 - 182 | - 135 - 198 |
| e 8 | - 44 - 28 | - 20 - 38 | - 25 - 47 | 32 - 59 | 40 73 | 50 89 | - 60 - 106 | - 72 126 | - 85 - 148 | - 100 - 172 | 110 - 191 | - 125 - 214 | - 135 - 232 |
| e 9 | - 14 - 39 | - 20 - 50 | - 25 - 61 | 32 75 | 40 92 | 50 112 | 60 134 | - 72 - 159 | - 85 - 185 | - 100 - 215 | - 110 - 240 | - 125 - 265 | - 135 - 290 |
| f 6 | - 6 - 12 | - 10 - 18 | - 13 - 22 | - 16 - 27 | 20 33 | 25 41 | 30 49 | - 36 - 58 | - 43 - 68 | - 50 - 79 | - 56 - 88 | - 62 - 98 | - 68 - 108 |
| f 7 | - 6 - 16 | - 10 22 | - 13 - 28 | - 16 - 34 | - 20 41 | - 25 50 | 30 60 | - 36 71 | - 43 83 | - 50 96 | - 56 106 | - 62 - 119 | - 68 - 131 |
| f 8 | - 6 - 20 | - 10 - 28 | - 13 - 35 | - 16 - 43 | - 20 - 53 | - 25 64 | 30 76 | - 36 90 | - 43 - 106 | - 50 - 122 | - 56 - 137 | - 62 151 | - 68 - 165 |
| g 5 | - 2 - 6 | - 4 - 9 | - 5 - 11 | - 6 - 14 | - 7 16 | 9 20 | 10 23 | - 12 27 | - 14 32 | - 15 35 | - 17 40 | - 18 43 | - 20 47 |
| g 6 | - 2 - 8 | - 4 - 12 | 5 14 | 6 17 | 7 20 | 9 25 | 10 29 | - 12 - 34 | - 14 - 39 | - 15 - 44 | - 17 - 49 | - 18 - 54 | - 20 60 |
| h 5 | 0 - 4 | 0 - 5 | 0 6 | 0 - 8 | 0 - 9 | 0 - 11 | 0 13 | 0 - 15 | 0 - 18 | 0 20 | 0 23 | 0 - 25 | 0 - 27 |
| h 6 | 0 - 6 | 0 - 8 | 0 - 9 | 0 - 11 | 0 - 13 | 0 - 16 | 0 - 19 | 0 - 22 | 0 - 25 | 0 - 29 | 0 - 32 | 0 - 36 | 0 - 40 |
| h 7 | 0 - 10 | 0 - 12 | 0 - 15 | 0 - 18 | 0 - 21 | 0 - 25 | 0 - 30 | 0 - 35 | 0 - 40 | 0 - 46 | 0 - 52 | 0 - 57 | 0 - 63 |
| h 8 | 0 - 14 | 0 - 18 | 0 - 22 | 0 - 27 | 0 - 33 | 0 - 39 | 0 - 46 | 0 - 54 | 0 - 63 | 0 - 72 | 0 - 81 | 0 - 89 | 0 - 97 |
| h 9 | 0 - 25 | 0 - 30 | 0 - 36 | 0 - 43 | 0 - 52 | 0 - 62 | 0 - 74 | 0 - 87 | 0 - 100 | 0 - 115 | 0 - 130 | 0 - 140 | 0 - 155 |
| h 10 | 0 - 40 | 0 - 48 | 0 - 58 | 0 - 70 | 0 - 84 | 0 - 100 | 0 120 | 0 - 140 | 0 - 160 | 0 - 185 | 0 - 210 | 0 - 230 | 0 - 250 |
| h 11 | 0 - 60 | 0 - 75 | 0 90 | 0 110 | 0 130 | 0 160 | 0 190 | 0 220 | 0 250 | 0 290 | 0 - 320 | 0 - 360 | 0 - 400 |
| h 13 | 0 - 140 | 0 - 180 | 0 220 | 0 270 | 0 - 330 | 0 - 390 | 0 460 | 0 - 540 | 0 - 630 | 0 - 720 | 0 - 810 | 0 - 890 | 0 - 970 |
| i 6 | + 4 - 2 | + 6 - 2 | + 7 - 2 | + 8 3 | + 9 4 | + 11 5 | + 12 7 | + 13 - 9 | + 14 - 11 | + 16 - 13 | + 16 - 16 | + 18 - 18 | + 20 - 20 |
| i 5 | ± 2 | ± 2,5 | ± 3 | ± 4 | ± 4,5 | ± 5,5 | ± 6,5 | ± 7,5 | ± 9 | ± 10 | ± 11,5 | ± 12,5 | ± 13,5 |
| i 6 | + 3 | + 4 | + 4,5 | + 5,5 | + 6,5 | + 8 | + 9,5 | + 11 | + 12,5 | + 14,5 | + 16 | + 18 | ± 20 |
| i 9 | + 12 | ± 15 | ± 18 | ± 21 | ± 26 | ± 31 | ± 37 | ± 43 | ± 50 | ± 57 | ± 65 | ± 70 | ± 77 |
| i 11 | ± 30 | ± 37 | ± 45 | ± 55 | ± 65 | ± 80 | ± 95 | ± 110 | ± 125 | ± 145 | ± 160 | ± 180 | ± 200 |
| k 5 | + 4 0 | + 6 + 1 | + 7 + 1 | + 9 + 1 | + 11 + 2 | + 13 + 2 | + 15 + 2 | + 18 + 3 | + 21 + 3 | + 24 + 4 | + 27 + 4 | + 29 + 4 | + 32 + 5 |
| k 6 | + 6 0 | + 9 + 1 | + 10 + 1 | + 12 + 1 | + 15 + 2 | + 18 + 2 | + 21 + 2 | + 25 + 3 | + 28 + 3 | + 33 + 4 | + 36 + 4 | + 40 + 4 | + 45 + 5 |
| m 5 | + 6 + 2 | + 9 + 4 | + 12 + 6 | + 15 + 7 | + 17 + 8 | + 20 + 9 | + 24 + 11 | + 28 + 13 | + 33 + 15 | + 37 + 17 | + 43 + 20 | + 46 + 21 | + 50 + 23 |
| m 6 | + 8 + 2 | + 12 + 4 | + 15 + 6 | + 18 + 7 | + 21 + 8 | + 25 + 9 | + 30 + 11 | + 35 + 13 | + 40 + 15 | + 46 + 17 | + 52 + 20 | + 57 + 21 | + 63 + 23 |
| n 6 | + 10 + 4 | + 16 + 8 | + 19 + 10 | + 23 + 12 | + 28 + 15 | + 33 + 17 | + 39 + 20 | + 45 + 23 | + 52 + 27 | + 60 + 31 | + 66 + 34 | + 73 + 37 | + 80 + 40 |
| p 8 | + 12 + 6 | + 20 + 12 | + 24 + 15 | + 29 + 18 | + 35 + 22 | + 42 + 26 | + 51 + 32 | + 59 + 37 | + 68 + 43 | + 79 + 50 | + 88 + 56 | + 98 + 62 | + 108 + 68 |



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE
DISEÑO

FACULTAD DE DISEÑO

Secretaría de Docencia

Jefatura de Licenciatura

Cuernavaca, Morelos, 26 de Marzo de 2023.

DRA. LOURDES ADRIANA GUIZAR OJEDA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y EXPEDICIÓN DE DOCUMENTOS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
P R E S E N T E

Por medio de la presente le comunicamos que hemos leído el TESIS Y EXAMEN PROFESIONAL titulado **FUNDAMENTOS DEL DIBUJO ARTÍSTICO E INDUSTRIAL COMO APOYO A LA REALIZACIÓN DE PRODUCTOS SIGUIENDO LA METODOLOGÍA PROYECTUAL** que para obtener el título de Licenciado en Diseño presenta el alumno:

ALAN OMAR GARCIA SANCHEZ

No. Matrícula: 20134002933

Consideramos que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser sustentado en el examen profesional, por lo que nos permitimos informarle que nuestro voto es:

| NOMBRE | DICTAMEN | FIRMA |
|--|-------------|-------------------|
| ESTEBAN MARTINEZ PRECIADO PRESIDENTE | APROBATORIO | Firma electrónica |
| LORENA NOYOLA PIÑA SECRETARIO | APROBATORIO | Firma electrónica |
| HÉCTOR CUAUHTÉMOC PONCE DE LEÓN MÉNDEZ PRIMER VOCAL | APROBATORIO | Firma electrónica |
| XÓCHITL PRISCILA GONZÁLEZ BERRELLEZA SEGUNDO VOCAL | APROBATORIO | Firma electrónica |
| LILIANA HERNÁNDEZ MOLINAR TERCER VOCAL | APROBATORIO | Firma electrónica |

Sin más por el momento, quedamos de usted para cualquier aclaración.

LICENCIATURA EN DISEÑO ACREDITADA POR COMAPROD | MAESTRÍA EN IMAGEN, ARTE, CULTURA Y SOCIEDAD PNPC | ESPECIALIDAD EN DISEÑO EDITORIAL PNPC | ASOCIACIÓN MEXICANA DE ESCUELAS DE DISEÑO GRÁFICO, ENCUADRE | ASOCIACIÓN MEXICANA DE INSTITUCIONES Y ESCUELAS DE DISEÑO INDUSTRIAL DI-INTEGRA

Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa; C.P. 62209, Cuernavaca, Mor.
Tel. (777) 329.7000, Ext. 2195 / direccion.disenho@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

HECTOR CUAUHEMOC PONCE DE LEON MENDEZ | Fecha:2023-03-26 17:29:27 | Firmante

ZF/i9jAl5nHajs5dxAd5XsMmSUNOX6YyQJvCpQi7dmxB2lw4Vt8nSkcdR4rkskYwbX1sKmpgidv+mOVb4LOZ2CSoVnnk+IlpzoMuL4K6zP6BBalgd6ZNB7LR052j/uGjIbClTpeVr4/xRwgG60mwpdc45Dn1jsdniW9vvq1geTs4t5N2oFQ9Y5JKHSouvByLp/V3NA9xKDmEHYf05X9ruygkDPVvfnf9JZc4Zf1cymzeJ2yZ7rHug1EgXGQcxblDPrK26XdUmR2fvpvqA204GSfQIhrU06vwPDqarTPaWU4GFDQ05HTnGOA776ERjXtWn6ZUP6YMiVPHOqZ57Q==

LORENA NOYOLA PIÑA | Fecha:2023-03-26 21:02:12 | Firmante

CLEQqBgoaTWGji+CQGDn6i8qduZUHUm8/QPrxebKNDR47xrGLxOUgPvMxg4yMWBhGm7vufKgCzf9G7oF7Sw9wpNQoiQIDbEyYLVaRb3JPUhW/6juCe43++ZDwDKvy2AHbDcXyXQ3/0hW653DCncd8kW/LDiCrTYaU2L2gM5GeOofNQust0lu1raDqZiEW7A7sQ3diQtGxNRBKFZR8iQtzFRYVuyBP4XKOnDgsTJuAqJqjfeh/MgJOM9sAas8HbzeVE0mMrKRvHIAknXIKLkyFzUNLU6KvNfCh1iGk2TpiG2fna2zOi2dfFbfn0HOVfKb6r7HUP8Dey04qlA==

ESTEBAN MARTINEZ PRECIADO | Fecha:2023-03-27 19:02:17 | Firmante

jE8Ye7kGqrZasVbOS1laUH4ur4qLonGgwMwv+203pdM852ZEE1PRuC/xB1PbG6AI+9VsYNummg3gD73MKAkeysP51CEOCInFq15OY0fzcmJOA+bbxTxfzM2PpQqQQHkcUm99dkblgjhNnN3OnCl88DLnT4ulhoO+phmvK2fD2B6jr3/KGyy0O5mFcxoG8FBhd13RpbZhrEt7uUC5UO5FfjKTJtReUvxlHK2v9VtFT9xso/t4w+UBqGuXmP5qCOh9mUJQkSZMelpQJWkxiEjQ8D+Uj7Nc1QFh37X+1EFz8APSQRsw16YsN26Mv10Tjhg3BWL3LRck2dGYswuUOA==

LILIANA HERNANDEZ MOLINAR | Fecha:2023-03-28 16:53:31 | Firmante

EoeAwzoQVf4rxCu74eAhwu29ik5zFlyInfnni1IK+p8w1qJrXx5AFCXWk0004uNsOD1Ka2Nboi/UfJiAEuvPTa+7eldMJJxdAVYx5Fkh+0g9E6wcm/Qj/jRck8D0uKQOrh/HPSMHwrN RMLwhgP7qI7SB8PHdw1ZUnLjdkRez1MwKf610ELI96yei/YEgnqI9Z+Sk8jcvrW7rnJWAXmvDO25CeCTVpetSS9b7+39yplnK51q8hrM0e9ffcWJvPnSVfXQOtbb6QpYcJjhyat1a muFCL+vBoxiCx5SjP5uLXtfbwTt1tN0bKYfaq2moKMF8XsGgLxSHqGX77rYPjfw==

XOCHITL PRISCILA GONZALEZ BERRELLEZA | Fecha:2023-04-01 20:49:58 | Firmante

Txgq9MToSPPq0yrW0z8/ZV2BoRyO6P7mQ+ZKNswUif7ax+F6latMXZ3qDiJDGo1rBNyN7kSVMXSYIAGVYkIgpS0aL7d9In8UjFqikf6fb/HVQf4bKkchhdODnjOgQqK0OxQLV6zz sM+yAmmMheNNOcN1kiZhfepAlg3LL8GsemgmoPVyH5O5w5baOIPwYXLIUjP0Mltpia7kAiZcx/b8RGJS6jfkQ6S3FxGWG3XIZ2t2TPfZY+9ctpxdKi8vv5jk8MBuW2ltPM+4hW7P pfaqZrtnK+beYp9kF5dLZzf7Euxno0k3u5v5i+yIOgUjDyz8KayxJBDIOmYNNMXgzM5w==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



cyzwN24RC

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/ecR6PR5mlnMAUu7NmWQjlmwEhzoo7YQj>

