

PROYECTO DE GRADUACION
Trabajo Final de Grado

Un mundo hecho de poliedros
El rediseño de un producto de hogar

Pedro Burgos
Cuerpo B del PG
10 de Diciembre del 2014
Diseño Industrial
Creación y Expresión
Diseño y Producción de Objetos, Espacios e Imágenes

Índice

Introducción	5
Capítulo 1. Morfología	13
1.1. Concepto de morfología aplicada al diseño.	13
1.2. El origen de la semántica y como se utiliza.	14
1.3. Implementación de la morfología como herramienta de diseño.	17
1.4. Ergonomía.	19
1.5. Las herramientas en conjunto.	23
Capítulo 2. Poliedros	25
2.1. ¿Qué son los poliedros y donde se encuentran?	25
2.1.1. Polígonos.	27
2.1.2. Teselación.	28
2.1.3. Poliedros en la naturaleza.	29
2.1.4. Poliedros en el microscopio	31
2.1.5. Denominaciones.	33
2.2. Familias de Poliedros.	34
2.2.1. Sólidos Platónicos.	34
2.2.2. Poliedros semirregulares o Arquimedianos.	36
Capítulo 3. Proceso de diseño de productos	38
3.1. Descubrir una necesidad.	38
3.1.1. Planteo del problema e investigación.	40
3.1.2. Solución y concepto del <i>Brainstorming</i> .	42
3.1.3. Etapa de divergencia.	44
3.1.4. Etapa de convergencia.	46
3.1.5. Propuesta ganadora.	46
3.2. Herramientas de visualización.	48
3.2.1. Concepto de <i>Sketching</i> .	49
3.2.2. Modelado 3D.	51
Capítulo 4. Procesos de Fabricación	53
4.1. Bajada a la realidad.	53
4.1.1. Maqueta.	54
4.1.2. Prototipo.	56
4.1.3. Elementos y herramientas.	57
4.2. Tecnologías viables.	59
4.2.1. Metales.	60
4.2.2. Maderas.	63
4.2.3. Plásticos.	66
4.2.4. Cerámicos.	68
4.2.5. Vidrios.	70
4.3. Nuevas tecnologías.	71
Capítulo 5. Re-diseño de un producto de hogar	73
5.1. Evolución de una solución.	73
5.1.1. La elección del producto.	74
5.1.2. La investigación.	75
5.1.3. La elección de un partido o concepto.	79
5.2. Etapa de propuestas.	81
5.2.1. La aplicación de semántica.	81
5.2.2. La morfología del producto.	82

5.2.3. La aplicación de ergonomía.	84
5.2.4. Convergencia de propuestas.	85
5.3. Propuesta ganadora.	86
5.3.1. La elección de los materiales.	86
5.3.2. Reajustes de propuesta.	88
5.3.3. Del papel al modelado.	88
5.3.4. Los planos de fabricación.	89
5.3.5. Te-dro.	90
Conclusiones	91
Imágenes seleccionadas	95
Lista de referencias bibliográficas	100
Bibliografía	102

Índice de figuras

Figura 1. Apple y Braun.	99
Figura 2. Tres planos.	99
Figura 3. Composición del cilindro.	100
Figura 4. Composición del cono truncado.	100
Figura 5. Composición del hiperboloide de revolución.	101
Figura 6. Action Office II.	101
Figura 7. Sal al microscopio.	102
Figura 8. Teselaciones regulares.	102
Figura 9. Cueva de <i>Fingal</i> en Staffa, Escocia.	103
Figura 10. Te-dro.	103

Introducción

Cuando se empieza la carrera de diseño industrial, el alumno lo hace imaginando que va a poder diseñarlo todo. Es interesante como a lo largo de la misma, el mismo se va dando cuenta de que eso que se imaginaba no es tan sencillo ya que el todo está compuesto por muchas otras partes que a su vez siguen siendo áreas gigantes de trabajo, investigación y diseño.

A medida que se avanza en el estudio, pasando por las materias de la carrera, se van aprendiendo numerosas cosas que forman escalones para llegar a comprender temas más amplios. Una de las disciplinas que se aprenden es morfología, que estudia la generación y las propiedades de la forma, y que se aplica en casi todas las ramas del diseño. Es muy importante comprenderla ya que va a ser la herramienta que permitirá entender los objetos y productos de manera constructiva, es decir, que se va a poder saber cómo es que están compuestas las entidades. No molecularmente hablando sino qué formas geométricas y volúmenes tridimensionales las componen.

Se sabe que en el mundo el todo está compuesto por partes y esas partes a su vez cuentan con más subdivisiones. Cosas materiales tales como objetos, esculturas, adornos y productos están compuestos de morfologías combinadas de volúmenes conocidos como cilindros, cubos, prismas y otros poliedros. Entonces se entiende que con objetos más pequeños se pueden armar objetos más grandes. Un ejemplo claro serían los famosos *Lego* o *Mis ladrillos* que son pequeños bloques de plástico que por medio del encastre le permiten al usuario la creación de estructuras únicas.

Anteriormente se hizo mención a los poliedros, un término desconocido para muchos. Estos son cuerpos geométricos tridimensionales cuyas caras son planas y encierran un volumen finito y que sus nombres son de acuerdo al número de caras que posean. Varios de ustedes conocen lo que es un cubo pero lo que no todo saben es que éste es un poliedro el cual tiene por denominación hexaedro porque está compuesto de seis caras. Pero no solo se puede hablar de poliedros en una escala visible ya que estos están en

todas partes del mundo de maneras no observables para el ojo humano como estructuras que se pueden ver desde el espacio. La sal vista al microscopio está compuesta por muchísimos prismas, los copos de nieve también, y así muchas formas de la naturaleza están morfológicamente compuestas por poliedros.

Este proyecto de grado titulado *Un mundo de poliedros, el rediseño de un producto de hogar* se encuentra ubicado en la categoría creación y expresión, y seguirá como línea temática el Diseño y producción de objetos, espacios e imágenes ya que concluirá con el rediseño de un producto de hogar existente con modificaciones en su morfología y por lo tanto se relaciona con la búsqueda y la creación de un producto de diseño teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios y la demanda estética que hay hoy en día.

Se va a rediseñar un producto de la casa aplicando la morfología de los poliedros sin que pierda su propiedad ergonómica y continúe siendo funcional. Ya que esta propiedad es la ideal para que un producto, además de lo funcional, sea la primer elección del comprador en comparación con otro que sea incómodo a la hora del uso.

Se suele relacionar a la ergonomía con morfologías orgánicas, con curvas y superficies suaves que le dan al producto una imagen de comodidad a la hora del uso. Pero es erróneo ya que es la disciplina tecnológica que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador y que se aplica a tres escalas conocidas como aptica, corporales y habitables. Entonces un producto puede contar con una morfología poliédrica y seguir siendo ergonómico y ahí es donde aparece el desafío para el diseñador industrial, saber aplicar todo lo aprendido y utilizar esas herramientas para poder diseñar, producir y vender un producto que sea estéticamente llamativo y querible por el usuario y que siga cumpliendo con las necesidades por las cuales fue diseñado siendo totalmente funcional.

Es la búsqueda de un producto que funcione y sea estéticamente deseable. Estos puntos constituyen el objetivo general de este proyecto de grado, el rediseño de un set de té unipersonal compuesto por una tapa, un colador para las hebras y el contenedor con morfologías poliédricas entendiendo previamente los conceptos de las formas por medio del estudio de las mismas.

Cómo primer objetivo específico será investigar los poliedros conocidos, aprendiendo sus nombres y el significado de estos. Teniendo en cuenta la gran variedad de poliedros que hay con sus clasificaciones y divisiones tomando como tema troncal para este objetivo un estudio amplio sobre la morfología en general y desde ahí converger hasta los poliedros en sí. Otro objetivo constará de analizar y ejemplificar los procesos y etapas de diseño con los que todos los productos deben ser diseñados, enumerándolos de manera ordenada y citando a un gran diseñador como Bernd Löbach el cual da ciertos criterios a tener en cuenta para poder realizar este cometido con éxito.

Como siguiente objetivo específico se van a explicar tres conceptos que utilizados en conjunto son una poderosa arma del diseño industrial, estos son la morfología, la semántica y la ergonomía. Importante objetivo ya que junto con los otros conforman, con éxito, un buen resultado de diseño.

Los procesos de fabricación van a ser la temática de este otro objetivo, ya que para el diseñador industrial es vital analizar la variedad de procesos por los cuales se pueda producir el producto y ver que sea viable y redituable. Este tema en particular va a tomar en cuenta nuevos procesos y otros que están en camino, ya que a medida que avanza la tecnología van apareciendo otras maneras de lograr construir un objeto o producto, como la impresión 3D en plásticos y metales como el titanio la cual permite que uno desde el hogar pueda imprimir su producto y esto genera otra manera de vender un diseño de manera no tangible.

Como aporte disciplinar el proyecto de grado va a mostrarle al lector cuáles son los pasos necesarios para el diseñar o rediseñar un producto teniendo principalmente en cuenta los procesos morfológicos que se realizan para llegar a una forma final y motivar a los nuevos diseñadores a que tomen estas formas y las apliquen a sus diseños ya que cuentan con muchas propiedades estructurales y funcionales que le van a servir para que un producto no solo sea funcional sino que también sea estéticamente llamativo y transmita una necesidad de observación para entender su forma.

A continuación se detallarán los antecedentes previamente encontrados y seleccionados en los proyectos de grado de ex alumnos de la Universidad de Palermo, que sirvieron como ejemplos para la realización de este PG: en primer lugar se encuentra el PG de Guardincerri, G. (2012). *Reflexión sobre estética*. Proyecto de Graduación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Este proyecto de grado fue seleccionado como antecedente porque una de las cosas sobre las que trata es la relación sobre estética y los aspectos morfológicos que hay que tener en cuenta para diseñar un objeto o producto teniendo muy presente la estética como centro del diseño y es un tema importante y necesario para el proyecto de grado actual.

De igual manera se tomó como ejemplo el de Campitelli, M. (2012). *Función simbólica-significativa de la Morfología (la forma evoca)*. Proyecto de Graduación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Se seleccionó este proyecto de grado como antecedente para este trabajo porque al igual que el antecedente anterior trata sobre la forma, lo que evoca y la morfología en cuanto a lo que significa y simboliza. A diferenciación del antecedente anterior este va a aportar el concepto de comunicación entre el diseñador-producto-usuario por medio de lo que la forma evoque.

En siguiente lugar está el de Perez, M. (2013). *Lo que los objetos dicen*. Proyecto de Graduación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo.

Una de las cosas más importantes y a su vez más difíciles de lograr es poder transmitir una idea, un comunicado sin decir o escribir algo. En vez de eso lo que se realiza en este PG es un ensayo sobre el lenguaje que los objetos comunican y como los usuarios lo perciben.

Continuando, se utilizó el PG de Cánepa, A. (2012). *Diseño Universal*. Proyecto de Graduación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Es importante comprender y diseñar teniendo en cuenta la ergonomía en su totalidad. En este PG se va a tratar el diseño de un aula de una escuela pública para acondicionarla a aquellas personas con discapacidades motrices. Entonces se va a utilizar el diseño universal y la ergonomía para lograr este objetivo.

Otro antecedente utilizado es el de Dondero, G. (2013). *Un modelo de análisis para las necesidades del cliente*. Proyecto de Graduación. Facultad de diseño y comunicación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos aires: Universidad de Palermo. Este PG también va a utilizar el concepto de ergonomía pero para el diseño de interiores teniendo en cuenta la distribución de los espacios en especial para un local gastronómico.

También se encontró el PG de Scarsini, A. (2013). *DI: Diseño infantil*. Proyecto de Graduación. Facultad de diseño y comunicación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos aires: Universidad de Palermo. Pasando por un análisis de necesidades con respecto al diseño para niños este PG trata sobre el abordaje de estos temas aplicando un diseño ergonómico en productos para que los chicos usen. Teniendo en cuenta las habilidades de los usuarios.

Otro proyecto seleccionado es el de Tarquini, J. (2012). *Modelo naturaleza: (¿es posible la simbiosis tecnosfera-biósfera? Reincursión (ie. [sic]) de los sistemas naturales)*. Proyecto de Graduación. Facultad de diseño y comunicación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos aires: Universidad de Palermo. El motivo por el cual fue tomado como antecedente es debido a la relación naturaleza-mundo-hombre que plantea ya que en el presente PG se habla de la morfología dentro de la naturaleza.

Continuando con el listado se encuentra el de Pienovi, G. (2011). *Las modificaciones de un objeto artesanal tradicional a partir de una mirada de diseño, (El caso de los instrumentos musicales)*. Proyecto de Graduación. Facultad de diseño y comunicación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos aires: Universidad de Palermo. Se tomó como antecedente porque describe los diversos sistemas de producción, temática relacionada con el capítulo cuatro del actual PG.

Retomando los antecedentes sobre la comunicación de los productos se encuentra el de Nikiel, M. (2011). *Semiótica del producto, (El objeto como elemento comunicativo.)*. Proyecto de Graduación. Facultad de diseño y comunicación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos aires: Universidad de Palermo. Este además de tratar el tema comunicativo, abarca parte de la historia del inicio de la era industrial el cual es interesante para observar los cambios en las personas en cuanto a la relación que tenían con los productos.

Finalmente se seleccionó el de Rastellino, B. (2013). *Re.diseño de un envase flexible*. Proyecto de Graduación. Facultad de diseño y comunicación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos aires: Universidad de Palermo. El siguiente proyecto de graduación, como su título informa, es sobre el rediseño de un producto existente en este caso un envase. Es un antecedente importante porque cuenta en parte sobre el rediseño de un objeto.

Este presente está compuesto por capítulos ordenando, de esta manera, todos los temas necesarios para la conclusión del trabajo y que le permita al lector una dictaminada forma de entender los pasos a seguir. A continuación se hará una breve introducción a los capítulos para familiarizar al lector con los temas a desarrollar.

El primer capítulo se trata en su totalidad sobre la morfología. Desde su concepto en si hasta la aplicación de la misma teniendo en cuenta las distintas maneras de aplicarla y vinculándola siempre con otro concepto el cual es el de ergonomía, el cual abarca el

estudio de las formas aplicadas en tres escalas (háptica, corporal y habitable) para generar la mayor comodidad y practicidad para el uso de un producto, o el movimiento dentro de un espacio determinado. Por otro lado, el siguiente capítulo, ya que el título del PG es: *Un mundo hecho de poliedros, el rediseño de un producto de hogar*, es importante para la comprensión del tema, familiarizarse con el concepto de poliedro y su composición, aplicando su morfología al diseño; entender los procesos de teselación que son muy importantes a la hora de generar nuevas formas a partir de volúmenes existentes.

Una vez comprendidos los temas anteriores se continúa en el capítulo tres donde se muestran los pasos a seguir para diseñar un producto ¿Y cuáles son? Se explican las etapas de diseño necesarias y las optativas, en forma de sugerencia, para cumplir con el objetivo. Y una vez logrado el producto deseado va a estar listo para pasar a la etapa de prototipado y posteriormente a la de fabricación la cual se va a ver en el capítulo siguiente. ¿Cuántas formas existen para fabricar un producto? ¿De cuántos materiales disponemos? En este capítulo se muestran los procesos de fabricación mayormente utilizados por las industrias hoy en día en relación a los materiales elegidos y también se va a hacer un paneo general sobre las nuevas tecnologías y materiales que se están utilizando en algunos países y otros que ni se empezaron a utilizar en serie dados sus costos en relación a los tiempos de producción.

En el capítulo final se habla sobre re-diseñar y lo que esto significa. Como la palabra lo dice es volver a diseñar pero no necesariamente algo que el diseñador mismo haya creado sino que también algo a lo cual se le quiera realizar una mejora estética, funcional o tecnológica. Se van a repasar las etapas mencionadas en el capítulo tres *Diseño de Productos* para así poder cumplir con el nuevo objetivo que es una nueva versión sobre un producto existente.

Luego del recorrido por el re-diseño, este último capítulo concluirá detalladamente con la propuesta de diseño del estudiante, el cual va a ser un set completo de té. Y habiendo

recorrido esta introducción el lector puede avanzar hacia los capítulos donde se explica detalladamente los conceptos que se van a utilizar para la realización de este rediseño.

Capítulo 1. Morfología

Este capítulo está pensado y escrito de manera que el lector pueda entender y comprender los conceptos de la morfología, en especial la utilizada en diseño; el concepto de semántica también aplicada al diseño y cómo se utiliza; la aplicación de la morfología para poder generar formas y cuerpos tridimensionales y el concepto de la ergonomía en el diseño y cómo está se aplica teniendo en cuenta su importancia y relevancia.

Todos los temas van a estar ejemplificados con imágenes de manera que el lector vea de manera más clara la utilización de las herramientas para generar formas. Ya que en el mundo del diseño industrial, gráfico, de indumentaria, de imagen y sonido y arquitectura es necesario el uso de la imagen para que visualmente se capten y comprendan no solo los conceptos sino todo lo que el diseñador quiera mostrar.

1.1. Concepto de Morfología

Si bien hay varios tipos de morfologías, tales como la lingüística, la biológica, la matemática y la aplicada al diseño, todas ellas tratan sobre la conformación de sus partes. La lingüística es la que se encarga de la estructura interna de las palabras, en la biológica, o aplicada a la biología, es la que estudia la estructura de un organismo, la aplicada a las matemáticas estudia las estructuras geométricas y la que se aplica al diseño es la que se va a analizar en este capítulo.

Ditutor, un diccionario sobre terminologías matemáticas, dice que la morfología aplicada al diseño es la disciplina que se encarga del estudio de la generación de las formas y de las propiedades de las mismas. Proviene originalmente del griego *morfos* que hace referencia a las formas, y *logos* que es el término utilizado para estudio y que se aplica a todas las ramas del diseño. (Ditutor, 2010).

Antes de retomar con la morfología, se va a detallar el concepto de semántica y cómo se la utiliza.

1.2. El origen de la semántica y cómo se utiliza.

Según el diccionario de la (RAE), la semántica es lo “pertenciente o relativo a la significación de las palabras”. (2001). Pero ¿Cómo se aplica este concepto al diseño y para qué sirve? Cuando se dice que un diseño alude a algo que es familiar o conocido, algo de la naturaleza, otro producto similar, otro totalmente distinto o incluso un concepto de una palabra, se le está detectando la semántica con la que fue diseñado.

Desde que el hombre descubrió que podía utilizar los elementos a su alcance como herramientas para facilitar sus actividades, se dio origen a la semántica de los objetos.

Para golpear más fuerte tomó en su mano una piedra o un palo; después, al amarrar la piedra al extremo del palo había creado una herramienta, que también era un arma. Para suplir la debilidad de sus dientes y de sus uñas usó tal vez, manejados con sus hábiles dedos, dientes y uñas de otros animales más fuertes que él. (Phillips, 1965, p. 56).

El *homo habilis* descubrió que al partirse una piedra quedaba un lado con filo y que con este podía cortar la piel y la carne de los animales. Del mismo modo pasó con el martillo ya que su aparición fue posterior al golpe de un objeto con una simple piedra, sumado al agarre de un palo. Aprendieron a clasificar sus herramientas según la actividad asignada. Si tenían que golpear a sus presas o a otro objeto buscaban piedras con caras lo más planas posibles para tener una mayor superficie de impacto. Si necesitaban romper una piedra para darle forma o quitarle partes utilizaban una con punta y de mayor resistencia. Si precisaban cortar ramas, pieles o carne primero golpeaban la roca con otra plana y lo que se desprendía quedaba con una cara de corte que le permitía realizar la actividad.

Descubrieron por la experiencia que ciertos objetos de determinadas formas cumplían con la necesidad que buscaban. Esto quiere decir que al ser los primeros en inventar estos futuros productos, no tenían nada en que basarse, nada existente como tal. Todo estaba en la naturaleza y ellos lo tomaron y transformaron en lo que necesitaban, le dieron identidad a los objetos. Entonces se comenzó a asociar la forma con el uso y la importancia de la buena comunicación del mismo. Es por esto que se puede decir que estos acontecimientos conforman el origen de la semántica hacia las herramientas. Y

esto no cambió ya que hoy en día funciona de la misma manera con los productos actuales.

Todos los productos comunican algo con solo verlos. Lo hacen desde su forma, sus materiales, su calidad, sus colores, la falta de ellos, la simpleza, lo exagerado. Es algo importante a tener en cuenta ya que lo primero que se percibe es por medio de la vista y eso va a hacer que el usuario genere una opinión con respecto al producto observado y ese sentimiento tiene que ser acorde a la hora de tomar o utilizar ese objeto. No es un buen diseño si a la vista es agradable, sutil, suave y cómodo de usar, pero a la hora del uso es totalmente lo opuesto, ni tampoco de la otra manera. Pero tampoco significa que con solo verlo se entienda como usarlo, como lo describe Heidegger: “Ni la más atenta observación, ni la más insistente mirada a las cosas son suficientes para descubrir su disponibilidad. Una mirada solamente ‘teórica’ hacia los objetos no capta la dimensión de la disponibilidad”. (1984, p.69) Y luego prosigue con un ejemplo sobre un martillo: “En esta relación de uso, la preocupación se subordina al para qué constitutivo. Cuando menos se mira al martillo, cuando más se agarra el martillo, más auténtica será la relación de uso con la herramienta”. (1984, p.69). Hay que tener esto en cuenta ya que va a ser lo que haga que un producto sea deseado y bien calificado.

Si bien se sugiere que hay que diseñar de esta manera, hay casos en los que no es necesario que algo sea visualmente atractivo. Esto solo pasa si el diseñador o la marca ya están establecidos y reconocidos y cuentan con un público fijo. Es por eso que a veces sin importar lo que se diseñe, el producto va a ser valorado por otras cualidades como el hecho del sentimiento de pertenencia o exclusividad y dejando lo visual u otro aspecto a un lado. Un ejemplo claro es *Apple* que ya cuenta con una familia de productos conocidos (*iPod*, *iPod Touch*, *iPad*, *iMac*, *MacBook* y *iPhone*) que son innovadores tecnológicamente y de calidad confiable. Lo que transmiten los productos de esta marca

es la simpleza de uso debido a su morfología limpia y carente de volumetrías exageradas, su calidad en la utilización de materiales resistentes, sus uniones y la durabilidad de los componentes y su exclusividad la cual es dada por el precio de sus productos en relación al resto de la competencia. Además son productos que funcionan al 100 por ciento, es decir que se complementan desde su aspecto hasta su funcionalidad, cuando se los utiliza junto a otros productos de la marca (*Apple, 2014*).

Lo que no todas las personas conocen sobre el diseño de los productos de esta marca, es la aplicación semántica o inspiración morfológica que ellos usan. La famosa manzana recurrió a productos existentes a la hora de la creación de los suyos. Se podría decir que esto no es factible ya que no hay otros bienes, actualmente en el mercado, que se les parezcan y que al mismo tiempo hayan existido desde antes, pero si puede ser. Esta inspiración proviene de una de las escuelas con mayor importancia para el diseño industrial. Fue la *Hochschule für Gestaltung (HfG)* en Ulm, Alemania. Un establecimiento que se rigió con el formato de diseño de la escuela *Bauhaus*, donde los productos eran de carácter racional y funcional, enmarcados en un contexto de diseño moderno. (Apuntes, De la Carcova, 2012).

Al comparar algunos de los productos de *Apple* con los de *Braun*, una marca con diseños racionales y funcionales como los de *HfG*, se pueden observar las similitudes en la morfología de los mismos (Ver Fig. 1). Estos son ejemplos de aplicación de semántica ya que el diseño de estos objetos de la actualidad refiere a una época donde lo funcional y racional en relación a la calidad era un fuerte. De esta forma los usuarios que sepan y conozcan los productos de *Braun*, de esa época, van a saber que están consumiendo algo de calidad.

Pero lo aconsejable para los diseñadores es la buena aplicación semántica a los productos para que sean visualmente deseables y se correspondan a la hora de la utilización de los mismos. Porque a fin de cuentas, el usuario al no conocer un producto o

marca, compra y consume por lo que se ve a simple vista y esto se logra con una correcta aplicación de la semántica.

1.3. Implementación de la morfología como herramienta de diseño.

Es esencial su aplicación en ámbitos de diseño industrial ya que para el diseñador es una herramienta totalmente necesaria a la hora de crear productos que va a diseñar. Gracias a la morfología es posible generar volumetrías (planos 3D o tridimensionales) las cuales van a terminar de dar forma al producto deseado.

La forma, elemento determinante sobre todo para el espacio retínico, históricamente fue descrita por el lenguaje de la geometría. Ángulos, aristas, formas redondeadas, ahuecamientos, arriba, a izquierda, de costado, sobre, abajo, son distinciones lingüísticas que sirven para representar las formas. Para describir las formas de los productos se necesitan también datos sobre las características de las superficies y de la coloración. (Bonsiepe, 1995, p. 149).

La cita anterior muestra un fragmento del libro *Del objeto a la interfase*, mutaciones del Diseño, escrito por Gui Bonsiepe, la cual explica de manera general el concepto de forma y lo que este abarca.

Para desarrollar una volumetría es necesario comprender que todo está compuesto primero por puntos que al unirlos se consiguen líneas, si se cierran esas líneas se forman áreas y la combinación de estas en los tres planos X, Y, Z (Ver Fig. 2) van a dar como resultado un cuerpo tridimensional. Para diseñar algo siempre se parte del plano, ya sea un papel o por medio digital. Es el trabajo del diseñador el combinar los tres planos trabajados para llegar a una volumetría. Para realizar esto es necesario comprender dos términos, directriz y generatriz. (Apuntes, Jeifetz, 2012).

Continuando en base a los apuntes, la directriz, como dice la palabra, refiere a dirección. Es aquello que va a marcar las condiciones en las que se va a generar algo, puede ser una línea, una superficie o un volumen. Por otro lado la generatriz es, en este caso, la línea que a causa de un movimiento guiado por la directriz forma una superficie si esta está ubicada en otro plano. Un ejemplo claro sobre cómo funcionan la generatriz y la directriz juntas es la conformación de un cilindro. Este está compuesto por dos círculos y

un tubo, pero la generación de ese tubo es a causa del recorrido de una línea sobre dos círculos separados. Si se ubica un círculo en una base, y el otro, el cual es totalmente idéntico, por encima del primero pero separado, se empieza a observar la volumetría. ¿Pero qué le faltan a estas dos circunferencias para transformarse en un cilindro? Hay que unirlos por una línea vertical y recta. Luego es cuestión de trasladar esa línea alrededor de los dos círculos para que cuando ésta vuelva a tocarse, el tubo quede cerrado (Ver Fig. 3). Y es así como funciona la generación de superficies por medio de líneas planas ubicadas en diferentes planos, pero conectados y luego trasladados por su o sus respectivas directrices. Esta no es la única forma de generar superficies, pero si todas pueden ser logradas por medio de este método.

No solo puede usarse una generatriz (G) y una directriz (D). Se puede trasladar una G por más de una D. Como ejemplo similar al cilindro se encuentra el cono truncado (cono al cual se le sustrae una parte, en el caso de este ejemplo se le sustrae la punta lo cual dejaría una base circular original y un techo también circular) el cual va a tener dos directrices, una circunferencia mayor en la base y una menor en su parte más alta, y de la misma manera que con el cilindro va a haber una línea que conecte ambas circunferencias la cual quedará inclinada o en diagonal (Ver Fig. 4). Y por medio de la traslación de la línea inclinada, al cerrarse, se va a obtener el volumen del cono trunco. Y de la misma manera se pueden trasladar más de una generatriz por una o más directrices, generando un universo de posibilidades de volumetrías.

La aplicación de la morfología no termina en esta instancia para el diseñador. Ya que una vez obtenido el volumen deseado, el cual es el más aproximado al producto al que se quiere llegar, pasan a aplicarse otros conceptos tales como adiciones, sustracciones, intersecciones y transformaciones.

La adición es, como dice la palabra, la suma de un volumen a otro. Si se apoya un cubo encima de otro del mismo tamaño y se los une, va a aparecer un prisma rectangular. La

sustracción es lo opuesto, la eliminación de un volumen con respecto a otro. Si se corta un prisma rectangular a lo ancho justo por la mitad, quitando una de ellas, se obtiene un cubo. La intersección se asemeja a la adición ya que hay una suma de cuerpos, pero la diferencia es que se cruzan en algún punto y lo que se encuentra dentro desaparece. Si se unen dos cubos por sus bases y se los cruza, se va a obtener otro prisma rectangular pero de menor altura que si solo se los apoyara uno sobre el otro. Y la transformación es más amplia, ya que puede significar que el objeto se deforme. Puede ser que se lo rote sobre su propio eje dejando una de las bases fijas. Un ejemplo es el hiperboloide de revolución que es cuando se rota una de las caras de un cilindro sobre su propio eje mientras la otra se mantiene fija (Ver Fig. 5).

Otra aplicación de transformar un cuerpo es estirándolo a lo ancho o a lo largo o en cualquier otra dirección. Otro es escalando alguna de sus partes, también curvarlo o doblarlo. Hay muchas maneras de transformar volúmenes, pero para concluir con estas se encuentra la utilización de todas estas aplicaciones en conjunto ya que tanto la adición, sustracción, intersección y transformación sirven para ampliar aún más la gama de posibilidades para generar un volumen cuando se las combina. Toda esta información adquirida para la realización de esta explicación fue el resultado de varias comunicaciones previas con Carlos Arach, docente del autor de este proyecto y excelente entendedor de la materia. (comunicación personal, 3 de marzo del 2014).

Estas son algunas de las herramientas que le van a permitir al diseñador, crear y generar volúmenes para ir acercándose a la morfología del producto a la que quiere llegar.

1.4. Ergonomía

Todas las personas son diferentes, pero en este caso en particular se va a hablar de las diferencias físicas como el sexo, la altura, el peso, el tamaño, la postura, si cuenta con alguna discapacidad motriz o la falta de alguno o más miembros. Es importante tener

todas estas variantes en cuenta a la hora de diseñar un producto ya que, por ejemplo, si el producto diseñado es un secador de pelo hay que contemplar que no todas las personas tienen el mismo tamaño de mano, cantidad de fuerza y capacidad motriz. Si estos aspectos no son observados y aplicados correctamente, es posible que el diseño fracase o que la cantidad de gente que consuma del mismo sea poca o nula.

El diseñador tiene que diseñar para que la mayor cantidad de personas utilicen su producto, facilitando su o sus usos en todo sentido. Que tenga el peso justo, que sea lo más cómodo morfológicamente posible al tacto; por ende que no tenga aristas ni puntas que lastimen. Porque hay que desarrollar productos que logren el mayor bienestar en las personas.

Según la CROEM (confederación regional de organizaciones empresariales de murcia) en su apartado denominado *Prevención de Riesgos Ergonómicos*, la ergonomía es “una disciplina científico-técnica y de diseño que estudia la relación entre el entorno de trabajo (lugar de trabajo), y quienes realizan el trabajo (los trabajadores)”. (2014). Esta contempla varios aspectos. Está la ergonomía cognitiva que trata de los procesos mentales; la ergonomía física la cual es la que se va a desarrollar en este capítulo; la ergonomía organizacional que se ocupa por la optimización de sistemas socio-técnicos; y la ergonomía visual que estudia la manera de resolver y disminuir el campo visual utilizado por las personas, evitando los esfuerzos.

¿Cuánto le sirve al diseñador diseñar en base a la antropometría? Panero y Zelnik dicen: “Llamamos antropometría a la ciencia que estudia en concreto las medidas del cuerpo, a fin de establecer diferencias en los individuos, grupos, etc”. (1991, p. 23). Estos dos arquitectos y diseñadores de interiores se encargan de diseñar sus espacios en base a esta ciencia y dicen lo siguiente:

El tamaño y dimensión del cuerpo son los factores humanos más importantes por su relación con la denominada adaptación ergonómica (*ergofitling*) del usuario al entorno, aspecto de la interfase hombre-máquina a la que con tanta asiduidad aluden los ergonomistas. (p. 19).

Es muy útil para el diseñador diseñar contemplando esta herramienta. Pero no siempre se diseñó teniéndola en cuenta ya que hubo que esperar hasta 1940 para que los datos antropométricos recolectados se utilizaran en los distintos campos de la industria. Principalmente fue utilizada en la aeronáutica lo cual la llevó a un desarrollo superior y un incremento en su producción. Hay que tener en cuenta que este acontecimiento se encuentra en un contexto mayor el cual es el de la segunda Guerra Mundial, por ende la utilización de este concepto de ergonomía fue principalmente con fines bélicos. Pero a mediados de los 60', al haber pasado varios años del fin de la guerra, se la ve aplicada en un diseño de Robert Propst, de Estados Unidos, conocido como *Action Office II*. Un sistema compacto y modular de oficinas donde el empleado tenía todo a su alcance sin necesidad de realizar movimientos forzosos para efectuar sus actividades (Ver Fig. 6). Y hoy en día, la antropometría es un término conocido por los ergonomistas y diseñadores. (Apuntes, De la Carcova, 2012).

Estos datos son principalmente utilizados en una escala corporal y habitable, esto quiere decir que son datos que sirven en relación con el hombre y un vehículo, por ejemplo un avión de guerra. O en relación con un hombre y un cuarto de una casa. Cuando se habla de escalas se refiere a tres en específico.

Yendo de menor a mayor se encuentra primero la escala háptica la cual está relacionada con la interacción con el tacto, oído y visión en relación a productos manipulables con las manos. Un ejemplo es el celular. El papel de la ergonomía aplicada al diseño va a ser el manejo de la morfología de dicho producto para que sea lo más cómodo posible, lo más liviano posible, lo más compacto posible y que cuente con dimensiones necesarias para su uso. Por otro lado se encuentra la escala corporal donde se van a utilizar datos corporales, es decir percentiles antropométricos, para poder diseñar en base a la posición del usuario frente al producto. A continuación se encuentra detallada la definición de percentil.

La definición de percentil es bastante sencilla. Para cualquier serie de datos –por ejemplo, los pesos de un grupo de pilotos- el primer percentil es un valor que, por un lado, es mayor que los pesos de 1 % de los pilotos menos pesados y, por otro, menor que el 99 % de los de mayor peso. Según esto, el segundo percentil es mayor que el 2 % menos pesado y menor que el 99 % de mayor peso. Para cualquier valor de K –desde 1 a 99- el percentil K será un valor mayor que el menor k % de los pesos y menor que el más elevado $(100K)$ %. El percentil 50º, localizado en los promedios, es el valor que se obtiene de dividir un conjunto de datos en dos grupos que contengan el 50 % de estos valores mayores y menores. (National Aeronautics, 1978, pp. 9-14).

Un ejemplo claro de esta escala es el automóvil y más específicamente la butaca donde el conductor o acompañantes se van a situar. Hay que contemplar los puntos de apoyo que brinden bien estar al cuerpo y practicidad de manejo. Y subiendo a una escala mayor se encuentra la habitable donde, como dice la palabra, uno habita. Este es un análisis que mayormente realizan los diseñadores de interiores y arquitectos, donde se contemplan las dimensiones mayores del cuerpo humano por sexo y edad en un espacio determinado teniendo en cuenta los movimientos posibles dentro del mismo.

A medida que se avanza a una escala mayor, se suman los datos de las escalas anteriores, es decir que hay que tenerlas siempre en cuenta ya que por ejemplo, en una casa hay un lugar donde se estaciona el vehículo familiar, y este a su vez cuenta con elementos como el volante o el panel de control. (Apuntes, Brizuela, 2012).

El todo está compuesto por partes y esas porciones a su vez están formadas por otras. Se ve en la naturaleza y en las construcciones hechas por el hombre. La diferencia es que el arquitecto y/o diseñador tienen que contemplar sus dimensiones para poder construir o diseñar algo. Pensarlo y estudiarlo antes para que esa obra sea apropiada para la movilidad de los usuarios sin importar la escala en la que se esté trabajando. Esto hace que la obra finalizada sea deseada, buscada y utilizada. Todo diseño tiene que ser ergonómico, sino no es un buen diseño.

1.5. Las herramientas en conjunto

A lo largo de este capítulo se dieron a conocer tres conceptos importantes para el mundo del diseño, la morfología, la semántica y la ergonomía. Ambos tres pueden y es aconsejable que se los utilice de manera conjunta.

Se explicó que todo objeto y producto cuenta con una morfología propia, pero hay casos en los que esta no fue buscada, sino que fue producto de bocetos y caprichos al azar. De todos modos y más allá de que esté bien o mal, el volumen físico va a seguir contando con una forma. Lo que hay que hacer es tener la capacidad de observar el entorno donde se va a utilizar lo que se diseñe, y el resto de las cosas que lo rodean para poder tomar de allí la inspiración para, que por medio de la semántica, poder diseñar y posteriormente producir el producto deseado que comunique a la perfección todo lo que tiene que cumplir y como ser manipulado.

La manera de llegar a cumplir con todas las expectativas de los usuarios es prestar atención al más mínimo detalle y plasmarlo en el diseño. Porque por más que el producto cuente con una morfología deseable y una carga semántica perfecta, si no es un producto ergonómico, va a fallar en el aspecto más importante el cual es la utilización del mismo. Acá se observa la importancia de la aplicación en conjunto de estas tres herramientas para lograr un resultado deseable.

Si bien se van a explicar los pasos y etapas a seguir para diseñar un producto más adelante, hay que entender el orden en que se utilizan estas herramientas. Primero se va a estudiar al o los usuarios que vayan a utilizar el producto. Se van a analizar los percentiles antropométricos y en base a eso llegar a una selección. Luego se van a analizar el entorno de los usuarios, el contexto del uso y la función que debe cumplir el diseño para poder cargarle detalles semánticos que le van a dar una estética específica. Cuando estos dos aspectos fueron comprendidos, recién en ese entonces se pasa a la creación de la forma aplicando las herramientas vistas en el subcapítulo 1.3.

Implementación de la morfología como herramienta de diseño. Y esta es una de las distintas opciones que hay para utilizar la ergonomía, la semántica y la morfología como una herramienta sola, para lograr un mejor diseño.

Capítulo 2. Poliedros

Luego de darle un recorrido al lector dentro de los conceptos de la morfología, más específicamente sobre la del diseño, la ergonomía y cómo estas se pueden usar en conjunto como herramientas para el desarrollo de un trabajo, es momento de pasar a uno de los temas estructurales de este proyecto de graduación.

Este capítulo trata sobre los poliedros, explicando qué son, dónde se encuentran, cómo están compuestos, si existen variedades de ellos y qué relación tienen estos tanto con la naturaleza como con el mundo del diseño de productos.

2.1. ¿Qué son los poliedros y donde se encuentran?

Los poliedros son cuerpos sólidos formados por la unión de caras o superficies planas que encierran un volumen finito, y se encuentran situados en el mundo de la geometría.

Si se busca la etimología de la palabra se observa que, esta proviene del griego clásico πολυέδρον (*polyedron*), de la raíz πολύς (*polys*), muchas y de ἔδρα (*edra*), base, asiento, cara. Según afirma Ditutor (2010), diccionario especializado en definiciones geométricas

Simplificando esta definición extraña para algunos lectores, uno de los poliedros más conocidos es el cubo. Es un cuerpo formado por seis caras iguales por los tres planos explicados en el capítulo anterior que encierran un volumen finito en su interior. El término finito es el opuesto a infinito, por eso se dice que este tiene fin o límite. Volviendo al cubo, cabe decir que su nombre técnico es hexaedro, que refiere a un sólido limitado por seis caras, ya que *hexa* significa seis. Y ya que este poliedro es conocido debido a que se encuentra en diversos lugares y en distintos tamaños como un dado o una caja, se continuará con la explicación.

Otro poliedro conocido es la famosa pirámide y volviendo a recurrir a Ditutor este es un “poliedro cuya base es un polígono cualquiera y cuyas caras laterales son triángulos con un vértice común, que es el vértice de la pirámide” (2010). Para llevar esta definición tan técnica a un lenguaje que sea sencillo de comprender hay que visualizar a la pirámide

como una base cuadrada, o sea de lados iguales, y cuatro triángulos que unidos por un punto que a lo alto del sólido tocan con sus bases los lados del cuadrado que hay por debajo. Éste es un ejercicio para descomponer y componer un cuerpo morfológicamente. Asimismo como el cubo es conocido con el nombre de hexaedro, la pirámide también cuenta con un nombre referido al universo de los poliedros el cual es pentaedro por contar con cinco caras aunque estas no sean todas iguales entre sí.

Habiendo explicado qué son los poliedros, como términos geométricos que son creados por el ser humano, hay que observar atentamente para darse cuenta de que estos existían en la naturaleza desde hace millones de años y que siguen existiendo en la actualidad aunque pasen inadvertidos. Cuando el autor del PG se refiere a observar atentamente, no es por nada. Significa mirar más allá de lo que el ojo humano ve por sí solo. Así como en el capítulo anterior se habló de la conformación de las partes, o de los puntos que unidos forman líneas y estas sumadas a otras forman curvas cerradas hasta llegar a superficies, en éste capítulo se habla, entre otras cosas, sobre la existencia de los poliedros en el mundo microscópico y macroscópico.

Yendo de lo particular a lo general, es decir, desde lo más ínfimo a lo más grande y visible sin la asistencia de un microscopio, se observan diversas formas y figuras que componen objetos de mayor tamaño. Pero ¿qué relación tiene esto con los poliedros? En pocas palabras todo, ya que éstos se encuentran en la composición celular de diversos objetos que se utilizan cotidianamente y aunque sea difícil de creer algunos de estos sólidos geométricos son consumidos y absorbidos por los seres vivos, ya sea de manera directa o indirecta. Pero antes de que este capítulo se convierta en un relato de ciencia ficción, se va a ir directo al grano. Y no está de más decir grano ya que de lo que se va a ejemplificar es sobre los granos de sal. Este ingrediente que es ampliamente consumido en las comidas e ingerido por el organismo, visto al microscopio se observa que está compuesto por una serie de volúmenes regulares e irregulares con forma de cubos o

prismas rectangulares, los cuales son poliedros (Ver Fig. 7). Este patrón se repite en el azúcar que es consumida como la sal. Y ascendiendo a una escala mayor y de posible visibilidad para el ojo humano, los poliedros se encuentran hasta en las construcciones de la naturaleza. Son las abejas las que se destacan en este arte de fabricación de estructuras utilizadas para la producción de miel, la crianza de los embriones y el resguardo de las condiciones climáticas y depredadores. Es una estructura donde viven en colonia, como una ciudad que al ser vista de afuera no es para nada similar a un poliedro, pero al adentrarse en el salen a relucir los hexágonos que son polígonos de seis lados y que en conjunto forman una red de poliedros que son el sostén estructural del panal. Esta manera de ubicar a los hexágonos uno al lado del otro para cubrir un plano se la conoce como teselación pero para entenderla, primero hay que saber lo que es un polígono.

2.1.1. Polígonos

Para darle al lector la posibilidad de visualizar qué son los polígonos, hay que tener en cuenta que estos son figuras planas que utilizan dos dimensiones o planos vistos en el primer capítulo, estos son el plano X y el Y. Entonces son dibujos que se encuentran en el papel, no en la realidad, pero ubicándolos de determinada forma se los puede llevar al plano Z y con esto a tres dimensiones.

Anteriormente se hizo referencia al hexágono. Este es un polígono compuesto por seis lados que pueden ser regulares o irregulares. Pero ¿qué es un polígono y para qué sirve? Consultando nuevamente el diccionario, de definiciones matemáticas, Ditur explica que “un polígono es la región del plano limitada por tres o más segmentos” (2010). Esta región se encuentra formada por líneas rectas ya que esta es otra propiedad de los polígonos. Es por eso que el mínimo indispensable de lados para crear un polígono es de tres, en otras palabras se comienza con un triángulo.

Todos los polígonos cuentan con lados que van a delimitar su área, vértices los cuales se originan con la concurrencia de dos lados y ángulos interiores que son el resultado de la apertura de dos lados consecutivos. Entonces si se dibuja un área encerrada por líneas rectas que se tocan en sus puntos finales, se obtiene un polígono. Teniendo así tres líneas que encierra un triángulo, cuatro un cuadrado, cinco un pentágono, seis un hexágono y así sucesivamente.

Parafraseando lo dicho por Ditur (2010), hay dos tipos de polígonos, por un lado están los regulares y por otro los irregulares. La manera de diferenciarlos es que los primeros son los que cuentan con ángulos y lados iguales y los vértices del mismo están inscritos en una circunferencia. Esto significa que cuentan con un centro, un radio y una apotema (distancia desde el centro hasta el punto medio de un lado) regular; y los segundos son los que cuentan con lados y ángulos diferentes y sus vértices no están circunscritos en una circunferencia. Pero hay dos formas más de clasificarlos ya sea por sus lados o por sus ángulos. La primera de estas clasificaciones es la que se mencionó anteriormente contando sus lados donde, por ejemplo siete lados forman un heptágono. Y la segunda categorización se subdivide en convexos, donde sus ángulos son menores que 180° sus diagonales son interiores; y cóncavos, si un ángulo mide más de 180° y si una de sus diagonales es exterior.

Habiendo comprendido cómo se compone un polígono ya sea regular o irregular se puede continuar a la conformación de un poliedro ya que encerrando un espacio tridimensional uniendo los polígonos por sus lados sin dejar sectores sin cubrir es como se obtiene uno.

2.1.2. Teselación

Para brindar una definición más exacta sobre lo que este término significa se va a citar a David Sevilla, un matemático y escritor de la web disfrutalasmaticas, donde dice lo

siguiente: “Una teselación es cuando cubres una superficie con un patrón de formas planas de manera que no se superponen ni hay huecos”. (Sevilla, 2011). Es el ejemplo claro sobre lo que construyen las abejas, aprovechando el mayor espacio posible utilizando la menor cantidad de material y sin tener espacios vacíos.

La teselación es necesaria a la hora de construir modularmente un objeto y para ello hay que conocer sus características. Por un lado se encuentra la teselación regular: “Una teselación regular es un patrón que se consigue repitiendo un polígono regular. *Sólo existen 3 teselaciones regulares: Triángulos, Cuadrados y Hexágonos*” (Sevilla, 2011). Estas tres tienen un nombre en particular, la de los triángulos se llama 3.3.3.3.3 ya que en uno de sus vértices coinciden seis polígonos iguales. La de los cuadrados es denominada 4.4.4.4 ya que de la misma manera que en el caso anterior solo cuatro coinciden con un vértice. Y la de los hexágonos es conocida como 6.6.6 por las mismas propiedades nombradas anteriormente (Ver Fig. 8). De la misma manera que existe una teselación regular, existe otra semirregular y a diferencia de la primera se encuentra compuesta por dos o más polígonos regulares pero el patrón debe ser el mismo en todos los vértices. Ocho son las teselaciones existentes con estas características y sus nombres son 3.3.3.3.6 el cual está compuesto por cuatro triángulos y un hexágono; 3.3.3.4.4 tres triángulos y dos cuadrados; 3.3.4.3.4 tres triángulos y dos cuadrados intercalados; 3.4.6.4 un triángulo, dos cuadrados y un hexágono interferidos; 3.6.3.6 dos triángulos y dos hexágonos entreverados; 3.12.12 un triángulo y dos dodecágonos; 4.6.12 un cuadrado, un hexágono y un dodecágono y finalmente 4.8.8 compuesto por un cuadrado y dos octágonos (Sevilla, 2011).

2.1.3. Poliedros en la naturaleza

Habiendo explicado el concepto de teselación se puede volver a los poliedros en la naturaleza, yendo a una escala aún mayor en donde un humano puede caminar hasta en su interior, se encuentra la cueva de *Fingal* en la isla de *Staffa*, Escocia. Un lugar

compuesto por paredes de piedra naturales como columnas prismáticas que unen el suelo con el techo y tienen distintas alturas, generando caminos por donde se puede caminar. Esta cueva de minerales rocosos con morfologías poliédricas es similar estructuralmente al mal llamado oro de los tontos, el cual es una piedra preciosa que anteriormente era considerada como el oro blanco y que actualmente se llama pirita. (Ver Fig. 9). De esta forma se puede ver que los poliedros se encuentran en el mundo en diversos tamaños y que no son solo sólidos creados geoméricamente por el ser humano. Citando un fragmento del texto *Los sólidos platónicos Historia, Propiedades y Arte* se puede apreciar como estos cuerpos que se utilizan en estructuras, productos y objetos estuvieron en el mundo desde antes siempre:

El cubo, el tetraedro y octaedro aparecen de forma natural en las estructuras de los cristales, de hecho todas las posibles configuraciones cristalinas están formas exclusivamente a base de diferentes combinaciones de estos tres poliedros. También hay seres vivos con esta forma, por ejemplo un tipo de protozoos llamados radiolarios tienen forma de cubo, octaedro, dodecaedro, icosaedro... y de hecho el nombre científico que reciben incorpora el respectivo poliedro del que reciben la forma. También muchos virus como el del herpes o el del SIDA tienen forma de icosaedro. Estos virus están compuestos por unidades básicas de proteínas, que se unen en forma de icosaedro por ser muy eficiente. (Quesada, 2006, p.20)

Es cierto que el hombre históricamente se inspiró en la naturaleza para la fabricación de herramientas y estructuras, y es también correcto afirmar que gracias a la observación minuciosa de estos cuerpos se pudieron estudiar lo que hoy se conocen como poliedros y todas sus características.

Estructuralmente hablando, la naturaleza se encuentra en un constante equilibrio sin tomar en cuenta la intervención del humano. Cuando el autor se refiere a estructura, quiere comunicar que la forma en la que el mundo está conformado o construido es producto de una serie de componentes que ubicados de determinada manera permiten que todo encaje en su lugar de forma perfecta y equilibrada.

2.1.4. Poliedros en el microscopio

Volviendo a relacionar a los poliedros creados por el hombre con los que se pueden observar en el microscopio, se toma como fuente para este PG a Sidney Rosen que realiza una observación en su libro, *El mago de la cúpula: R. Buckminster fuller, diseñador futurista*, y comenta lo siguiente: “los átomos eran en si potentes estructuras en estado de equilibrio”. (1970, p.114). ¿Qué quiere decir con esto? Al ver las ilustraciones en su libro se puede apreciar como los átomos, representados por esferas, se apilan entre sí compactándose y dejando la menor cantidad de espacio posible sin cubrir. Y dice: “Ésta forma de apiñamiento siempre se presentaba en el universo, donde toda la materia estaba constituida por átomos que se apiñaban en la misma forma” (1970, p.115). Es de esta manera que Sidney, refiriendo lo que decía Buckminster, le da un nombre a este conjunto de átomos presionados entre sí. Se lo denominó el más compacto paquete de esferas.

Utilizando este sistema del más compacto paquete de esferas, se desarrolló un método para la construcción de cuerpos predeterminados ya que al compactar las esferas como si fueran puntos en el espacio se obtiene una masa de mayor volumen. Y si a esta se la corta con planos tangentes a las esferas, es decir, apoyados en sus puntos más extremos sin atravesarlas y se quita el excedente, se obtienen cuerpos con caras planas. Esto fue posible gracias a la fórmula matemática de Buckminster que le permitió predecir el número de esferas de un modelo del más compacto paquete. Y de esta manera poder crear volúmenes a su antojo sabiendo cual iba a ser la mejor configuración para la realización del mismo. Este descubrimiento permitió la construcción de estructuras que aseguren su resistencia a las fuerzas generadas por el entorno ya que todo poliedro obtenido de esta sustracción de esferas por planos dispuestos matemáticamente, era el resultado de una fórmula que le brindaba la mejor resistencia al cuerpo generado. Es

decir que todo poliedro construido a partir de este método iba a tener la mayor resistencia posible a todas las fuerzas que se le apliquen.

Buckminster se dio cuenta de esto cuando obtuvo como resultado de este método un poliedro de catorce lados. Donde sus caras estaban compuestas por ocho triángulos y seis cuadrados. “Los lados de cada una de las catorce caras tenían todos la misma longitud, ya fuesen lados del triángulo o de cuadrados. Las líneas se tocaban en doce puntos o *vértices*, del poliedro”. (1970, p.118). Se vio sorprendido ya que todas las líneas en común y en contacto entre las caras eran de igual longitud. Debido a esto, empezó a probar la resistencia de su poliedro de 14 caras aplicándole varias fuerzas en todos sus lados según el método tradicional utilizado en la física, el cual consiste en marcar la presión y la resistencia con líneas iguales. Y a estas las llamó individualmente, *vector*. Como observó que las caras del poliedro tenían las mismas medidas y que las líneas de retención y extensión (que representan la fuerza aplicada y resistencia) contaban con exacta longitud entre sí, notó que esto era un empate de fuerzas y que por eso consideró que este cuerpo, generado del más compacto paquete, representaba un *equilibrio vectorial*.

Luego de diversas pruebas concluyó en que hay ciertos poliedros que ofrecen mayor resistencia que otros hasta el punto de ser completamente indeformables. Estos eran el tetraedro, octaedro e icosaedro. Buckminster concluyó: “El tetraedro es un *sistema* estructural básico y toda estructura, en el universo, se compone de piezas tetraédricas”. (1970, p.122). Con esta afirmación empezó a investigar la deformación pareja de estos cuerpos básicos para la generación de estructuras a mayor escala, las cuales fueron los domos y cúpulas geodésicas.

El autor del libro demostró como por medio de la observación de la naturaleza en una escala molecular, se pueden construir estructuras resistentes aplicando morfologías de poliedros aún llevándolas a escalas mayores hasta habitables.

Como este PG trata, entre otros temas, sobre las partes y estas en conjunto se van a explicar los polígonos que conforman un poliedro.

2.1.5. Denominaciones

Se demostró en la primer parte de este capítulo que los poliedros se encuentran en el mundo y más específicamente en la naturaleza sin la intervención del ser humano. Pero en este subcapítulo se va a hablar sobre los poliedros creados por el hombre, es decir los poliedros geométricos y los nombres que les fueron asignados para su identificación.

Si bien no todas las personas cuentan con el conocimiento sobre los poliedros ni sus propiedades matemáticas, pueden apreciar las diversas formas de estos cuerpos y reconocer alguno de estos. Se nombró tanto a la pirámide como al cubo y se les dio un nombre técnico por el cual se los reconoce en la geometría. Pero hay más poliedros conocidos y que cuentan con un nombre específico. Se van a nombrar desde los que cuentan con cuatro caras hasta los que poseen 20.

Empezando por el tetraedro formado por cuatro caras triangulares de iguales dimensiones y para mayor comprensión visual, una pirámide de base triangular. Continuando se encuentra el pentaedro, similar al anterior pero de base cuadrada, dando así cinco caras y por observación no iguales; Por otro lado se encuentra el hexaedro nombrado al principio del capítulo y más conocido como cubo; Llegando a las siete caras aparece el heptaedro conformado por tres cuadrados iguales, tres triángulos iguales y un triángulo distinto; Siguiendo esta escala se encuentra el octaedro compuesto por ocho triángulos iguales, es decir dos unidas por sus bases cuadradas. Con nueve caras aparece el eneaedro cuya combinación de polígonos es variada. Continuándolo está el decaedro formado por diez triángulos apoyados en los cinco lados de un pentágono como si fuera un rombo. Arribando las 11 caras se encuentra el endecaedro cuya construcción es similar a la del eneaedro ya que cuenta con una amplia variedad de conformaciones.

Dodecaedro es el nombre otorgado al poliedro de 12 caras donde estas son pentágonos de iguales medidas entre sí; con una cara más se encuentra el tridecaedro el cual se forma con una base dodecágona, es decir de 12 lados, y la misma cantidad de triángulos convergiendo en un punto; Repitiendo el anterior sistema de armado pero con un lado más se puede crear el tetradecaedro con 14 lados; De igual manera se origina el pentacaedro con 15 caras; y llegando al final de la lista de denominaciones aparece el icosaedro, un poliedro formado por 20 caras triangulares iguales entre sí (Ditutor, 2010).

Los poliedros son denominados desde sus cuatro caras hasta las 20 sin tener en cuenta desde las 16 hasta las 19 ya que sus conformaciones son sistemáticas entre sí y no poseen una variante constructiva. Pero estos nombres se encuentran ubicados en una categoría más amplia la cual explica la relación entre los poliedros con caras regulares y aquellos que cuentan con las irregulares.

2.2. Familias de Poliedros

Este subcapítulo trata sobre la jerarquización de los poliedros ubicados en distintos grupos o familias que van a servir para segmentar la selección de estos y comprenderlos más detalladamente.

2.2.1. Sólidos Platónicos

Una de las familias de poliedros son los denominados sólidos Platónicos los cuales incluyen solo cinco de los anteriormente nombrados. El porqué de esta selección es debido a que son los únicos que se pueden construir utilizando un polígono regular como cara y con el mismo número de caras en cada vértice. Estos son el tetraedro, hexaedro, octaedro, icosaedro y dodecaedro (Martínez, 2014).

El origen de estos sólidos data del 2000 a.C. descubiertos en un yacimiento neolítico en Escocia. La conformación de los mismos era de barro y se cree que eran utilizados como

adornos o elementos de juego. Dado a lo conocido en la actualidad, era evidente que en esa época no había comprensión alguna, matemáticamente hablando, sobre estos objetos, pero al ver las imágenes de los mismos se puede notar cómo se encontraban totalmente identificados como cinco cuerpos diferentes. Pero es en Grecia, aproximadamente en el año 530 a.C. donde en la primer escuela matemática de la historia, la escuela pitagórica fundada por Pitágoras de Samos se proponen estudiar estos cuerpos. Deciden estudiarlos porque les parecían fascinantes y que estaban relacionados con el universo. Se cree que fue Empédocles (480 – 430 a.C.) quien por primera vez asoció el cubo, el tetraedro, el icosaedro y el octaedro a la tierra, el fuego, el agua y el aire respectivamente. Platón (447 – 347 a.C.) relacionó posteriormente el dodecaedro con la sustancia de la que estaban compuestas las estrellas, ya que por aquellos tiempos se pensaba que ésta habría de ser diferente a cualquiera de las de la Tierra. (Quesada, 2006, p. 5)

En Timeo (1872), un diálogo escrito por Platón dice que el fuego está formado por tetraedros; el aire, de octaedros; el agua, de icosaedros; la tierra de cubos; y como aún es posible una quinta forma, Dios ha utilizado ésta, el dodecaedro pentagonal, para que sirva de límite al mundo. Tomando estas palabras, y más específicamente la parte donde relaciona al hexaedro con la tierra se ve que hay relación con los poliedros y la naturaleza. Para hacer esto más claro, en el comienzo del capítulo se mencionó que la sal vista al microscopio revelaba pequeños cubos y estos son los cuerpos que platón, sin contar con un microscopio, asoció con el elemento tierra. Es decir que pudo observar desde otro lugar esa vinculación de cuerpos y elementos.

Otra característica interesante sobre los sólidos platónicos es que son simétricos, esto quiere decir que si se los corta virtualmente al medio en cualquiera de sus caras, ambas mitades van a ser iguales de manera espejada. Algo es simétrico cuando se lo corta al medio y esas partes cuentan con las mismas características. Esta particularidad en los

poliedros está dada por la fórmula en la que fueron creados. Cumplen con varias condiciones para que esto sea posible, estas razones son las cualidades explicadas anteriormente. Sus lados y ángulos iguales les permiten contar con este rasgo distintivo.

La simetría sirve como una muestra para asegurar que ambas partes son iguales. Esto a la hora de llevar un poliedro a la realidad material permite que con solo generar una mitad, la otra surja de manera automática con un espejado. También es importante para saber que ambas partes pesan lo mismo y constructivamente es una herramienta útil para el desarrollo de otros productos de escalas indiferentes entre sí.

Así como la simetría, otra característica con la que se pueden diferenciar a los sólidos platónicos de otros es la dualidad.

Poliedro dual o conjugado, en geometría, es el poliedro cuyos vértices se corresponden con el centro de las cara del otro poliedro. El poliedro dual del dual es una homotecia del inicial. De la definición de dualidad es inmediato que el número de caras de un poliedro es igual al número de vértices de su dual y viceversa, mientras que el número de aristas es invariante por la operación de dualidad. (Arranz, 2010)

Si dos poliedros son duales, entonces se puede construir uno a partir del otro uniendo con líneas los centros de cada cara en el interior. Una vez realizada la unión, va a surgir el otro poliedro con el cual era dual. Un ejemplo es que el cubo o hexaedro y el octaedro son duales, así como el icosaedro con el dodecaedro y el tetraedro lo es consigo mismo. Estas son las características fundamentales sobre los sólidos regulares o poliedros de Platón. Pero son cinco de varios poliedros que se nombraron anteriormente. Esos restantes son los que se conocen como poliedros semirregulares.

2.2.2. Poliedros semirregulares o Arquimedianos

Más allá de los cinco sólidos Platónicos o regulares, existen otros que se encuentran dentro de la categoría de semirregulares o Arquimedianos. ¿Por qué son llamados así? Porque fue Arquímedes el que más los estudió y se detuvo a observarlos con detenimiento. Él se dio cuenta de que éstos sólidos tenían algo en común con los anteriores. (Quesada, 2006, p.16)

Son exactamente 13 los nuevos cuerpos y de los cuales 11 pueden generarse truncando a los poliedros regulares, es decir quitándoles segmentos. Pero no es cuestión de sustraerles cualquier fragmento de manera aleatoria sino que todas las partes extraídas deben ser iguales entre sí. Según afirma Carlos Quesada en su texto, estos once obtienen sus nombres gracias a Arquímedes y se los denomina en el siguiente orden de menores a mayores caras. En primer lugar se encuentra el tetraedro truncado, luego el cuboctaedro seguido del cubo truncado, octaedro truncado y rombicuboctaedro, con mayor cantidad de caras los que continúan son el cuboctaedro truncado, el icosidodecaedro, el dodecaedro truncado, el icosaedro truncado mejor conocido como la pelota de fútbol, el rombicoidodecaedro y para completar estos 11 el icosidodecaedro truncado. De más está decir que el nombre que estos poliedros semirregulares reciben no es aleatorio. Como todo en matemática está pensado y conformado de manera que los procesos sigan un patrón, los 11 sólidos obtienen sus denominaciones combinando el poliedro truncado con el que los trunca. Y en cuanto a los dos poliedros restantes, cabe aclarar que no pueden ser generados truncando a los cinco platónicos ya que simplemente son el cubo rombo y el icosidodecaedro rombo, es decir dos de ellos rotados hasta que en vez de base se apoyen sobre un vértice y de esta manera perder la simetría con cualquiera de los tres planos. También es por eso que son solo estos dos y no cualquier otro dispuesto de la misma manera.

A lo largo de este capítulo se dieron a conocer a los poliedros, sus vinculaciones con la naturaleza y con la matemática, como se los construye, cuántas categorías los abarcan y cómo se los puede aplicar tomando en cuenta sus propiedades. Habiendo comprendido los temas dentro de estos dos primeros capítulos se puede continuar al siguiente en el cual se explican todos los pasos a seguir para poder concluir con un producto diseñado aplicando todo lo aprendido.

Capítulo 3. Proceso de diseño de productos

En este capítulo se va a desarrollar el proceso necesario para lograr un diseño de producto prolijo y ordenado. Desde la búsqueda de una necesidad o la inspiración, ya sea por gusto o por un problema detectado, hasta la visualización tridimensional, ya sea virtual o física, del producto final.

Se va a hacer un recorrido por el significado de buscar una necesidad o un problema, incluyo la mera inspiración, junto con el concepto del *Brainstorming* y las fases del proceso de diseño de Bernd Löbach. También cómo se llega a la etapa de divergencia hasta la de convergencia dando como resultado varias propuestas donde una de ellas va a ser la ganadora, o seleccionada, para la realización del producto y cuáles son las herramientas necesarias para poder concretar con la visualización del mismo tanto en la ilustración a mano como en el modelado tridimensional.

3.1. Descubrir una necesidad

Antes de comenzar explicando cómo buscar una necesidad es necesario comprender qué es el diseño y qué es el diseño industrial según Tomás Maldonado, *pintor, diseñador industrial y teórico del diseño argentino, nombrado director de la Hochschule für Gestaltung en Ulm, Alemania en 1954:*

El diseño industrial es una actividad proyectual que consiste en determinar las prioridades formales de los objetos producidos industrialmente. La forma tiene por misión, no sólo alcanzar un alto nivel estético, sino hacer evidentes determinadas significaciones y resolver problemas de carácter práctico relativos a la fabricación y el uso. Diseño es un proceso de adecuación formal, a veces no consciente, de los objetos. (Maldonado, 1972)

Pero es más que eso y para entenderlo se va a citar un fragmento escrito por Bernd Löbach de su libro *Diseño Industrial, bases para la configuración de los productos Industriales:*

...el concepto de diseño es sólo un concepto general más extenso que responde a un proceso de gran amplitud. Empieza con el desarrollo de una idea, puede concretarse en una fase de proyecto y su fin lógico sería la resolución del problema que plantean las necesidades humanas. (Löbach, 1981, p.14)

Este fragmento demuestra que el diseño abarca otros puntos como el desarrollo de una idea que puede ser el resultado de una inspiración, que luego se la puede proyectar para lograr solucionar un problema encontrado y de esta manera concretarse en un futuro producto. Pero no es la definición que más se aproxima.

Löblich (1981) presenta cuatro posibles aproximaciones a lo que es el diseño industrial, por un lado el concepto de estética industrial que se dirige únicamente a conseguir la belleza del producto y que por lo tanto es una definición inadecuada. Por otra parte llama a lo que se denomina configuración de la forma, que se relaciona con lo visto en el capítulo uno, pero que lo considera como un concepto demasiado inconcreto ya que para configurar un producto industrial se necesita más que solo determinar su forma. Otro concepto que utiliza es el de la configuración del producto cuya definición es más alejada aún a lo que el diseño industrial significa ya que un artista también configura por ejemplo sus esculturas y las aves sus nidos. Entonces da con el concepto de la configuración de productos industriales el cual abarca todos los aspectos industriales del diseño.

Cuando un diseñador industrial plantea un proyecto de diseño, tiene que responder a la necesidad de modificar o crear un objeto para que este supere lo que ya exista pero también poder captar y generar el deseo de obtener un producto que hay en las personas y este es un trabajo que requiere de una excelente capacidad de observar y buena intuición. Hay varias maneras de conseguir ese apetito en los posibles usuarios ya que son diversos aspectos los que se encuentran en juego. Para superar un producto y cautivar a los futuros consumidores, se lo puede mejorar ya sea desde lo económico, es decir reduciendo su costo de producción, generando así una atracción basada en el valor monetario, hasta un cambio estético que conciba una necesidad de compra por lo visual en los usuarios. De esta manera que las mejoras son producto de la buena combinación de los conceptos enumerados por Löblich.

Hay veces que estos tipos de mejoras o cambios no se pueden combinar o desarrollar con el mismo nivel de importancia. Un ejemplo sería que un cliente le encargue a un diseñador industrial un destapador de botellas idéntico estéticamente a otro que circula en el mercado pero precisa que le cambie el material con el que está hecho para que el costo de producción sea menor y a su vez poder venderlo al mismo precio o un poco más barato o más caro. En este caso en particular se ve como la modificación que se le puede realizar a un producto es netamente funcional desde el área tecnológica. Y de la misma manera ocurre con un diseño netamente estético.

En el primer capítulo se mencionó que la ergonomía es un factor importante a la hora de diseñar un producto ya que esta va a ser la que delimite la utilización del mismo. Esto es, en parte, considerado una mejora funcional debido a que si el producto, sin importar su escala, es cómodo y responde a los movimientos precisados por el usuario va a ser un producto buscado por su utilidad. Se dice que no es del todo funcional porque de la misma manera existen productos que cuentan con el mejor diseño ergonómico pero que a su vez no funcionan, entonces ese es un problema, uno al cual el diseñador tiene que solucionar. Y para ello hay que investigar sobre el asunto.

3.1.1. Planteo del problema e investigación

Una de las formas más útiles y sencillas para dar con una idea o generar un nuevo cambio a un producto existente, también conocido como problema, es la observación más cercana que todos tienen, es decir observar lo que cada uno utiliza diariamente ya sea el cepillo de dientes, el picaporte de la puerta, los utensilios, las llaves del hogar, el medio de transporte en el que viaja, el sector de trabajo o estudio al que asiste y todos los productos que lo rodean para poder detectar las fallas que cada uno de estos presenta. Y de esta manera poder intervenir con el fin de lograr una mejora.

Una vez encontrado el problema o la necesidad para diseñar un producto hay que tener en cuenta varios puntos. Para empezar hay que conocer todo sobre el producto que se quiera diseñar, ya sea como se utiliza, donde se lo manipula, a qué público está dirigido, con qué frecuencia se lo suele cambiar o descartar y por qué. También considerar qué es lo que el diseñador puede mejorarle, si es una mejora desde lo estético aplicándole una carga semántica dirigida a los usuarios que lo van a utilizar, o si es una mejora funcional ya que el producto que se encuentra en el mercado en el momento no cumple o falla con alguna de sus funciones, ¿cuánto le va a costar en tiempo y dinero realizar este proyecto? ¿Cuáles son las opciones con las que puede contar a la hora de proponer soluciones a dicho problema? No menos importante saber dónde se lo vende y quienes lo venden.

Para resumir, hay que conocer literalmente todo sobre el producto sin dejar algo sin indagar. Una vez hecha la lista con todas estas incógnitas e información que va a ayudar al diseñador a organizarse mejor, hay que comenzar a investigar. Hoy en día es de gran ayuda el *internet*, debido a que se pueden averiguar varios datos sobre el producto desde cualquier parte del mundo. Otra herramienta fundamental es lo que se denomina investigación de campo, es decir, ir a los lugares donde se consigue dicho producto y de ser posible adquirirlo para poder observarlo teniéndolo en las manos ya que no es lo mismo visualizar un producto en imágenes o de manera tridimensional en una computadora que poder tener contacto con el mismo, debido a que se posibilita la interacción física. Y a su vez se lo puede desarmar para entender cómo es que funciona y está compuesto. Es vital comprender el o los problemas en su totalidad ya que “Cuanto más multidimensionalmente sea abordado un problema, más combinaciones son posibles entre sus diversos aspectos, y mayor es la probabilidad de llegar a soluciones nuevas”. (Löbach, 1981, p.137).

Terminada la lista informativa y el relevamiento del producto habiéndole sacado fotos a sus partes, tomado nota, bocetando y midiéndolas, se puede decir que la investigación se encuentra completa y realizada, y que el diseñador puede seguir al siguiente punto donde comienza la parte creativa y libre del diseño.

3.1.2. Solución y concepto del *Brainstorming*

Es sabido que en la vida todo problema requiere de una solución y para ello hay que trabajar con el fin de encontrarla. En el diseño industrial sucede lo mismo, en esta fase hay que recorrer todos los métodos necesarios para poder realizar este cometido examinando las posibles soluciones utilizando un proceso de selección y de valoración.

Según afirma Löbach:

Esta fase de la elaboración de ideas (ie. [sic]) es la que hasta ahora ha sido de más difícil exploración. Se la ha llamado fase de la intuición, de la inspiración de ideas a partir de una nada aparente y también fase propiamente creativa. (1981, p.148)

Es en esta etapa donde la creatividad del diseñador frente al problema se ve evaluada y lo que va a definir cuantas soluciones son encontradas y planteadas para resolverlo. De modo que para poder realizar este procedimiento de solución hay dos caminos posibles, el de la prueba y el error o la esperar que la inspiración llegue. Pero pueden pasar ambos si es que se empieza probando y observando los resultados ya que en el transcurso de los exámenes puede aparecer, de manera inconsciente, la iluminación que quizá logre solventar la traba que presenta el desarrollo de un producto.

Es aconsejable realizar esta etapa de búsqueda aplicando, en parte, un grado de ingenuidad a la hora de plantear soluciones en modo de bocetos para que ninguna idea por más absurda que parezca esté ausente cuando todas las demás se encuentren bosquejadas. Si bien es un proceso difícil, porque la cabeza del diseñador se va entrenando para que las ideas que le parezcan menos eficaces no figuren en el rejunte de soluciones, es conveniente tenerlas a mano ya que nunca se sabe cuándo pueden llegar a ser de utilidad. Esto permite abrir el abanico de posibilidades, mezclando quizá

segmentos de cada bosquejo para generar otro que alcance mejor la solución final. Es la etapa de libre imaginación y libertad que el diseñador posee, no hay límites más allá que la mente propia.

El trabajo del diseñador industrial no consiste solamente en un trabajo individual, es todo un proceso que se puede dar en conjunto con otros diseñadores que cuentan con sus propias ideas y límites propios en sus imaginaciones y es fundamental saber escucharlas y compartirlas para que en esta etapa, de búsqueda de problemas, surjan más y mejores opiniones al respecto. Este ejercicio de intercambio de ideas es mayormente conocido como *Brainstorming* o en castellano *Lluvia de ideas* y es una herramienta primordial para acelerar esta etapa y obtener mayores resultados provenientes de distintas formas de pensar. Es el término acuñado por Alex Faickney Osborn, un ejecutivo de ventas y teórico de la creatividad americano, en 1941 como resultado de la búsqueda para que la gente pueda pensar libremente en conjunto con el fin de desencadenar nuevas ideas. En una primera instancia él denominó esta herramienta como *think up*, que se traduce al español como *pensar en*, pero luego fue conocida como la lluvia de ideas o tormenta de ideas. Y la define como una técnica de conferencia en la que un grupo intenta encontrar una solución para un problema específico mediante la acumulación de todas las ideas de forma espontánea por sus miembros. Dicha herramienta cuenta con unas reglas para lograr un mejor funcionamiento y estas son que no se pueden criticar las ideas de modos de que todas son válidas, mostrar una gran cantidad de ellas, construir en base a las otras propuestas y fomentar aquellas de carácter alocadas y exageradas. (Wheeler, 2014). Él observó que con la utilización de su método surgían nuevas y buenas ideas generando una ecuación no matemática donde mientras mayor sea la cantidad, más aumentaba la calidad. Esto refuerza lo anteriormente dicho sobre que no existen ideas absurdas porque gracias a esta herramienta disminuyeron las inhibiciones y los miedos a compartir pensamientos que se creían inservibles.

Entonces habiendo comprendido el concepto creado por Osborn y las fases de diseño de Löbach se puede continuar, teniéndolos siempre presentes. hacia la siguiente fase dentro de esta etapa la cual el autor denomina como divergencia.

3.1.3. Etapa de divergencia

Según la (RAE, 2001) divergencia significa “Acción y efecto de divergir” y “Diversidad de opiniones o pareceres”, por lo tanto refiere en cuanto a esta etapa de diseño a la generación de diversas propuestas y opciones para comparar y analizar con el fin de acotar dichas opciones en una en concreto.

Luego de plantear las soluciones posibles al problema, al cual el diseñador se encuentra, es momento de plasmarlas en primera instancia sobre papel, ya que bocetar libremente las propuestas que cargan con ideas para solventar dicha traba es la mejor manera de representarlas para que el resto o del equipo o uno mismo las vea.

Volviendo a parafrasear a Löbach (1981), cuando se habla de propuestas de diseño se refiere a las diferentes opciones que se encontraron para solucionar el mismo problema. No pueden ser iguales ya que lo que se busca es generar un abanico de posibilidades visibles para ir seleccionando lo mejor de cada una mientras se las compara, es por eso que se aconseja trabajar en papel como primer medida rápida de ilustración. Esto no quiere decir que no se puedan utilizar otros medios para comunicar una propuesta, ya que a medida que se avanza en el tiempo van apareciendo nuevas tecnologías que le permiten al diseñador mostrar sus ideas de forma virtual.

Se va a plantear un problema ficticio. La idea es que el lector pueda sumergirse en lo que sería estar en la etapa de divergencia. El ejemplo es el siguiente: un cliente lo contrata para diseñar un conjunto de lampazo y balde escurridor para espacios reducidos. Lo primero que se debe hacer es investigar esos entornos y los productos que se encuentren en el mercado actualmente. Luego de conocer en su totalidad el producto, el

entorno y los usuarios, y de poseer la información recopilada y de fácil acceso es momento de buscar cuál o cuáles son los problemas que este conjunto presenta. Un inconveniente posible es el tamaño que ocupa al momento de su guardado y como tiene que ser destinado a espacios compactos, la solución sería encontrar el modo de que en la instancia en la que no se lo utiliza, poder reducir sus dimensiones para un mejor guardado. Éste va a ser el concepto que va a acompañar al diseñador a lo largo de este proyecto, ya que todo lo obtenido como resultado de las propuestas va a tener que responder a la necesidad de acomodarse en compactas dimensiones.

Tomar una hoja y comenzar a bocetar las ideas obtenidas por el *brainstorming* si es que se trabajaba en equipo o las propias ideas de ser un trabajo individual. En este momento se encuentra en el comienzo de la etapa de divergencia, donde va a seleccionar un número acotado de ideas factibles y estudiadas del proceso anterior y va a dar comienzo a los bosquejos. La manera de generar propuestas en este caso va a ser plantearse diferentes formas para reducir el tamaño del producto. Tres propuestas posibles podrían ser que en la primera el lampazo se pliegue en sí mismo de manera que su altura disminuya y puede guardarse dentro del balde y a su vez dentro de un estante pequeño. La segunda quizá plantee que se desarme para poder compactarse y de la misma manera almacenarse. Y la tercera funcione de manera telescópica donde cada segmento del lampazo entra dentro de otro. Estas son tres propuestas diferentes que plantean distintas soluciones al mismo problema, distintas son las variantes que aparecen cuando una propuesta es seleccionada y se busca otra forma de representarla. Puede que si se opta por la primera haya que cambiar su manera de plegarse y con ello exponer varias opciones.

Esta es la etapa de divergencia porque es donde se puede comenzar bocetando de manera más abstracta y sin concreciones necesarias para luego ir abriendo el abanico de

posibilidades con aproximaciones a propuestas más reales, finalizando en propuestas seleccionadas con variantes y dando pie a la etapa de convergencia.

3.1.4. Etapa de convergencia

“Unión de dos o más cosas que confluyen en un mismo punto” (El Mundo, 2013) es la definición que se le otorga a la convergencia. Poder colar las propuestas generadas para separar de ellas la única que más se aproxima a la solución completa del problema. Analizar las variantes planteadas y seleccionar la mejor de ellas. Esto va a dar como resultado una selección apropiada para continuar con el proyecto planteado.

Es en esta etapa donde se ve reflejado el camino recorrido comenzando con la inspiración, necesidad o encargo de trabajo, seguidos de la búsqueda del o los problemas junto con la investigación completa, utilizando o no la tormenta de ideas para arribar la diversidad de bocetos que luego van a pasar a ser propuestas y converger en la selección de una de ellas para comenzar a idear variantes las cuales a su vez van a ser sometidas a un proceso de inspección con el fin de dar con una que cumpla de manera más aproximada con la solución del problema anteriormente planteado. Esta propuesta final se la denomina como la propuesta ganadora.

3.1.5. Propuesta ganadora

La propuesta ganadora es lo que el autor de este PG denomina como la mejor opción cuyas características reflejan todos los requisitos para poder solventar los problemas encontrados en un producto a la hora de diseñarlo. Es aquella que cumple con la morfología necesaria, que contiene una carga semántica justa para que junto con la forma pueda encajar a la perfección en su futuro entorno, la que plasma de mejor manera los pasos y las etapas de diseño para lograr dar con un producto. También es aquella con resoluciones ergonómicas aptas para todos sus usuarios y por sobre todas las cosas responde a la necesidad del consumidor.

Para lograr dar con una propuesta que cumpla con todas las características enumeradas a lo largo de este capítulo es fundamental contar con las capacidades para poder plasmar lo que se encuentra dentro de la imaginación en un papel o en un monitor junto con el conocimiento funcional sobre cada producto. Porque el equilibrio entre lo estético y lo funcional es lo necesario para lograrlo. No hay que sobrecargar la imagen de un producto para que sea más atractivo, ese es un concepto erróneo y para demostrarlo se va a hacer referencia a los 10 principios del buen diseño según Dieter Rams, un diseñador industrial y pieza fundamental para la marca *Braun*, nacido en Alemania un 20 de Mayo de 1932.

Él dice que el buen diseño debe ser innovador, lo cual es un aspecto que nunca va a terminar de desarrollarse ya que las tecnologías se encuentran en constante avance. También tiene que ser capaz de hacer un producto útil, de manera que plasme su principal característica la cual es funcionar. El tercer principio indica que debe ser estético remarcando que un diseño bien ejecutado no carece de belleza. Siguiendo con el número cuatro, el buen diseño hace a un producto comprensible ya que éste tiene que comunicar su función a simple vista del usuario. También debe ser honesto:

Un diseño honesto nunca intenta falsificar el auténtico valor e innovación del producto dado. Asimismo, un diseño verdaderamente honesto nunca trata de manipular al consumidor mediante promesas de una utilidad apócrifa, inexistente o más allá de la realidad física del producto. (Rams, 2009).

En sexto lugar sostiene que el buen diseño es discreto generando así un aspecto neutro y sobrio. Tiene que tener una larga vida, un punto difícil para muchos ya que la moda se encuentra en constante cambio, pero Rams asegura que es "...inherentemente pasajera y subjetiva". (2009). Y que si el diseño de ese producto se encuentra bien ejecutado, el resultado va ser un producto útil y atemporal. El octavo principio dice que este tiene que ser consecuente en todos sus detalles, significa que un buen diseño jamás deja detalles al azar, esto es considerado una falta de respeto de los diseñadores para con sus consumidores. El siguiente principio respeta el medio ambiente, esto en resumen trata

sobre la disminución de contaminación visual y física en el transcurso de fabricación del producto. Y como último principio:

El buen diseño es diseño en su mínima expresión. Dieter Rams subraya la distinción entre el habitual paradigma en diseño: 'Menos es más' y en su lugar recomienda su propio modelo: 'Menos, pero con mejor ejecución', destacando el hecho de que este enfoque fomenta los aspectos fundamentales de cada producto y por lo tanto evita lastrarlos torpemente con todo aquello que no es esencial. El resultado ideal es un producto de mayor pureza y simplicidad. (Rams, 2009).

Cabe destacar que Rams es uno de los diseñadores industriales más icónicos que se estudian a lo largo de la carrera, y autor de diversos productos, entre otros, de la marca *Braun*.

Este fue el recorrido por las etapas del proceso de diseño de productos y es momento de entrar en detalle a cómo se representan las propuestas y cuáles son las herramientas utilizadas hoy en día para poder visualizar lo explicado en las fases de divergencia y convergencia.

3.2. Herramientas de visualización

Se las llama herramientas de visualización porque justamente son la ayuda con la que los diseñadores cuentan para poder visualizar aquello que pasó de estar en la mente a un papel o un monitor. No importa en qué formato se encuentre, lo que realmente es significativo es saber utilizar estos medios de manera sabia y concisa para lograr cumplir con el objetivo deseado. Hay dos tipos diferentes de visualización no tangible para mostrar una propuesta. Por un lado se encuentra la ilustración a mano, la cual se va a desarrollar a continuación junto con el concepto de *Sketching* y la ilustración digital utilizando dispositivos tales como la computadora o las tabletas en la que se puede dar un paso un poco más avanzado llegando a modelar tridimensionalmente la propuesta.

3.2.1. Concepto de *Sketching*

La ilustración como medio de comunicación visual entre las personas es una herramienta que ha sido utilizada desde el origen de los primeros dibujos, en donde se ilustraban en modo de escenas los acontecimientos importantes en la época del momento. Estas son mayormente conocidas como pinturas rupestres “Se conoce como arte rupestre a los rastros de actividad humana o imágenes que han sido grabadas o pintadas sobre superficies rocosas.” (rupestreweb, 2004). En resumen cualquier pintura que se realice sobre y dentro de dichos lugares es considerada rupestre. Pero este medio de comunicación visual evolucionó y en la actualidad lo que se utiliza en diseño para compartir una idea rápida en modo de boceto es el papel.

Para entender la importancia que tiene el dibujo en el diseño, se van a tomar algunas palabras del diseñador industrial Nenad Pavel (2005) en las que comenta que el *sketching* es la forma tradicional de diseñar. El proceso de dibujo facilita el proceso de diseño y este es una habilidad y una actividad psicológica sofisticada, quiere decir que el diseño se puede aprender sólo por la práctica, de igual manera que los bocetos. Debido a esto, dibujar no es sólo una forma de diseñar, sino una forma de aprender cómo diseñar. Esto demuestra que no solo es fundamental la teoría sobre como diseñar, sino que también lo es la práctica, para ello es aconsejable aflojar la mano, como se suele decir en diseño, tomando un lápiz o una birome y trazar líneas libremente.

Un ejercicio conveniente para adquirir confianza con la mano es tomar una hoja y con cualquier elemento de dibujo distribuirle puntos de manera aleatoria y bien separados entre sí. A continuación lo que debe hacer es apoyar, por ejemplo, la lapicera en un punto y de un solo movimiento dibujar una línea que llegue hasta otro. No es necesario buscar que sea recta, lo importante es no levantar la mano del papel y realizar el trazo de manera continua ya que si esto se repite varias veces con la práctica se van a poder ir logrando distintos tipos de líneas gracias a el desarrollo de una mano suelta. Entonces

una mano con trazo confiado es garantía de un mejor y más acertado boceto sobre una propuesta de diseño. Pero esto no es todo lo que se necesita para poder realizar un dibujo que muestre tridimensionalidad y relación con la realidad. Para ello es necesaria una buena capacidad de percepción del entorno real que rodea al diseñador y poder plasmar esas cualidades al papel. Si bien este no es un PG en el cual se vayan a explicar las técnicas de dibujo técnico para generar planos tridimensionales, se van a nombrar los puntos principales para poder realizarlos.

Con el fin de crear bocetos creíbles, es imprescindible que un diseñador tenga una comprensión de la teoría de la perspectiva. El público sabe instintivamente cuándo un boceto se encuentra fuera de perspectiva, aun sin conocer las reglas de la misma. Una correcta aplicación de ella es vital para que el diseñador sea capaz de estimar y transmitir las proporciones de un objeto esbozado. (Olofsson y Sjöln, 2006). Hay varios tipos de perspectivas dentro de las cuales se encuentran los puntos de fuga y las axonometrías. Aplicando todos estos conocimientos a la hora de bocetar, el dibujo va a empezar a cobrar vida y se lo va a apreciar como una representación más cercana a lo real. Pero no solo basta con dominar la perspectiva, ya que para otorgarle el toque final que va a llevar al dibujo a ser similar a una foto va a ser la aplicación de los colores y las sombras, o como se lo suele llamar en diseño industrial, renderizado. ¿Qué es un render? Es lo más aproximado de un dibujo a la realidad aplicando perspectiva, colores, luces y sombras. Cuando se logra perfeccionar la habilidad de realizar un dibujo con estas características, el diseñador pasa a ser alguien capaz de mostrar una propuesta en cualquier momento y en cualquier lugar sin tener que depender de un medio virtual. Por eso es importante que no solo se dominen las tecnologías virtuales sino que se lo pueda hacer con la mano.

3.2.2. Modelado 3D

El modelado 3D o modelo tridimensional es otra herramienta más para perfeccionar el realismo que se quiere generar en una propuesta. Es el paso anterior a la prueba física donde además de visual pasa a ser tangible. Este proceso en el cual se logra diseñar un producto en una computadora y se lo puede rotar en todas las direcciones, se lo puede acercar y alejar, escalar y transformar, es el indicado a realizar antes de proseguir ya sea con una maqueta o posteriormente un prototipo.

Se le recuerda al lector que todos los pasos que se vienen dando desde el inicio del PG son los aconsejables para realizar un trabajo de manera prolija y ordenada. En diseño no hay una norma que diga cómo hay que hacer las cosas ni en qué orden, es un camino que cada uno va a tener que realizar para poder dar con un método aún mejor que supere lo que ya se conoce.

Retomando la utilización de herramientas virtuales para diseñar. Cabe aclarar que el render que se realiza a mano en las ilustraciones, puede mejorarse con una computadora. Hay diversos programas que permiten la aplicación de materiales reales, pero de manera virtual, sobre las superficies previamente modeladas. De la misma manera se pueden manejar las luces y las sombras, tanto como el entorno que rodea al producto en ese contexto digital. Esto permite que a la hora de mostrar o presentar un proyecto, se puedan acortar los tiempos y aumentar el realismo de un diseño ubicando el mismo en todas las situaciones de uso que tenga. Retomando el ejemplo del lampazo y el balde escurridor, es conveniente mostrar de manera virtual cómo, quién y dónde se lo utiliza, con renders lo más aproximados a la realidad antes de tener una maqueta física.

Entonces, reuniendo todos los conceptos explicados y aprendidos desde el capítulo uno hasta ahora, un diseñador puede emprenderse en un proyecto de diseño para luego abordar lo que sería una maqueta o prototipo. Para que un proyecto de diseño sea

realizable, además de integrar los conocimientos previos hay que sumarle el mundo de materiales y procesos que se utilizan en la actualidad teniendo en cuenta los cambios en las tecnologías. Estos métodos de fabricación son los que se van a explicar en el siguiente capítulo donde finalmente luego de abarcarlo, van a estar completos todos los pasos y etapas precisadas para culminar con un producto real y tangible.

Capítulo 4. Procesos de Fabricación

Luego de ver en detalle las etapas del proceso de diseño y tener como resultado una propuesta ya modelada y lista para seguir hasta convertirse en un producto final hay que comprender qué va a tratar este capítulo. A continuación se explicarán de manera detallada los dos tipos de bajada a la realidad de un producto, la maqueta y el prototipo y cuáles son los elementos y herramientas con los que se puede construir el último mencionado. Se enumerarán los diferentes tipos de materiales que existen para la fabricación de productos de carácter industrial junto con sus distintivos y diferentes procesos para poder manipular dichos materiales. Y finalmente se mostraran las nuevas tecnologías que van a ser un cambio a nivel revolucionario en el futuro de la industrial como se la conoce.

4.1. Bajada a la realidad

Se conoce como bajada a la realidad al traspaso del papel o el modelado virtual al plano tridimensional en el que se vive. Es decir poder transformar esa imagen de producto en algo tangible que se puede apreciar no solo con la vista sino con el tacto.

Esto sirve para tener un mejor contacto con el producto que se vaya a fabricar y es necesario para ver en escala real si lo que se diseñó y modeló tiene algún error o necesita de algún o algunos ajustes antes de cerrarlo y construirlo. Y se demuestra la importancia de construir una maqueta en el siguiente fragmento escrito por Bernhard E. Bürdek en su libro *Diseño, historia, teoría y práctica del diseño industrial* : “Una maqueta inmaterial aun siendo buena, en muchos casos únicamente puede secundar y completar una maqueta real, o emplearse como variante”. (1994, p.328). Cuando se refiere a inmaterial habla de virtual, a lo que en este PG se nombró como modelado tridimensional y remarca que por más exacto que sea el producto en la computadora no supera en realidad a una tangible.

4.1.1. Maqueta

La importancia de la maqueta, como se mencionó con anterioridad, es inmensa. Para sostener esta afirmación se cita a Mike Ashby y a Kara Johnson en su libro *Materiales y diseños, el arte y la ciencia de la selección de materiales para el diseño de producto* donde dicen lo siguiente:

Un diseño evoluciona a través de las maquetas; estas son un medio importante de comunicación entre diseñadores industriales y técnicos, y entre los diseñadores y el cliente para el cual va a ser hecho el producto. Maquetas preliminares, a menudo hechos de espuma de polímero, yeso, madera o arcilla, capturan la forma del producto. (Ashby y Johnson, 2010, p. 43).

En este fragmento del texto se refieren a maquetas preliminares como las de estudio y hacen una breve enumeración de materiales típicos para realizarlas. Esta va a ser la que permite ver cara a cara la forma que va a tomar el producto a la hora de ser construido. Donde se pueden ver los errores y emplear mejoras sobre la misma. Es una herramienta fundamental para el diseñador ya que de no utilizarla va a estar arriesgándose a no dar con un buen producto. O peor, va a perder tiempo de avance con la maqueta virtual sin tener noción del tamaño en la mano. Otro dato importante es que se puede trabajar sobre la misma y hasta realizar varias sin significar un gasto mayor ya que hay diversos materiales con los que se la puede construir.

Hay varias formas de hacer maquetas y diversos materiales con cual construir las. Alguno de ustedes recordará quizá en el colegio usaban tubos de cartón de papel servilletas o papel higiénico pegados a otras cajas para armar cosas y que en algunos casos se los recubría con papel y adhesivo escolar para crear una capa más sólida en la que luego se podía pintar. Esta es una manera de hacer una maqueta, es un proceso divertido y rápido además de ser no tóxico. Pero cuando se refiere al mundo del diseño industrial aparecen otros materiales que son más aptos para esta tarea, y entra en juego la toxicidad de los elementos la cual va a tener que ser controlada con el equipo necesario

Estos son los materiales que se suelen utilizar para construir maquetas: cartón, liso, gris, blanco, corrugado, micro corrugado y de diferentes espesores como un milímetro, dos y tres. También se utiliza la madera ya sea balsa, natural de distintos espesores, mdf (tablero de fibra de densidad media) de uno a cinco milímetros para una maqueta de escala háptica; por otro lado telgopor, polifán (símil al anterior pero de mayor densidad y sin esferas) de cinco, diez y 25 milímetros; de igual manera se puede utilizar el *fonboard* que es una placa de cinco mm de espesor de polifán en sándwich por dos láminas delgadas de papel resistente en blanco o negro. Otro material interesante y útil es el poliuretano expandido el cual viene envasado a presión y al ser liberado como un aerosol aumenta su volumen al entrar en contacto con el aire del exterior. Este cuenta con cualidades similares a las del polifán porque no tiene esferas sino que al secarse y partirse se pueden observar micro granitos como arena. Hasta ahora se nombraron los materiales con los que se suelen hacer los cuerpos de las maquetas que luego se los va a trabajar con lijas y recubrimientos superficiales para lograr un mejor acabado. Y hay que saber que todos ellos se pegan con distintos adhesivos porque tienen propiedades diferentes entre ellos.

El telgopor, polifán y *fonboard* se aconseja pegarlos con adhesivos como unipox y uhu por ya que no derriten las superficies de estos materiales. En cambio el cartón, las maderas y el poliuretano expandido se los puede pegar con gotita, poxirrán y adhesivos más fuertes. Luego de armar la estructura general y principal de la maqueta se la puede recubrir con otros materiales como las masillas, que van a servir para unificar las superficies y tapar huecos o errores. Se suelen utilizar enduido, yeso, gesso (similar al anterior pero de menor densidad y más acuoso), masillas plásticas (no aconsejables sobre polifán y telgopor de manera directa, es decir sin capa previa de cualquiera de los anteriores), y como último recurso y de peor terminación la cartapasta que es el famoso recubrimiento con pedazos de papel y plasticola que se realiza en los colegios.

Al terminar con la aplicación de las masillas se aconseja lijar y hay varios tipos de lija donde el número de identificación sirve para saber que el más chico tiene granos más grandes para lijar y el número más alto es más parecido a la suavidad de una hoja de papel común. Esto sirve para lijar más abruptamente o para los detalles finos. Es importante repetir estos pasos varias veces dando así un mejor resultado con mayor capas de recubrimientos.

Pero estos no son todos los materiales para hacer maquetas, sino que son los básicos. También existen otros como el alto impacto de varios espesores, la resina, el acrílico, las varillas de madera con distintos perfiles y el sintra, que según plastitec, una compañía dedicada a la distribución de materiales plásticos, “es un material ligero pero rígido, durable y resistente a los golpes” (Plastitec, 2014).

Estos suelen ser los materiales mayormente utilizados en el mundo del diseño industrial como también en la arquitectura y diseño de interiores. Pero existen más todavía y son los que emplean en lo que sigue más allá de una maqueta de estudio, se habla del prototipo.

4.1.2. Prototipo

A diferencia de la maqueta de estudio, el prototipo es una aproximación más cercana a lo que va a ser el producto. Puede hasta llegar a ser el producto con pequeños detalles a modificar. Cabe resaltar que los materiales empleados para realizarlo son otros y para ser más exactos son los mismos con los que se va a fabricar el producto final. Volviendo a citar a Ashby y a Johnson dicen lo siguiente:

Las maquetas posteriores (prototipos) muestran la forma, el color, la textura, los mecanismos y peso. Los prototipos permiten que el producto sea manejado (si es pequeño) y visto desde múltiples ángulos particularmente cuando grande). El prototipado rápido ha transformado las etapas posteriores del proceso de creación de prototipos, permitiendo que un archivo CAD de un paquete de modelados sea descargado y convertido directamente en un prototipo de cera o polímero. (2010, p. 43).

Cuando se refieren al prototipado rápido están hablando de las impresiones tridimensionales, un tema que se va a desarrollar en la parte final de este capítulo. De todos modos se puede observar en base a las palabras de estos profesionales, la importancia de un prototipo antes de realizar un producto final. Es la evolución de la maqueta en sí a la cual se le agregan los detalles funcionales y operativos como también los colores y con los materiales verdaderos del producto. Los materiales utilizados para el prototipado se van a desarrollar más adelante dentro del subcapítulo de tecnologías viables, pero lo que sí se puede agregar ahora es la importancia de los planos realizados con normas IRAM a partir de la modificación del modelado tridimensional tras las mejoras de la maqueta. Porque puede ser que si el diseñador no cuenta con la maquinaria para manipular y armar el prototipo, tenga que contratar un servicio de terceros donde el o los operarios van a necesitar de esta información ordenada para poder realizarlo.

4.1.3. Elementos y herramientas

Como se mencionó con anterioridad existen distintos materiales para las maquetas, pero lo que es necesario saber es con qué elementos se los manipula. Se habló de la lija por ejemplo, la cual cuenta con distintos gramajes para lograr distintos acabados, y de los adhesivos para unir piezas. Pero hay más que son de gran ayuda para realizar las maquetas. Todos conocen las reglas y las escuadras, estas sirven tanto para dibujar en papel como para hacerlo sobre estos materiales que luego van a ser cortados y llevados a las formas deseadas. Existen las reglas de corte las cuales son de metal para que la hoja del cúter no la lastime como lo haría con una plástica. Entonces apareció otro elemento más de trabajo, el que permite cortar. Y dentro de los que modifican los materiales existen los mini tornos como por ejemplo el Dremel, una marca de estos, y lo que se puede lograr con dicha herramienta es casi ilimitado.

El mini torno es una herramienta de puntas intercambiables para lograr distintos objetivos. Cabe destacar que estas piezas que se sacan y ponen tienen la cualidad de

rotar a altas revoluciones generando así propiedades de desbaste. Esto quiere decir que pueden llegar a funcionar de la misma manera que una agujereadora, o sea por rotación. Las puntas pueden ser en forma de disco para cortar, recubiertas en lija para lijar, y diferentes formas para lograr distintas cosas. Otro elemento también es la agujereadora en sí, de mayor tamaño y revoluciones sirve para realizar perforaciones de distintos diámetros sobre materiales tales como la madera y algunos metales, incluso cartón pero es innecesario por la poca resistencia que tiene frente a esta herramienta.

Existe otro elemento denominado pistola de calor, la cual sirve para generar altas temperaturas que deformen algunos materiales y luego se los pueda manipular cambiando sus formas. Esta es muy parecida a un secador de pelos en su morfología y en que libera aire caliente por un extremo, la diferencia son los grados los cuales son mucho mayores. Con ella se puede deformar el sintra, el alto impacto, el acrílico y materiales plásticos.

El segelín es una de las más fundamentales ya que es la que permite cortar a la perfección el telgopor y el polifán. Consta de un marco que contiene de punta a punta un cable de nicromo que conectado a un transformador a la pared genera una temperatura a lo largo del mismo y funciona como línea de corte para dichos materiales. Esta herramienta se la puede comprar en una escala manual en forma de pistola o se la puede fabricar de manera muy sencilla para ser usada a mayor escala. Se aconseja si se lo va a armar, fijarse detalladamente las instrucciones que se encuentran por toda la internet y respetar los pasos al pie de la letra para lograr construir uno que funcione y sirva a la perfección.

Otra herramienta, pero más peligrosa es la amoladora, la cual permite rotar un disco intercambiable con otros con distintas características a altas revoluciones para cortar, retocar, remover y emparejar superficies. Es importante utilizarla con respeto y conciencia para evitar accidentes no deseados. De la misma manera se tiene que manipular la

caladora, la cual permite mover hacia arriba y abajo una hoja dentada intercambiable hacia adelante a altas velocidades la cual sirve para cortar madera.

Es importante tener en cuenta las medidas de seguridad al usar todas las herramientas y los materiales ya que pueden ser tóxicos y/o peligrosos pudiendo causar daños severos si no se sabe manipularlos. Para ello existen lentes de protección si vuelan pedazos de materiales hacia el rostro, guantes para cubrir los dedos de las temperaturas y el contacto con algunos adhesivos; también hay mascarillas para tapar la nariz y la boca generando así un filtro para que las partículas que flotan alrededor del diseñador al lijar no sean inhaladas y afecten los pulmones.

Por otro lado dentro de los elementos que no lastiman al usuario, están los de medición. Se mencionaron la regla y la escuadra, pero para mayor detalle y precisión existe el calibre y el micrómetro. Estas dos herramientas fundamentales para un diseñador industrial son las que permiten medir un objeto, pieza o producto de manera milimétrica hasta micrométrica y son necesarias porque estas son las medidas que se manejan dentro de la carrera. Ya que para saber si un eje pasa dentro de un buje es necesario medir la tolerancia que va a necesitar para pasar o no. Y esto también se puede medir con una herramienta similar llamada calibre pasa no pasa, el cual viene con medidas estandarizadas para ciertas piezas.

Esta fue la explicación y ejemplificación de los elementos y herramientas mayormente utilizadas para la conformación de maquetas e incluso algunos prototipos de diseño industrial, y aunque existan más o variantes de los mismos, con saber manejar los mencionados anteriormente cualquier aspirante a diseñador va a poder con la práctica llegar a un excelente resultado de maqueta.

4.2. Tecnologías viables

Este es el subcapítulo que trata sobre los distintos tipos de materiales utilizados en la industrial de hoy en todo el mundo. Se van a detallar los distintos tipos de procesos de fabricación de los metales, maderas, plásticos, cerámicos y vidrios junto con la explicación de cada máquina con la que son operados. Son tantos los procesos para cada material que se podría escribir un proyecto de graduación íntegro sobre el tema, es por eso que el autor de éste decidió enumerar los más importantes y mayormente utilizados sin entrar en el detalle fino ya que no pretende ser un manual de fabricación de piezas, sino una guía útil para aquellos que lean este texto. En primera instancia se va a hablar un poco sobre cada material, explicando sus propiedades y donde se encuentran, para más tarde abordar las tecnologías que los manipulan.

4.2.1. Metales

Como primer material se va a hablar de los metales. Estos son sustancias que poseen propiedades tales como buena conductividad térmica y eléctrica, molécula monoatómica, brillo característico llamado metálico, muy poco reactivo con el hidrógeno, se combina con el oxígeno para formar óxidos, son dúctiles o deformables y son sólidos a temperatura normal a excepción del mercurio que se encuentra en un estado líquido. (UTP, 2014). Estos se dividen en ferrosos y no ferrosos, y cada uno tiene propiedades físicas como mecánicas que lo hacen ideal para aplicaciones específicas. Una propiedad interesante sobre este material es que se puede combinar con otros por medio de aleaciones las cuales permiten generar distintos tipos de propiedades para cada función que tenga que cumplir el metal. Esta aleación es una unión química que le brinda distintas cualidades al mismo. Pero hay dos clases de propiedades generales sobre estos, por un lado las mecánicas y por el otro las físicas.

Según afirma Jim Lesko en su libro *Diseño Industrial, guía de materiales y procesos de manufactura*, dentro de las propiedades mecánicas se encuentra en primer lugar la

dureza y dice que es “la capacidad de un material para soportar la penetración y el rayado” (Lesko, 2010, p. 7). Por otro lado se encuentra de manera relacionada la fragilidad que es lo opuesto a la propiedad anterior. En el texto se da un ejemplo sobre goma de mascar congelada, la cual se volvería más frágil pero podría romper los dientes del que la comiese o se haría pedazos si se la golpea con un martillo, también comenta que otro buen ejemplo para esta propiedad es el vidrio, ya que si bien se lo ve firme se sabe que si recibe un golpe certero estalla. Estas dos primeras cualidades mecánicas pueden manejarse a través de tratamientos térmicos logrando, en el caso de saber hacerlo, tener un metal flexible con propiedades de dureza como sería el ejemplo de una *katana* o sable Japonés.

Como tercer propiedad se encuentra la ductilidad y es aquella capaz de “soportar deformaciones plásticas sin romperse” (Lesko, 2010, p. 8). A continuación se encuentra la compresión que va a ser una medida del grado al cual se puede deformar el metal bajo una carga que lo comprima antes de romperse. También aparece el dobléz y un ejemplo claro sería el de una viga de construcción la cual tiene una sección exterior generando tracción mientras que la interna se comprimen. Luego está la torsión la cual significa un esfuerzo de rotación a lo largo del objeto a torcer. En otras palabras es cuando la base se encuentra fija mientras que la parte superior comienza a rotar. Continuando se encuentra la resistencia al corte que representa la carga máxima que soporta el metal sin romperse cuando se le aplican fuerzas en sentido opuesto como si se lo estuviera cortando al medio. Casi en último lugar se encuentra la elasticidad que describe la recuperación luego de ser deformado y volviendo a su forma natural y es contraria al comportamiento plástico el cual se ve cuando no puede volver a su posición natural sino que sobrepasó el límite de deformación.

Las propiedades físicas “son aspectos inherentes a un material que, por lo general, no se alteran fácilmente. Estas propiedades casi siempre permanecen intactas, mientras que las propiedades mecánicas cambian con el tratamiento térmico” (Lesko, 2010, p. 10).

Estas son la opacidad o transparencia la cual no va a cambiar por más que se lleve al metal a temperaturas muy altas o muy bajas, de la misma manera que el color o la densidad. La conductividad eléctrica va a ser la misma y la térmica también. Su campo magnético va a permanecer igual a como era antes de sufrir cambios de temperatura, igual que la resistencia a la corrosión.

Volviendo a la división entre ferrosos y no ferrosos, se va a hacer una breve lista sobre cuales son dentro de cada grupo. Dentro de los ferrosos se encuentran el hierro colado, el acero al carbón, el acero aleado, el acero inoxidable, el acero de herramientas, aquellos de alta resistencia y baja aleación, los aceros para resistencias, las súper aleaciones a base de hierro y los polvos metálicos de hierro. No se va a entrar en detalle sobre cada uno pero cabe aclarar que todos están compuestos de hierro y distintos grados de carbono para generar mayor o menor dureza.

Por otro lado, los no ferrosos son el aluminio, el cobre, el magnesio, el zinc, el plomo, los metales preciosos, el estaño, el berilio, el cromo, el níquel, los metales refractarios y el titanio y son aquellos denominados como no metales dentro de la tabla periódica. También pueden ser aleados entre sí para lograr distintas especificaciones mecánicas.

Llegando a los procesos de conformado existen tres formas para realizarlos, y Lesko (2010) los enumera de la siguiente manera. Desde el estado líquido, plástico y sólido. El primero de ellos se refiere a los procesos de fundición donde los metales se funden y vuelcan dentro de un molde para luego del enfriamiento dar con una pieza del negativo de la matriz. Esto se suele aplicar en herramientas como pinzas y algunos martillos. Tienen como característica una estructura porosa y con deformaciones pero es un proceso excelente para piezas con alto grado de complejidad.

En estado plástico se refiere al trabajo de forja el cual consta en calentar las barras de metal a punto de fusión donde por medio de golpes precisos se lo va conformando hasta

dar con la forma deseada. Este es un proceso costoso porque requiere de mucha mano de obra pero la ventaja con la que cuenta es la de la alta resistencia que se logra en las piezas fabricadas.

Finalmente, en estado sólido se conforman placas, varillas y tubos y se los trabaja a temperatura ambiente y también requieren de mucha mano de obra, aunque algunas fábricas cuentan con maquinaria operada por computadora capaz de realizar el trabajo que hace el hombre y con esto acelerar la operación. (Lesko, 2010).

No solo se puede manipular el metal de estas formas, sino que también existen procesos como el punzonado y el estampado los cuales cortan, sustraen y deforman el material. En el caso del primero se trata de una torreta que “contiene un portaherramientas con una variedad de punzones para hacer orificios de varios tamaños” (Lesko, 2010, p. 59). Este proceso se realiza sobre superficies planas de metal a temperatura ambiente y puede ser calibrado de manera tal que no llegue a cortar la pieza sino que la deforme. El segundo proceso es el estampado el cual es similar solo que no perfora sino que deforma el metal aplicando presión en la sección deseada y sirve para darle mayor resistencia, por ejemplo, a una plancha de acero.

Entonces, para resumir los procesos mayormente utilizados se encuentran aquellos que son en caliente y en frío donde se pueden ver fundiciones, forjas, extrusiones las cuales son las que conforman los caños, tubos, varillas y perfiles de larga distancia, los punzonados y estampados dentro de los cuales aparecen los embutidos, y finalmente otro proceso que se realiza a temperatura ambiente es repujado el cual rota una pieza plana de metal sostenida en el centro y se la va deformando con una herramienta como si se estuviera utilizando un torno, este proceso sirve para fabricar por ejemplo, jarras, platillos de batería, bandejas, platos y elementos similares en su forma.

Cabe aclarar que el metal es un material que se lo puede soldar para unirlo a otras piezas con las mismas características y también puede ser pintado y cromado. Es uno de los más utilizados en la industria pesada y uno que abunda como materia prima en el mundo.

4.2.2. Maderas

La madera, como todos saben, se sustrae de los árboles. Hay varios tipos y cuentan con distintas características como mayor o menor dureza, porosidad, tamaño, color y peso. Todas aquellas que se utilicen directamente desde el corte del tronco del árbol, son consideradas naturales. Para contar un poco de historia sobre este material se va a citar un fragmento del texto *Madera natural & Madera artificial* de Som Arquitectura donde dice que “la madera natural fue el primer material de construcción del que dispuso el hombre. Además de usarla como combustible y como arma defensiva, la cabaña con estructura de madera y cubierta de ramas le proporcionó una defensa contra la intemperie” (2014). Este fragmento cuenta de manera indirecta varias características sobre este material, habla de resistencias y variantes operativas ya que sirve para diversas actividades totalmente distintas entre sí. Como característica principal de las que son naturales se puede decir que se dividen en dos grupos, las duras y las blandas. Las primeras “proceden de árboles de hoja caduca (roble, nogal, cerezo, haya, castaño, olmo, caoba, álamo, aliso, abedul, tilo, etc.) que crecen lentamente, por lo que son más caras, y tienen gruesos troncos” (Som, 2014). Estas poseen mayor dureza debido a la menor cantidad de resina, y diversos colores en sus listones al ser segmentados del tronco. Y al tener demasiada resistencia son difíciles de trabajar y por eso más costosas. Las blandas por otro lado proceden de árboles de hoja perenne (pino, abeto, encina, olivo, etc.) que crecen más rápidamente y se caracterizan por tener tonalidades claras con anillos bien marcados. Si se observan y se comparan se puede notar que estas últimas son más ligeras y por ende sencillas de trabajar en comparación a las anteriores.

Llegando a las artificiales, hay que aclarar que son en parte naturales, ya que provienen de restos de estas que son compactados y prensados para generar nuevas tablas a partir de esas virutas y fragmentos que no son desperdicio. Este grupo se divide en tres subgrupos donde por un lado se encuentran las tablas aglomeradas, las contrachapadas y las de fibra. El primero de ellos está compuesto de virutas de diversos tamaños mezcladas con cola de carpintero y prensadas dentro de un ancho y un largo establecido y pueden variar sus espesores. Se las suele ver en muebles de cocina o mesas de escuela. En el segundo subgrupo “se utilizan finas láminas de madera natural pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor” (Som, 2014). Presenta como característica mayor resistencia que el aglomerado, y es fácil de trabajar además de contar con un grado de elasticidad carente en el subgrupo anterior. Y finalmente los tableros de fibra mencionados anteriormente como MDF y es que son maderas naturales reducidas a sus elementos fibrosos básicos luego reconstituidos para lograr un material compacto y de apariencia homogénea. Cuenta con una gran resistencia pero es a su vez bastante pesado. Lo interesante es que mientras más delgado sea su espesor mayor elasticidad se obtiene y al ser más grueso se convierte en un material con gran soporte de fuerzas. Pero no soportan de igual manera la acción de herramientas como un taladro como una madera natural ya que:

La densidad del MDF está entorno (ie. [sic]) a los 700 Kg./m³, lo cual lo hace muy fácil de trabajar con herramientas habituales. Lo que más se aprecia de este tipo de tablero son sus caras tan lisas que hacen de él un material idóneo para pintar o lacar. (Som, 2014).

Lo interesante de este material tan dócil para la fabricación es que puede recibir distintos tratamientos que le otorgan resistencias frente a la humedad e incluso el fuego, además de la diversa aplicación de elementos decorativos.

Las maderas se pueden trabajar con varias herramientas y de distintas maneras. Dentro de las herramientas manuales que cualquier podría tener en su hogar, se encuentra el taladro, la sierra, lijas, garlopa manual que sirve para devastar de manera plana y pareja la madera e incluso sacarle cantidad en forma de laminas. Se la puede clavar y atornillar,

cortar con serruchos y pequeñas sierras, también de manera más artesanal con tornos y gubias para ir sustrayendo segmentos de la madera y generar niveles diferentes. No hay que olvidarse que se la puede lijar y grabar, hasta se puede usar el mini torno para trabajarla. Pero dentro de la escala de herramientas industriales se encuentra la garlopa, la sierra de banco, la tupí, tronadoras, sierra sin fin, circular, fresadoras, ingleteadoras, cepilladoras, lijadoras, escuadras, espigadoras, escopleadoras, retestadoras y muchas más.

Es un material muy dócil y maravilloso para trabajar ideal para hacer tanto maquetas como prototipos, por ejemplo, mobiliario: sillas, mesas, estantes, banquetas y demás muebles.

4.2.3. Plásticos

Los plásticos son otro grupo inmenso de materiales con los que se podría escribir una tesis completa ya que si se los estudia a fondo se puede aprender cómo es que están químicamente compuestos. Pero para este proyecto se van a enumerar los distintos grupos en los que se los clasifica, las características principales y los procesos de fabricación con los que se crean distintas piezas con diferentes funciones.

“El término plástico es ampliamente aceptado para describir resinas o polímeros formados por hidrógeno, carbón, nitrógeno, oxígeno, flúor, silicio, azufre y átomos de cloro, derivados en su mayoría del petróleo” (Lesko, 2010, p. 108). Como se puede ver abarca demasiados elementos pero para hacerlo más sencillo y ordenado hay que dividirlos en dos grupos. Por un lado los termoplásticos y por otro los termofijos, donde los primeros son aquellos que se ablandan o funden cuando se los calienta y se vuelven a endurecer al enfriarse y gracias a esta cualidad es que pueden ser moldeados en diferentes formas para lograr distintas piezas. Es un grupo al que se lo puede ser inyectar, termoformar, soplado, extrusar y rotomoldear. Pero ¿qué son todos estos

nombres de procesos? Se dice que se inyecta el plástico cuando se depositan pellets (granos de plástico) en una tolva y son guiados por un conducto rodeado de calentadores que los van a fundir hasta convertirse en un material viscoso y luego va a ser empujado con fuerza por otro canal más pequeño que va a terminar en una matriz con la forma deseada de esa pieza. Esta va a ser expulsada y al entrar en contacto con el ambiente se va a enfriar y pasar a la etapa de rebabado donde se le van a quitar las asperezas y excedentes de material. Termoformar es cuando se calienta una lámina de este material y de la ubica por encima de una matriz que luego va a ser succionada para atraer el plástico hasta los sectores más complejos de la forma base. Este es el proceso de fabricación de los jacuzzis que luego se les aplica fibra de vidrio para otorgarles resistencia con poco peso. Por otro lado se encuentra el soplado el cual puede ser por extrusión o inyección, la diferencia es cómo llega el material, es decir que si es una extrusión del plástico hacia el interior de un molde y luego se lo sopla hasta que se infle cubriendo la forma interna de la matriz, como un bidón de combustible ó si la pieza fue inyectada como una preforma y se la ubica en el molde de soplado para cumplir con el mismo proceso, este último es el caso de las botellas de agua o gaseosa. La extrusión es como la del metal solo que con plástico, es el proceso por el cual se fabrican los caños, por ejemplo de PVC para agua y perfiles para muebles. Y finalmente el rotomoldeo es aquel que se utiliza para los tanques de agua y contenedores de espesor grueso y de gran tamaño. Se ubican los pellets dentro de la matriz y ésta comienza a rotar mientras se calienta en un horno y de esta forma el material recorre cada parte del interior del molde.

Las diferencias entre estos procesos son el costo y los tiempos. El más caro pero más rápido es el de inyección porque las matrices son muy costosas, pero si el producto es uno que vaya a ser fabricado en grandes cantidades, esta se amortiza y no presenta un gasto. Ejemplo, cubiertos descartables. El termoformado no es tan caro ya que el molde

se puede hacer con materiales económicos, pero tiene más mano de obra y lleva más tiempo. El soplado es similar al primero y el rotomoldeado también tarda demasiado pero es la mejor opción para las piezas de gran tamaño, y además es el único proceso que puede fabricar piezas cerradas con esas dimensiones. Por último la extrusión es otro proceso único para la producción de caños, de modo que no presenta costos exagerados ya que las matrices son estándar.

“Los termofijos forman uniones transversales ---interconexiones entre moléculas vecinas de polímero que limitan el movimiento de la cadena. Esta red de cadenas poliméricas tiende a degradarse en vez de ablandarse al ser expuesta al calor excesivo” (Lesko, 2010, p. 109). En otras palabras se parte, se carboniza y rompe.

El plástico es un material tóxico pero que brinda muchas posibilidades operativas y estéticas desde los acabados finales. Hay diversos colores de ellos y pueden ser pintados y tratados con distintos recubrimientos. Son una buena opción con la que construir un prototipo y fabricar un producto, pero hay que estar bien seguro ya que no es algo económico de realizar. Es muy importante utilizar los elementos de seguridad cuando se lo manipula ya que como se mencionó anteriormente, puede causar problemas si se lo respira al caliente y entra en contacto con partes frágiles del cuerpo.

Para cerrar con este material se van a enumerar los distintos grupos en los que se los enmarca para distinguirlos de manera ordenada. Estos son siete comenzando por el grupo número uno denominado PET (polietileno tereftalato) comúnmente visto en botellas de agua y gaseosa como en algunos vasos descartables. Siguiendo se encuentra el PEAD (polietileno de alta densidad) suele usarse en algunos juguetes y elementos de protección como cascos y rodilleras. En tercer lugar el PVC (policloruro de vinilo) mayormente utilizado en caños de agua, los blancos que se suelen ver en los locales que venden productos sanitarios. En cuarto lugar el PEBD (polietileno de baja densidad) se lo puede ver en sacos o bolsas de supermercado, también en juguetes y algunas botellas.

PP (poliropileno) es el quinto y es el único plástico que permite la implementación de bisagra, esto se puede ver en las tapas de los embases de *shampoo* o *tuppers* y además cuenta con un acabado brillante y agradable para lucir en un producto. Anteúltimo se encuentra el PS (poliestireno) utilizado en envases de yogurt, cajas de CDs, afeitadoras y algunos recipientes de comida que puedan llegar a tener alguna bisagra pero que no va a durar demasiado. Finalmente el grupo siete denominado como otros, incluye varios plásticos como el ABS utilizado en carcasas de herramientas, el Nylon como engranajes de piezas plásticas, Policarbonato utilizado en las mamaderas por la resistencia a altas temperaturas y otros que pueden utilizarse para fabricar botellas también. (Sosa, A. 2003).

4.2.4. Cerámicos

“Las partes estructurales de las cerámicas industriales proporcionan alta resistencia, bajo peso y resistencia a la corrosión, lo cual las hace aptas para aplicaciones a temperaturas extremadamente altas y en ambientes altamente corrosivos” (Lesko, 2010, p. 194). Es claro, luego de leer este fragmento, que la cerámica es un material interesante para la realización de piezas sometidas a cualquiera de las características anteriormente mencionadas, además de su bajo costo por la abundancia de materia prima. Pero al mismo tiempo cuenta con un problema de alta importancia el cual es la fragilidad pero gracias a nuevas combinaciones con fibras reforzantes o mono cristales, se incrementa la ductilidad y la tenacidad de los mismos. Para aquel que no se encuentra familiarizado con el concepto de tenaz, este es el opuesto a frágil.

Como es sabido existen diversos productos fabricados con este material y los tienen en sus casas en forma de taza, platos, jarrones, macetas, inodoros, bachas, bidets, hasta cuchillos por más de que suene extraño. Estos cuentan con un alto grado de filo, suelen ser usados por chefs profesionales y amantes de la cocina. Pero es de saber que al

recibir un golpe se parten. Es un material que se lo puede trabajar en estado sólido como líquido. Cuando se encuentra dura es necesario agregarle agua para ir ablandándola. Esto va a depender de lo que necesite quien la trabaje. En este estado es fácil de moldear y cortar y se le puede seguir administrando líquido para obtener distintos resultados. Hay que saber que por más que se la trabaje en cualquiera de los dos estados se la va a tener que hornear para que obtenga dureza y firmeza. Pero para enmarcar la manera de trabajarla hay que saber que son tres los procesos básicos, “la fundición, formado plástico (en estado plástico) y compresión” (Lesko, 2010, p. 198). Ya sea cualquiera de estos tres, se la va a tener que hornear una primera vez para darle la forma final y una segunda vez para asentarla o si se le quiere aplicar color y esmalte, darle un buen acabado superficial.

En cuanto al uso de este material para el prototipado, hay que destacar que si se realiza con prolijidad y las herramientas necesarias el resultado va a ser el de un producto terminado. Porque además cuenta como ventaja que no es caro y se lo consigue en cualquier lado ya que su procedencia es de la tierra, la famosa arcilla sin hornear. Este va a ser uno de los materiales que el autor de este PG eligió para la realización de su set unipersonal de té, el cual se va a explicar con más detalle en el siguiente capítulo.

4.2.5. Vidrios

Finalmente, el último de los materiales es el vidrio el cual Lesko define como “un sólido transparente amorfo (estructura atómica no cristalina) que es duro y frágil, con excelente resistencia al intemperismo y a la mayoría de los reactivos químicos, excepto al ácido hidrofúorhídrico” (2010, p. 199) y agrega que su composición es de sílice, cal y carbonato de sodio y está organizado en tres tipos básicos donde en primer lugar se encuentra el suave seguido por el duro y el muy duro. El primero de ellos se puede ablandar o fundir a temperaturas relativamente bajas, con este se suelen hacer las botellas y también para prismas y lentes ópticos. El segundo se lo funde y ablanda a temperaturas relativamente

altas y este cuenta con propiedades resistentes a temperaturas, y por esta característica se lo puede ver en cafeteras, contenedores para horno y microondas como para la fabricación de termómetros y ventanas de vehículos. Y el último de los tres es similar al anterior solo que sufre sus transformaciones a temperaturas extremadamente altas, dando como resultado su empleo en ventanas de vehículos espaciales ya que soporta el calor de la entrada a la atmósfera terrestre. (Lesko, 2010).

Hay dos maneras de fabricar placas de vidrio, por un lado aquella que eleva por medio de unos rodillos el vidrio fundido el cual se va enfriando siguiendo el recorrido de los mismos hasta dar con el largo deseado por donde se lo corta. Este proceso da un acabado áspero y es por eso que tiene que ser pulido y rectificado. Y el otro método es el de flotado el cual se hace desplazar el material en fundición sobre una pileta de estaño también disuelto mientras se le proporciona calor para finalmente salir por un sector con rodillos donde se termina de enfriar. A diferencia del primer método, éste no requiere de un pulido posterior.

Es un material que permite varias operaciones, se lo puede estirar, moldear, soplar como una botella de plástico, producir en plancha e incluso curvarlo mientras se lo empuja para crear vidrios curvos. Hay que saber que para un prototipo es un producto caro y riesgoso ya que se puede romper y de esta manera fracasar con el proyecto. Es aconsejable, si se puede, utilizar acrílico que simula la transparencia del vidrio y va a resistir mayores esfuerzos físicos, no de temperatura porque se derrite, y es más fácil de conseguir.

4.3. Nuevas tecnologías

Para finalizar este capítulo se tomó el tema de nuevas tecnologías para referirse a los métodos de fabricación que están surgiendo en esta época desde hace un tiempo. Estos son los de la impresión 3D donde cualquier persona puede tener su fábrica en su casa.

Estas máquinas que imprimen diferentes tipos de plásticos de distintos colores, metales como el titanio, resinas, elementos comestibles e incluso órganos son el futuro que por el

momento se encuentra en una escala menor, es decir no industrializada. Pero se espera que con el avance de la tecnología puedan alcanzarse maneras de producir todos los materiales directamente desde el modelado tridimensional de la computadora, dando como resultado un prototipo directo sin pasar por una maqueta de estudio, donde se va a saber a ciencia cierta que el mismo funciona y es operable.

A continuación podrán observar todo el conocimiento adquirido a lo largo de estos cuatro capítulos, aplicado en el rediseño de un producto de hogar, el cual es un set unipersonal de té.

Capítulo 5. Re-diseño de un producto de hogar

En este último capítulo se utilizarán todos los pasos aprendidos del capítulo tres pero aplicados en el producto final de este proyecto de graduación el cual es un set de té unipersonal.

Más allá de mostrar cómo fueron seleccionándose las mejores propuestas que concluyeron en la ganadora y todas las etapas del proceso de diseño aplicadas a este producto, se incluirán en él el uso de todas las herramientas, tales como utilización de morfología, semántica y uso de la ergonomía aprendidas en el primer capítulo. Entonces se puede decir que a continuación se mostrará lo que significa rediseñar, cómo se lo logra, cómo se lo aplica al set de té unipersonal para dar finalmente con un producto de diseño con un equilibrio funcional y estético.

5.1. Evolución de una solución

¿Qué es la evolución de una solución? Con anterioridad se observó que para diseñar un producto era necesaria la búsqueda de un problema o una necesidad, y para rediseñarlo es prácticamente un proceso similar. Se dice que es parecido porque en el caso del set de té unipersonal, el autor lo que busca es darle otra imagen estética al producto existente aplicándole morfologías poliédricas y con ello otorgarle un aspecto moderno, sutil, elegante y estructural para que pueda estar inserto en cualquier entorno de la casa sin perturbar el contexto del ambiente. Esta es la evolución de una solución, es la búsqueda de una necesidad por parte del diseñador por el simple gusto de querer rediseñar un producto existente y realizarle un cambio de paradigma en su forma de apreciarlo. También puede entenderse como la invención de un problema no existente y eso está bien porque en este caso es así. No necesariamente hay que volver a diseñar un producto porque posea fallas funcionales, también se lo puede realizar por gusto estético, y por cómo funciona el mercado en la actualidad sirve para generar mayor oferta y variedad. Si recuerdan lo mencionado por Löbach, autor recurrido en el capítulo tres,

verán que la estética es tan importante como la funcionalidad, pero si un producto no funciona no va a importar que tan bien luzca.

5.1.1. La elección del producto

La elección de este set unipersonal de té, surgió de una inquietud estética sobre los productos actualmente existentes. El autor se refiere a estos como la taza de té alta que cuenta con tres piezas, por un lado el cuerpo contenedor que es donde se va a depositar el agua caliente, por otro lado aquel que funciona de colador para separar las hebras y finalmente, la tapa que va a evitar que el calor se disperse. Pero si se los observa con claridad se puede notar que no son productos que cuenten con morfologías muy diferentes entre sí. En su mayoría son objetos que visualmente denotan una armonía entre sus partes pero siguiendo un carácter más circular o cilíndrico. Es por este motivo que el autor de este PG, además de tomar demasiado té, aplicando la pasión sobre la morfología de los poliedros y observando cómo son las tazas que existen actualmente, crea la necesidad de un cambio en su diseño.

Cabe aclarar que la denominación del producto como set unipersonal de té es debido a que no solo es una taza, sino que comprende varias partes, es decir un conjunto de piezas que tienen que corresponderse entre sí. Existen varios tipos de soluciones al té en hebras ya que el mismo se lo puede ver en forma de tetera con rejilla para dividir la esencia del agua. También los hay en tazas que se les incorpora una especie de jaula perforada donde se va a depositar el contenido y de esta manera no mezclarse con el líquido. Pero el producto que se va a realizar es aquel que incorpora las tres piezas en un mismo producto, tal como se puede ver en las tazas chinas de porcelana que cuentan con estas mismas características.

Otro factor muy importante en la elección de este producto fue la necesidad de lograr que sea uno tan agradable a la vista que no pase por una simple taza de té sino que pueda estar ubicado a la vista como un adorno que genere ganas de ser visto. Y si bien en el primer capítulo se habla de la importancia de la semántica aplicada al diseño, éste va a ser un producto que llame la atención y luego de ser observado va a revelar su identidad junto con su función.

Pero esta elección no es solamente por simplemente querer rediseñar este producto estéticamente. Aplicando lo aprendido en el segundo capítulo se van a tomar varias propiedades de los poliedros para la generación de un nuevo producto que de la imagen de resistente y estructural, que simule ser tanto set de te unipersonal como un mineral extraído directamente de la tierra. En otras palabras parte de su aplicación semántica va a ser la escancia de lo natural, que provenga del suelo o mejor dicho de una piedra.

5.1.2. La investigación

Como primera medida se va a buscar el problema o la necesidad. En este caso se va a generar un problema el cuál se transforma en necesidad. Como el autor de este PG no buscó una falla funcional en los productos existentes sino que observó la morfología de los mismos y sintió que necesitaba generar un cambio estético, decidió utilizar los poliedros como elemento principal de la forma para poder rediseñar un set de te unipersonal con otro carácter y que pudiera ser situado a la vista y no oculto o guardado como la mayoría de los actuales.

Luego de seleccionar el producto con las características a intervenir, mencionadas en el subcapítulo anterior, e inventar un problema por necesidad, se pasó a la investigación del mismo. Esta se realizó de varias maneras, por un lado la búsqueda de los sets existentes por medio de internet mirando así mayor variedad de lo que se puede encontrar en locales del país. También sirvió para darse una idea de los precios que suelen otorgarles y los distintos puntos de ventas actuales. Esta herramienta virtual permitió expandir el

espectro de búsqueda, ya que es importante conocer todo lo que se pueda sobre lo que se quiera diseñar o rediseñar con el fin de facilitar y acotar las opciones. También es interesante ver cómo se diseña en todo el mundo y cómo aplican distintos conceptos para su morfología o su funcionalidad. Ni hablar de los distintos materiales que se utilizan, ya que al haber tantos es de utilidad conocerlos.

Se vieron en el capítulo anterior todos los materiales para fabricar productos y como se los manipula con sus respectivas maquinarias y tecnologías y también cuales son las características con las que cuentan para saber donde utilizarlos de mejor manera. Es por eso que es interesante ver cómo algunos diseñadores desarrollan productos de uno o varios materiales para poder conocer lo que se puede hacer en base a lo que ya existe.

Habiendo tenido resultados de la búsqueda en línea de los productos se pasó a un método más importante para investigar el cual es el trabajo de campo, por así decir. Ir a donde venden los productos para poder tenerlos en la mano y entender de manera tangible cómo son y cómo se sienten. Si bien con la experiencia se puede suponer cómo es un producto o creer que se lo conoce porque se lo tiene modelado tridimensionalmente en una computadora, no hay nada más certero que poseerlo en las manos y de esta manera comprenderlo en todos sus sentidos. Si es cierto que el modelado 3D es de gran ayuda y junto con la experiencia se aproxima más a lo que realmente va a ser, pero tenerlo es conocerlo.

Otro método que se utilizó fue el de la utilización de estos productos donde se pudo comprobar de manera certera la comodidad y funcionalidad de los mismos. No solo por el autor del PG sino por personas que cooperaron para la realización de este proyecto. Lo útil de utilizar el producto que se vaya a intervenir es que van a surgir opiniones del mismo. Estas pueden ser positivas o negativas, y son las negativas las que van a tener mayor importancia a la hora de rediseñar, porque si se encuentra algún factor que perjudique al producto, es la obligación del diseñador resolverlo y proponer una mejora a

esa falla. En el caso de este set unipersonal de se te encontraron tanto del tipo funcional como estéticas, esta última fue generada por necesidad. En cuanto a los problemas operativos del producto se observó que al ser en su mayoría de porcelana o cerámica, tienden a descascararse sus partes de contacto por la mala manipulación de las mismas por parte de los usuarios. Es decir que ya sea que se rompen algunas de sus partes o sus esmaltes se saltan. Y si bien se podría decir que una solución es cambiar el material con que se fabrica este set, hay que tener en cuenta que con el otro con el que se lo hace es el metal que además de ser pesado y más costoso es más propenso a quemar al usuario a la hora de utilizarlo.

Otro problema funcional detectado fue que si bien sus partes estaban vinculadas, no lo hacían bien del todo. Estas tienen juego entre sí, se mueven y se las nota independientes, como si se pudieran caer o separar del conjunto. Y en relación a las partes, se analizó tanto la manija o agarre del cuerpo del set para poder tomar el té como el colador de las hebras y la tapa. Se observa que el sector que más sufre el choque con otras tazas con las que se guarda es la manija, y que también suele ser una pieza que o es muy pequeña o muy grande. De esta manera el autor decidió simplificar el agarre para que no sea algo tan notorio ni tan pequeño como para que haya una mejor vinculación con el uso del producto. Esto tiene que ver con el aspecto estético también, porque solucionándolo se logra quitar el set de su lugar típico donde va a sufrir de impactos no deseados junto a otras tazas y poder ser apreciado de mejor manera. Entonces se solucionan varios problemas a la vez, aquellos generados por el diseñador y aquellos que surgieron luego de la prueba empírica y tangible del producto.

En cuanto al colador de las hebras y la tapa son piezas que, una vez que el té está listo para ser bebido, quedan sin función aparente donde una va a seguir conteniendo las fibras y parte del líquido y la otra no va a servir para tapar el cuerpo que se está utilizando. Se podría decir que si la cantidad de té que se puede contener es grande,

entonces una persona podría tardar en terminarlo y por ende para que no se le enfríe le pondría la tapa. Pero queda una pieza sin otra función útil. Pero entonces son piezas inútiles luego de cumplir su función, esto se observó para luego ser resuelto y darles así otra función más útil, la cual se va a ver más adelante.

Siguiendo con los métodos realizados para la investigación del set, se realizó un análisis observacional sobre los usuarios que utilizan estos productos. Tomando en cuenta género y edad. Se observaron distintas maneras de tomarlo con las manos ya sea con la izquierda, la derecha o ambas, y si estas contaban con manijas o simplemente el contenedor sin nada parecido a un agarre.

Una de las cosas importantes que salieron a la luz observando cómo se operaba con estos productos fue que aquellos sin manija solían quemar más las manos de los usuarios que los otros con agarre. Pero dentro de los que no contaban con un lugar por donde tomarlos variaba en sus espesores con lo cual se lograba que la temperatura que generaba el cuerpo del set sea mayor o menor. Entonces se vieron tres tipos de cuerpos con diferentes maneras de usarlos y en base a esta observación se continuó con la recopilación de datos importantes sobre el set de té.

Entonces, para reordenar la información adquirida hasta el momento, por un lado se obtuvieron datos de las diferentes morfologías, las variadas relaciones entre las partes del producto, la ergonomía aplicada o no al conjunto, los materiales con los que son fabricados, los usuarios que interactúan con el set, el entorno en el que se encuentran insertos y cómo es que se guardan. También se observaron distintos puntos de venta a través de internet y lugares del país tomando en cuenta el precio al que se los vende.

Habiendo terminado con la investigación sobre los productos actuales y existentes, se continuó con la elección de un partido o concepto, la cual va a ser explicada en el siguiente subcapítulo.

5.1.3. La elección de un partido o concepto

El partido o concepto, o también conocido como idea rectora, es aquella palabra o frase que va a titular la identidad del producto que se vaya a diseñar. Es una de las cosas más importantes a tener en cuenta a la hora de sentarse a desarrollar un proyecto de diseño ya que en base a esa frase compuesta de palabras puntuales se va a formar la guía para poder continuar con el proceso. Esta se obtiene luego de la investigación más el gusto propio del diseñador y como se mencionó anteriormente, el autor quiere vincular este set de té con las morfologías de los poliedros, entonces el concepto con el cual se va a diseñar este producto va a estar relacionado con la morfología que se le va a aplicar y el o los beneficios que se le van a otorgar para generar una mejora.

No hay que olvidarse que el diseñador no diseña para sí mismo, lo hace para mejorar la calidad de vida o simplificarla en varios aspectos sin importar el grado de dificultad que estos presenten. “El diseño se trata de la necesidad” (Eames, 2014), “Cuando diseño no considero el aspecto técnico y comercial, si no que en los sueños y los deseos de la gente para quien está enfocado el proyecto u objeto” (Starck, 2014). Estas dos frases conocidas y dichas por estos dos grandes y exitosos diseñadores industriales son la prueba de que el esfuerzo del diseñador está enfocado en el deseo y la necesidad de quienes vayan a consumir el producto.

Y retomando con el concepto en sí, se logró formular luego de un largo proceso de investigación uno el cual trata de un set unipersonal de té producto de la abstracción semántica de los poliedros de la naturaleza el cual mantenga un equilibrio entre su forma, su función y su lugar de entorno vinculando y denotando sus partes. Para poder explicar con mayor claridad esta idea o partido con términos menos complejos, hay que traducirlo a un lenguaje no profesional de la carrera. Entonces de lo que está compuesta la frase anterior es sobre el producto a diseñar contando ciertas características sobre el origen de su forma, mencionando términos vistos en el primer capítulo, junto con referencias sobre una vinculación de sus partes, es decir la tapa, el colador y el cuerpo contenedor, y una

diferenciación de las mismas. Si bien suena confusa la relación entre el vínculo de las partes y la denotación de las mismas, trata de explicar un equilibrio entre esos dos factores. Porque morfológicamente pueden corresponderse sus formas y materialmente diferenciarse para poder reconocer cada segmento por separado. También puede haber una diferenciación por parte de terminaciones de pintura o aplicaciones de vinilo como gráfica. Y finalmente la frase cuenta sobre la ubicación del producto en relación a su entorno.

Todos estos conceptos juntos van a ser la guía del proceso de diseño para llegar al producto final. Lo aconsejable es empezar con un buen concepto y diseñar en base a ello ya que el diseñador puede crear lo que sea que este a su alcance creativo y eso se lo va midiendo con la práctica. Pero hay casos en los que algunos arman una idea rectora y durante el desarrollo del producto se bloquean con una propuesta y al no saber salir de la misma optan por modificar el concepto. Esto no es aconsejable porque significaría volver a empezar desde cero. Lo que sí se puede hacer es una leve modificación en algún aspecto de la frase guía cuando la propuesta se aproxima demasiado a lo que el diseñador esperaba.

Es importante poder generar un concepto fuerte tratando de no dejar sin mencionar los aspectos primordiales del producto para luego tener un mayor respaldo a la hora de presentarlo, ya que la lámina en la que va a ir mostrado va a tener que contar esta frase y se va a tener que ver reflejada en el diseño final. Esto sirve para demostrar al cliente que el producto es el resultado de un ordenado y prolijo desarrollo con lo que va a elevar la apreciación de, en este caso, el set unipersonal de té.

Entonces luego de la elección del producto, la invención de la necesidad o búsqueda de problema, la investigación completa sobre todo su universo y la formulación del concepto o idea rectora, se va a proseguir con la parte práctica de las etapas donde se desarrollarán los pasos faltantes para llegar a la selección de una propuesta ganadora.

5.2. Etapa de propuestas

En este subcapítulo se puede decir que se da comienzo a la parte práctica de todo el desarrollo del producto. Es en esta instancia donde se ven reflejados los resultados de la investigación en donde el diseñador se nutrió de información apta y completa que le va a servir y a facilitar continuar con todas las etapas a por venir.

Como se mencionó en el capítulo número tres, había un concepto denominado *Brainstorming* y si bien en el caso de este PG es un proceso de desarrollo de una sola persona, se toma parte de ese concepto de la misma manera que si se hubiese hecho en grupo. De más está decir que mientras más cabezas estén dedicándose a un proyecto, más opciones, preguntas y respuestas se van a obtener, pero al ser un trabajo específicamente unipersonal y una elección de producto a gusto se van a mostrar las variantes de la tormenta de ideas generada por el autor en donde varias de ellas van a converger en una propuesta final.

A lo largo de este subcapítulo se va a detallar la utilización en conjunto de las tres herramientas mencionadas en el capítulo uno culminando en el cierre selectivo de propuestas y para ello se va a comenzar con la aplicación de semántica.

5.2.1. La aplicación de semántica

Como se menciona en el primer capítulo la aplicación de semántica en el diseño de productos es un factor fundamental para darle carácter estético al mismo y en el caso del set de té unipersonal se va a tomar principalmente la morfología de los poliedros.

Se toman los poliedros de manera que asemejen al producto con un elemento extraído de la naturaleza, más específicamente de la tierra la cual tiene un carácter de fortaleza y firmeza junto con un vínculo directo con el té ya que las hebras provienen del mundo natural. El aspecto de robusto va a ser aplicado de manera sutil ya que el té se relaciona con características suaves, orgánicas y fluidas y es en este punto donde el diseñador va

a utilizar lo rígido de la piedra y lo frágil del té de manera equilibrada para lograr comunicar ambos aspectos desde el producto.

Tomando las imágenes seleccionadas sobre los poliedros en la naturaleza, como la cueva en Escocia y la sal vista al microscopio se sustraen sus formas características para luego aplicarlas al diseño del producto. En el capítulo número dos se habla también de los poliedros generados por el hombre de manera geométrica y con la utilización de fórmulas, y cuando se ven los resultados de los mismos se observa que parecen cuerpos perfectos y sin errores con ángulos totalmente rectos carentes de fallas, pero lo que el autor de este proyecto quiere plasmar en su set de té unipersonal no es la perfección geométrica correspondiente a estos últimos, sino que quiere utilizar el aspecto natural de los mismos en su entorno de naturaleza. El objetivo es vincular ambos dos para generar una morfología que denote un buen equilibrio entre lo geométrico y lo natural.

Además de utilizar las propiedades de los poliedros naturales y los geométricos, es importante no olvidar la semántica propia de los productos existentes. Es decir que el set tiene que comunicar que es un contenedor del cual se va a beber, porque si esto se olvida entonces los usuarios no van a saber cómo operar con él a primera vista y va a surgir la pregunta ¿qué es eso? Pero esta a veces no está mal, todo depende de cómo el diseñador encare el producto ya que hay veces que es gracias a esa incógnita se genera intriga y ganas de conocer lo que se haya diseñado. Sirve para generar curiosidad y atraer la atención de los futuros usuarios. Pero en el caso de este proyecto en particular se aplica la semántica de las tazas de manera no tan obvia para que exista un tinte de duda sobre la identidad del set de té.

5.2.2. La morfología del producto

Habiendo explicado cómo va a ser la utilización de la morfología de los poliedros para la aplicación semántica en el producto, es hora de hablar de la forma en sí del mismo. La

generación de este set en su totalidad surge de un mismo volumen homogéneo, es decir que tanto la tapa como el colador y el contenedor son particiones de un mismo volumen dando como resultado tres piezas que se corresponden morfológicamente. Esta pieza única generada por directrices y generatrices de polígonos y líneas cerradas va a constituir la totalidad del producto.

La apariencia que tiene el set es la de un mineral extraído del suelo y tiene como carácter la firmeza de la tierra. Y si bien las piedras son cuerpos con aristas y vértices filosos el producto no lo va a ser por la simple razón de no lastimar al usuario cuando lo tenga que manipular. Si se miran los productos relacionados se puede ver que no hay bordes filosos en los que el consumidor pueda lastimarse, tampoco cuentan con formas incómodas para apoyar la boca y/o agarrar el producto aunque algunas manijas de tazas suelen tener problemas de tamaño. Y con respecto a estos temas se suavizaron los bordes y cantos para evitar daños. Pero estos no fueron rebajados de manera abrupta para no perder la característica principal de los poliedros la cual es tener ángulos y lados marcados, entonces se sigue apreciando lo facetado de una piedra y lo suave de un producto que no lastime al ser usado.

La idea de que todo el producto surja de un mismo volumen también sirve para no tener que utilizar un agarre que parezca agregado, sino que se vea que surge del mismo cuerpo. Este es un aspecto diferencial con las tazas que se encuentran en el mercado y cumplen con las características de este set. Aunque hay varias que no cuentan con un agarre específico y solo poseen un espesor mayor en su cuerpo para que la temperatura no llegue a quemar las manos de los usuarios y de esta manera poder tomarlo directamente desde la taza.

Otro dato de importancia sobre la morfología de este producto es que si bien cuenta con caras facetadas en distintas direcciones, no van a estar dispuestas de manera que dificulten la limpieza interior del contenedor, ya que ahí si habría un problema funcional en el mismo. Esto se logra estudiando el volumen interior de las tazas actuales con

relación al tamaño promedio de las manos que van a introducirse para poder lavar el producto.

5.2.3. La aplicación de ergonomía

Tomando las observaciones de las dos herramientas anteriores falta sumar el concepto de la ergonomía aplicada a este set. Con esta última se va a poder continuar con la parte de generación de propuestas y convergencia de las mismas ya que se necesita que estos tres conceptos estén bien resueltos para que más adelante no surjan problemas y haya que volver atrás a solucionarlos y por ende perder tiempo.

Como se explicó en el primer capítulo la ergonomía estudiaba la relación del hombre con el producto o entorno laboral. En este caso se toman dos partes del cuerpo para poder diseñar el set. Como todos saben se utilizan tanto las manos como la boca para poder interactuar con una taza, entonces hay que enfocarse en todas las acciones que se realizan con ambas partes. Por un lado las manos sirven tanto para agarrar la taza y posarla sobre la superficie deseada esto significa que va a tener que contar con un área sectorizada para realizar esta acción. También hay que tener en cuenta que se quita la tapa y el colador y aunque sean piezas pequeñas en comparación con el conjunto tienen que contar con superficies aptas para los dedos, además les aporta mayor presencia individual. Por otro lado y no menos importante se encuentra el cuerpo o sea la taza en sí y es la pieza que tiene más trabajo y necesidad de aplicación de ergonomía ya que se la agarra, se la inclina y al mismo tiempo se bebe de ella. Entonces hay que contemplar las posiciones de las manos, o elegir la convencional o innovar, en este caso es una mezcla de las dos ya que se va a tomar desde el cuerpo pero este va a contar con diferenciaciones en su morfología en ese sector. Siguiendo con las manos, se observa también la inclinación necesaria para girar la taza y entra en contacto con la otra parte del cuerpo el cual es la boca, donde se contempla la superficie de apoyo con los labios y el

diámetro del orificio de la tasa para que no incomode al usuario. Y, finalmente, otro aspecto ergonómico a considerar es el del guardado porque aunque parezca algo indirecto, la mano entra en contacto con el producto también en ese momento y si el usuario decide ubicarlo en un lugar rodeado de otros elementos, va a tener que poseer la cualidad de ser tomado de entre los demás sin proporcionar dificultad alguna al momento de la operación.

Habiendo utilizado las tres herramientas troncales para la generación de un producto, es momento de pasar al bocetado de diversas propuestas que se van a ir mejorando entre sí para luego converger en la más aproximada a la solución o la búsqueda de necesidad que surgió en el comienzo.

5.2.4. Convergencia de propuestas

Luego de pensar varias ideas y plasmarlas al papel en forma de bocetos variados, se fueron superponiendo para resaltar las mejores cualidades de cada uno y ver como fusionarlas en otros dibujos mejorados. Se continuó con este proceso varias veces dando como resultado mejoras tras mejoras y llevando esta idea que solo estaba en la cabeza del autor a una entidad en dos dimensiones que empezaba a tomar forma de producto. Se realizaron varios bocetos partiendo de un bloque como se mencionó anteriormente, donde se lo segmentaba en tres partes, generando de esta manera la tapa, el colador y el cuerpo. También se las ilustró individualmente y en mayor tamaño para poder ver en detalle cada una de estas piezas. Utilizando diversas técnicas adquiridas a lo largo de la práctica y la carrera, se lograron bocetos al estilo render donde se los podía apreciar como algo más cercano a un producto. Todo gracias a los métodos de sombreado, metalizado, brillos, luces, proyecciones y perspectivas, lápices, marcadores, pinceles, zooms en sectores necesarios para resaltar un sector y muchas más herramientas de visualización que se aprenden con la práctica y perdiendo el miedo al papel.

Luego se vincularon las tres partes y se observó que no todas se correspondían, pero como contaban con cualidades interesantes en lo individual se buscó como plasmarlas en otra propuesta para que queden unificadas en un mismo producto.

Esta fue una etapa larga de bocetos donde surgieron diversas ideas y formas que al pasar por varias pulidas se acercaron a soluciones más detalladas entrando así en la fase de divergencia donde finalmente se seleccionó una que satisfacía al autor de este PG y lo llevó a denominarla como la propuesta ganadora.

5.3. Propuesta ganadora

Esta es la propuesta que alcanzó las expectativas del diseñador, la que cumplió con los requisitos necesarios para solventar los problemas generados por el mismo y la que proporcionó equilibrio entre sus partes al igual que todos los aspectos del concepto o partido con el que se comenzó este proyecto.

En este subcapítulo se va a hablar sobre la elección de los materiales con los que va a contar este set de té y el porqué de las elecciones, también van a haber reajustes de la propuesta junto con el traslado del papel al modelado tridimensional en la computadora, para finalmente llegar al paso anterior a la realización del producto el cual es la generación de los planos que van a permitir que esta idea se convierta en realidad y salga del mundo de dos dimensiones a uno tangible y utilizable.

5.3.1. La elección de los materiales

Quizá el lector piense que este paso debería estar situado más al comienzo del desarrollo de este proyecto, pero no es algo obligatorio. En este caso, el autor, optó por dejar la elección de materiales casi al final para que en la etapa de divergencia de propuestas no hubiera una barrera a la hora de bocetar ideas. Ya que hay veces que si se determina de qué material tiene que ser lo que se vaya a diseñar, puede evitar que surjan propuestas excelentes que con un ajuste de tuerca se las pueda realizar con dicho material. Distinto

es si un cliente exige que el material con el que se vaya a fabricar tal producto sea uno en específico, pero como no fue el caso el diseñador de este set de té decidió dejar la elección para más adelante.

Según los datos recopilados en la investigación previa, la gran mayoría de las tasas o sets de té están fabricados en cerámica, material que se vio en el capítulo anterior, y la elección del mismo es debido a las propiedades con las que cuenta. Hay algunos casos en los que se puede ver que estos productos se encuentran desarrollados en fundición metal, pero son una minoría y para el gusto de este autor, un gasto y un peso excesivo para algo como un set de té. Es debido a estas observaciones que se eligió la cerámica para el cuerpo y la tapa, pero como método diferenciador de producto y de piezas se tomó el acero inoxidable para el colador de las hebras. Este cambio de material proporciona varios aportes al producto. Por un lado, en cuanto a la funcionalidad del mismo, le proporciona mayor durabilidad a esa pieza que se encuentra en constante roce entre la tapa y el cuerpo, junto con mayor resistencia al lavado. Por otro lado, desde el aspecto estético es un elemento diferencial con otros que se encuentran en el mercado y además le aporta una franja sutil en un material elegante que va a segmentar el producto en tres partes denotando la función de cada una. Dentro de lo visual del producto se va a observar que no cuenta con impresiones ni gráfica aplicada en la superficie de ninguna de sus partes. Con lo que sí cuenta es con gráfica e indicaciones en bajo relieve sobre cada material para mantenerlo dentro de la sutilidad. Con el nombre del producto grabado en el borde de acero de colador y las indicaciones en la cerámica del cuerpo y la tapa se logró un set de té formal y elegante que es visto como un elemento llamativo en la cocina y que puede ser ubicado al alcance de la vista y no guardado junto a otras tasas.

Otro factor además del estético y el funcional en cuanto a la elección de los materiales es el de la identidad. Mencionado anteriormente como diferenciador de otros productos existentes, es fundamental a la hora de identificarlo. Es un producto con carácter

llamativo y distintivo, que lo separa notablemente de los demás. Estos fueron los motivos por los que el autor eligió utilizar el acero inoxidable y de la cerámica para el desarrollo de este producto. Se lo hizo tanto para lo funcional como para lo estético manteniendo un equilibrio entre ambos.

5.3.2. Reajustes de propuesta

Fueron necesarios pequeños reajustes de la propuesta debido a la elección de los materiales. Pero ya que se llegó a una ganadora luego de un ordenado camino a través de todas las etapas y fases de este set de té unipersonal, los ajustes que se realizaron fueron apenas notorios o significantes. Y esto es gracias a que se respetó el concepto con el que se comenzó a bocetar. Como se menciona en el capítulo tres, si uno es ordenado con las etapas, va a obtener como resultado un producto casi terminado que no requiera de ajustes fundamentales. Así sucedió con este proyecto donde los pequeños ajustes fueron de vinculación superficial entre el metal y la cerámica para evitar movimientos no deseados y lograr encastrés perfectos entre las partes. Y la manera en la que se empezaron a probar estos desplazamientos y uniones fue por medio de maquetas de estudio, herramienta explicada en el capítulo anterior, las cuales permitieron ver diferentes opciones para solventar posibles problemas.

5.3.3. Del papel al modelado

Una vez que se logró dar con la propuesta luego del reajuste y de la percepción tangible en maqueta se pasó al modelado tridimensional en la computadora, donde el autor utilizando un *software* conocido como *Rhinoceros 5* generó el set de té unipersonal con todas sus partes.

La manera con la que se lo modeló tridimensionalmente, es igual a como se explicó en el primer capítulo. Utilizando directrices y generatrices se fue generando el volumen total al que después, utilizando otra herramienta conocida como la sustracción, se lo segmentó

en tres partes obteniendo como resultado formas provenientes de la misma morfología. Luego se les otorgó espesor a la pieza que va a ser la tapa y al cuerpo, junto con un radio a todas las aristas filosas como se mencionó anteriormente. Al segmento que se va a convertir en el colador se le agregó el interior perforado siguiendo el concepto de morfología de los poliedros y también se le suavizaron sus bordes. Luego se vincularon las partes para ver como se iba pareciendo al dibujo y a un producto real. Se las ajustó con las medidas adquiridas por los datos de la investigación y aplicados en la maqueta y se les realizaron los bajos relieves en cada una para la gráfica y las indicaciones junto con el nombre del producto.

Luego de tener modelado el set, se lo importó en un programa llamado *Keyshot 5* el cual permite arrastrar materiales a cada superficie del archivo. Esto sirve para convertir el modelado en un render de mayor calidad de uno a mano porque otorga las propiedades de los materiales reales y permite manejar las luces y las sombras a gusto para dar con un resultado excelente. En esta instancia se obtuvieron los renders mostrando todos los aspectos mencionados en el partido o concepto y se visualizó un producto casi tangible. Pero lo que lo aproximó más a uno real fue el desarrollo de los planos de fabricación.

5.3.4. Los planos de fabricación

Los planos de fabricación o de norma IRAM son aquellos que utilizan los diseñadores industriales. Son láminas de tamaños variados específicos que contienen las vistas de cada pieza con las medidas necesarias para la construcción de cada una. En el caso de este producto se realizaron cuatro planos, dando así uno para la tapa, uno para el colador, otro para el cuerpo y uno en conjunto el cual cuenta con un corte a lo alto del conjunto para mostrar la vinculación de sus partes. Estos planos son los que hacen posible que el diseño sea producto ya que los proveedores que lo van a fabricar necesitan de ellos para realizar cada pieza. Y este es el último paso que se realizó en este set unipersonal de té.

Luego de un largo camino desde la explicación de los conceptos y herramientas utilizados para el desarrollo del diseño de este producto, se puede apreciar el resultado del mismo donde se ven reflejados todos estos aspectos adquiridos con el estudio y la práctica de la carrera.

5.3.5. Te-dro

Es momento de unificar las características de este producto rediseñado para poder generar una imagen mental sobre cómo quedó luego de realizar todos los pasos mencionados a lo largo de este capítulo.

El set es un producto visualmente llamativo que cuenta con un aspecto de poliedro sustraído del suelo y trabajado para que cumpla con la función de una taza de té con un colador para las hebras y una tapa para evitar la pérdida de la temperatura. Éste posee una relación morfológica entre sus partes, y a su vez una distinción en ellas para poder identificarlas como entidades únicas, denotando así su propia función. Un volumen negro de cerámica facetada cortado en su parte superior por una franja de acero inoxidable, es la descripción visual de este producto. Las distintas caras situadas en diferentes planos le van a otorgar la capacidad de reflejar la luz y tomar distintas tonalidades para poder ser resaltado en cualquier ambiente. Otra característica sobre su color negro es que es semi-mate para que se lo note sutilmente y siga llamando la atención del usuario. Y junto con el acero inoxidable de color metalizado éste va a conformar un volumen total de tonalidades adecuadas para cualquier entorno en el que sea ubicado.

Morfológicamente hablando respeta todos los aspectos ergonómicos para poder ser manipulado con la mayor comodidad posible sin que sea una taza convencional. También representa fielmente lo que es un poliedro gracias a su aplicación de semántica.

Estas características son las principales para poder visualizar como es el producto final (Ver Fig. 10).

Conclusiones

Luego de una enorme búsqueda informativa a través de la bibliografía sobre los temas planteados y desarrollados a lo largo de este proyecto de graduación, y junto con un análisis profundo y concreto de los mismos, el autor finalmente logra cumplir con todos los objetivos originalmente planteados con el fin de concluir con este trabajo.

En primera instancia tras haber culminado con este PG, se logra comprender cuál es la funcionalidad de un diseñador industrial. Desde el comienzo y el origen de una idea por más simple que sea, pasando por el desarrollo de la misma y finalizando con la realización de un buen diseño de producto. Esto es logrado una vez entendida la metodología con la cual se trabaja en un proyecto, y es lo que se explica en todo este texto junto con un gran paquete de herramientas que le permiten al diseñador pulir sus habilidades y alcanzar con mayor facilidad sus objetivos.

Además de ser útil para instruir a las personas familiarizadas o ajenas al área de diseño, este proyecto incluye información complementaria sobre cómo empezar a ser parte de este entorno creativo, ampliando así la visión para observar con mayor detenimiento lo que rodea a cada persona. Poder captar y percibir todo lo que se encuentra en el mundo natural y plasmarlo en un diseño es otra de las tantas características que forman parte de este proyecto.

Diseñar es crear, pero este es un término muy amplio y complejo ya que un artista también crea con sus pinturas y esculturas, un arquitecto lo hace de la misma manera construyendo casas y edificios, al igual que un diseñador gráfico al realizar gráficas de distintos tamaños y para distintas aplicaciones, pero cuando se lo inserta en el ámbito industrial lo que se obtiene como resultado es un producto. Y como el diseñador busca mejorar la calidad de vida de los usuarios haciéndola más fácil o más cómoda en distintos aspectos, se entiende que la función de este es la de solucionar problemas o suplir necesidades ya sea desde lo funcional o estético como menciona Bernd Löbach. (1981).

Pero el diseño industrial puede estar dirigido a diversas áreas siempre y cuando se rija bajo la normativa de mejorar e innovar. Y dentro de estas áreas están las escalas, que se observó que pueden ser desde lo más pequeño, como diseñar un sacapuntas o un llavero, hasta lo más grande como lo es un área de trabajo, un vehículo de transporte personal o público. Esto demuestra que el camino que se recorre para ser un diseñador industrial sirve para infinidad de posibilidades. Se va a poder llegar tan lejos como la imaginación lo permita. Y la buena noticia es que el límite creativo no es en todos igual ya que este puede ser entrenado para superarse a sí mismo y lograr alcanzar nuevos horizontes. La práctica hace al maestro, esta es una frase conocida por muchos aunque se desconozca su procedencia, y es una verdad universal ya que fue comprobado que mientras más se repiten las actividades, mayor es el conocimiento adquirido y el acercamiento a la perfección.

La idea de diseñar un set de té unipersonal surgió como ejemplo para demostrar lo que se puede lograr aplicando el conocimiento adquirido y explicado en el texto. Es la representación tangible de un producto que conlleva el resultado de la aplicación de las herramientas utilizadas con el pensamiento ordenado de un diseñador industrial. Este refleja con claridad el concepto de la ergonomía, la morfología y la semántica utilizadas en conjunto, además de la interacción con los materiales existentes para que luego de estudiarlos e investigarlos se pueda saber a ciencia cierta cuáles son sus aplicaciones y por ellos elegir a ciencia cierta cuál o cuáles van a ser los utilizados. Realizar cada proyecto siguiendo estos pasos demuestra que cualquier persona interesada en explotar su creatividad y desafiar sus límites de creación puede lograr culminar con cualquier producto sin importar cual sea. Puede ser un vaso, una herramienta, un mueble, un auto e incluso un espacio habitable. Es por esto que el Te-dro funciona como ejemplo, ya que pudo haber sido otro objeto el que se diseñe.

Es importante observar para diseñar y mejor dicho es fundamental hacerlo. De la observación surgen las ideas, el ver para comprender, procesar y luego utilizar son las cualidades necesarias para notar los problemas o necesidades. Si las personas comienzan a prestarle atención a lo cotidiano, van a observar que hay cosas que les gustaría que fueran de otra manera. A muchas personas se les dio vuelta el cepillo de dientes cuando le pusieron pasta y ésta manchó la bacha, o tomar algo con las manos que estaba caliente y quemarse. Estas observaciones por utilización son la fuente principal del desarrollo de las ideas, y todos las tienen aunque no les presten atención. El diseñador cuando observa aprende, descubre los problemas y vuelve a mirar para visualizar la solución y es ahí donde se enciende la lamparita de la creatividad.

Otra de las cualidades que se adquieren siendo un diseñador industrial es la de comprender los materiales, entendiéndolos de donde surgen, es decir su origen, cómo se los utiliza, para qué sirven y cómo se los aplica siguiendo con el diseño específico tanto estético como funcional. Todos los materiales surgen de la naturaleza, así como lo hacen los poliedros vistos en el capítulo número dos. Y la ventaja de que pertenezcan a ese entorno es que si se observa se puede aprender mucho sobre cada uno. Ya sea la madera, el vidrio que fue arena, el metal como mineral, la cerámica como tierra misma y el plástico proveniente en su mayoría del petróleo cuentan una historia la cual relata los distintos tipos de empleo que cada uno tiene. Al ver y analizar esta información se logra comprender con mayor claridad cómo emplear cada uno de ellos.

Pero por más que el diseñador sea capaz de diseñar cualquier cosa que se proponga, hay que saber que para que esto se lleve a cabo con éxito se necesita de las opiniones ajenas sobre lo que se está trabajando. Es conveniente mostrarle a una gran variedad de personas, futuros usuarios del producto a fabricar, cómo va quedando lo que se diseña. Esto es de mucha utilidad ya que la observación de otros totalmente desentendidos con el proyecto puede remarcar cuestiones que pasaron por alto debido a las elevadas horas de trabajo por parte del diseñador en el trabajo. Hay un consejo muy importante que se

suele dar durante la carrera el cual es no casarse con el diseño. Esto refiere a que a medida que se va trabajando sobre el proyecto, el diseñador al poner todo de sí mismo, le toma cariño y afecto a los pequeños resultados, y hay veces que de tanto avanzar sobre un punto en específico del producto, se cree que esa última mejora es la definitiva. Puede que así lo sea como no. Por eso es fundamental la consulta y muestra a otras personas. Y se relaciona totalmente con el *Brainstorming* hablado en el tercer capítulo, en donde se alcanza el mejor resultado cuando hay varias cabezas pensando e ideando sobre lo mismo. Pero ¿qué pasa cuando el diseñador trabaja solo? Es ahí donde se trata con terceros para que observen cómo se va desarrollando el producto, ya que a fin de cuentas es muy probable que varios de ellos sean futuros potenciales compradores del objeto a diseñar y fabricar.

En el caso particular del Te-dro, fue un desarrollo individual del autor de este PG. Pero él nunca dudó en ir mostrando los resultados a las personas sin decirles nada sobre el producto, y el diseño final es la prueba de que no se enfocó en sus propias decisiones e ideas sin tener en cuenta la opinión ajena, sino que las escuchó, analizó y aplicó con criterio de diseñador industrial para dar con un set de té unipersonal que cumple con todos los pasos y etapas enlistados y explicados en todo el proyecto de graduación.

Imágenes seleccionadas

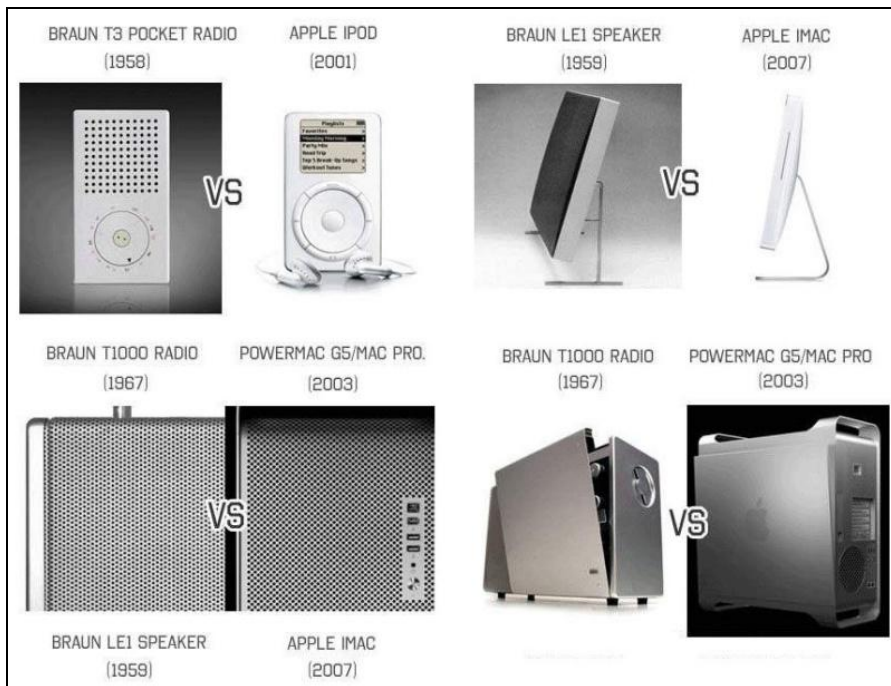


Figura 1: Apple y Braun. Fuente: iDigitalTimes. (2014). Disponible en: <http://www.idigitaltimes.com/articles/11098/20120904/apple-patent-lawsuit-fallout-braun-graphics-go.htm>

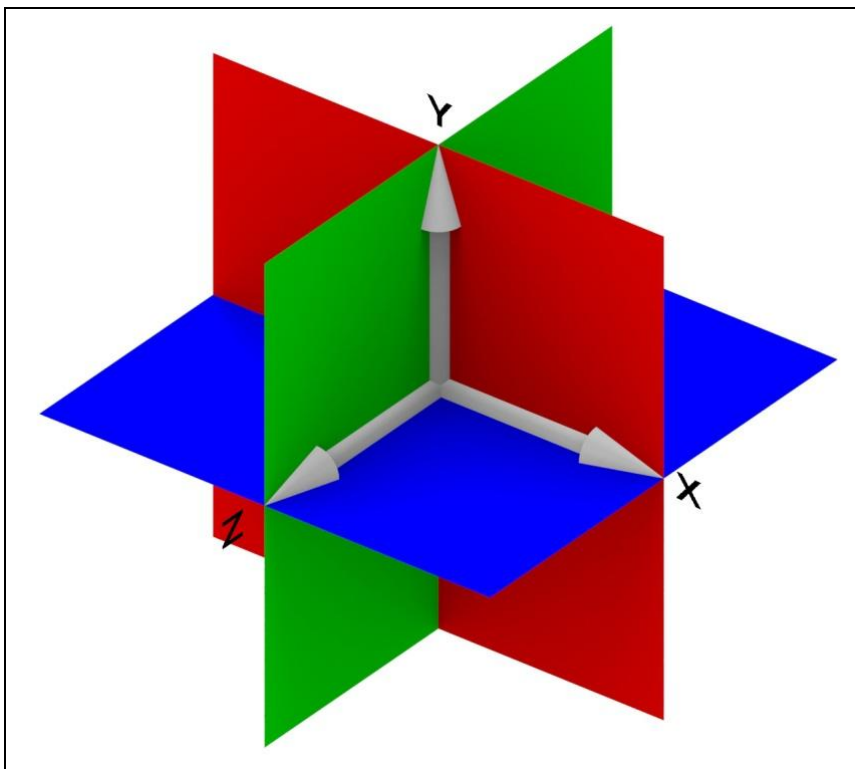


Figura 2: Tres planos. Fuente: elaboración propia. (2014).

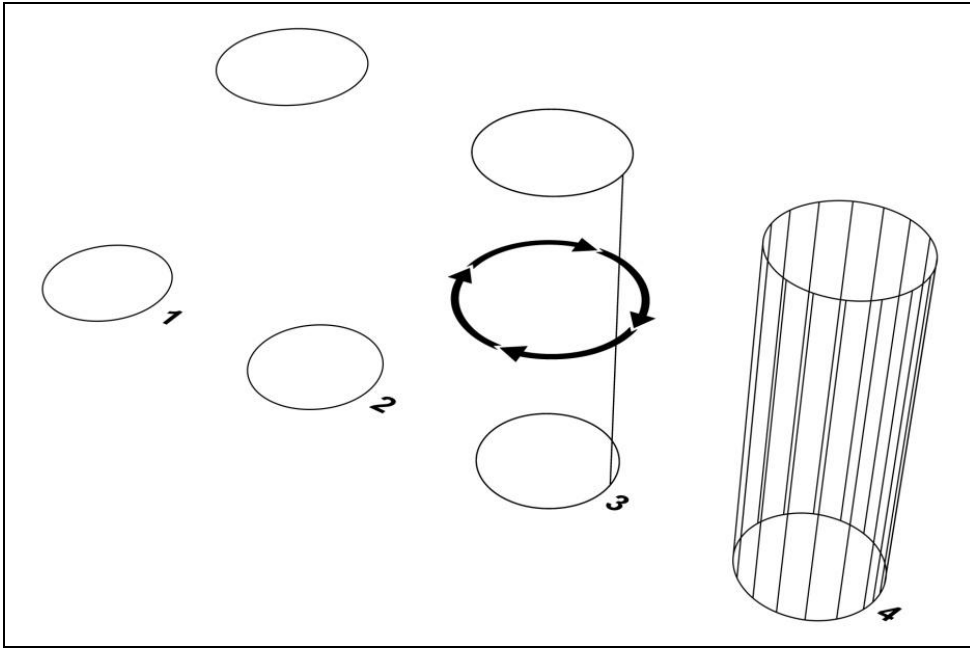


Figura 3: Composición del cilindro. Fuente: elaboración propia. (2014).

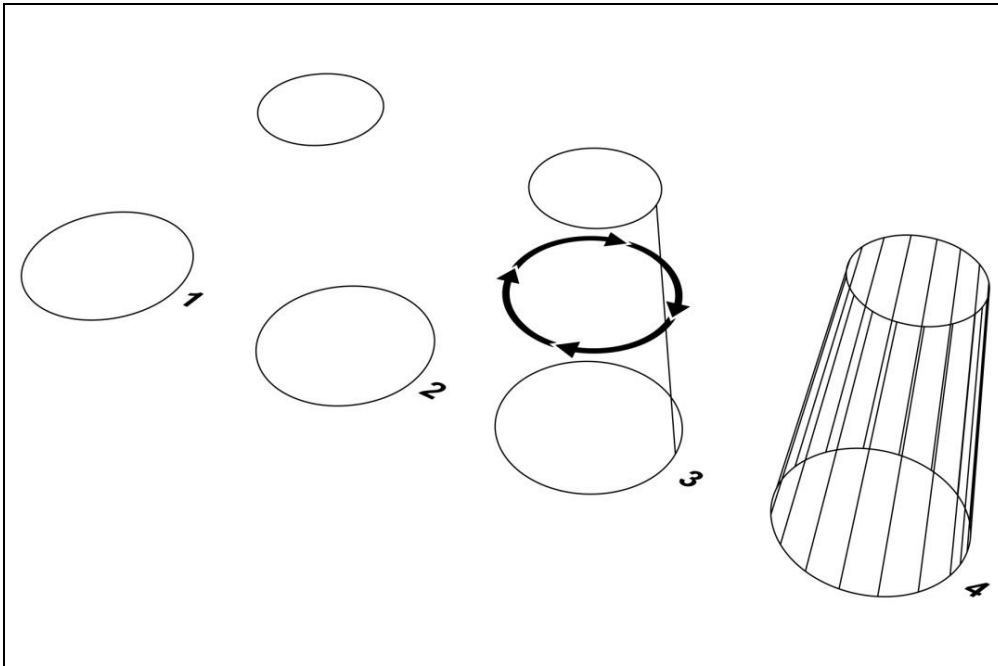


Figura 4: Composición del cono truncado. Fuente: elaboración propia. (2014).

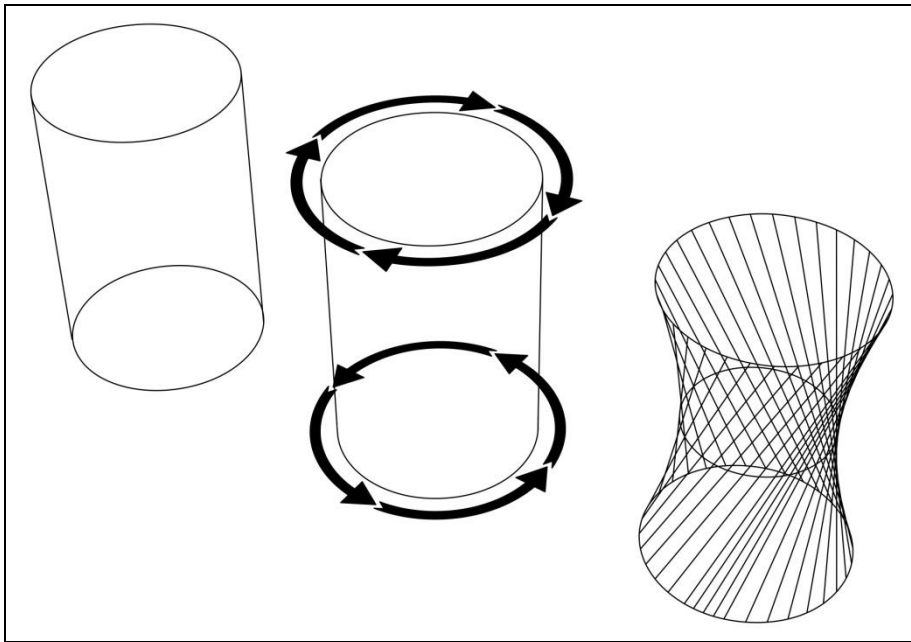


Figura 5: Composición del hiperboloide de revolución. Fuente: elaboración propia. (2014).

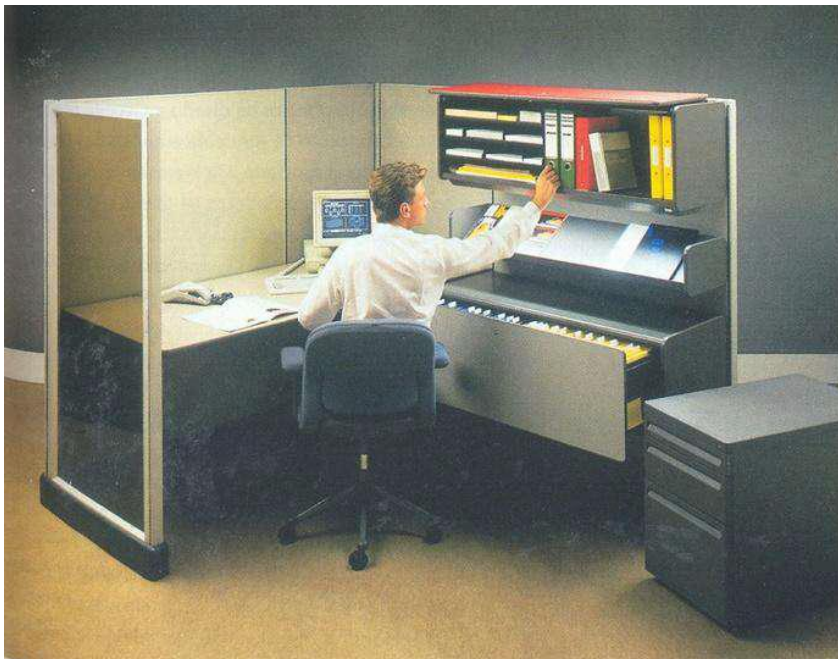


Figura 6: Action Office II. Fuente: De la Carcova, A. (2012). Historia del Diseño II. Buenos Aires: Universidad de Palermo.



Figura 7: Sal al microscopio. Fuente: SOLEMONE. (2012). Disponible en: <http://solemone.de/photography/pictures-made-with-usb-microscope/>

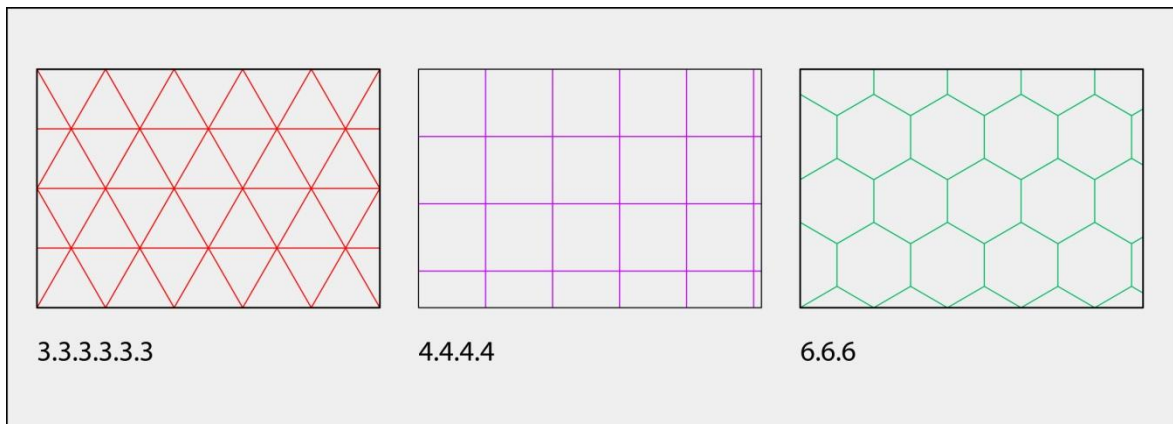


Figura 8: Teselaciones regulares. Fuente: Elaboración propia. (2014).



Figura 9. Cueva de *Fingal* en Staffa, Escocia. Fuente: *E-MORFES*. (2014). Disponible en: <http://emorfes.com/2014/09/20/fingal-cave/fingal-cave-photo-3/>

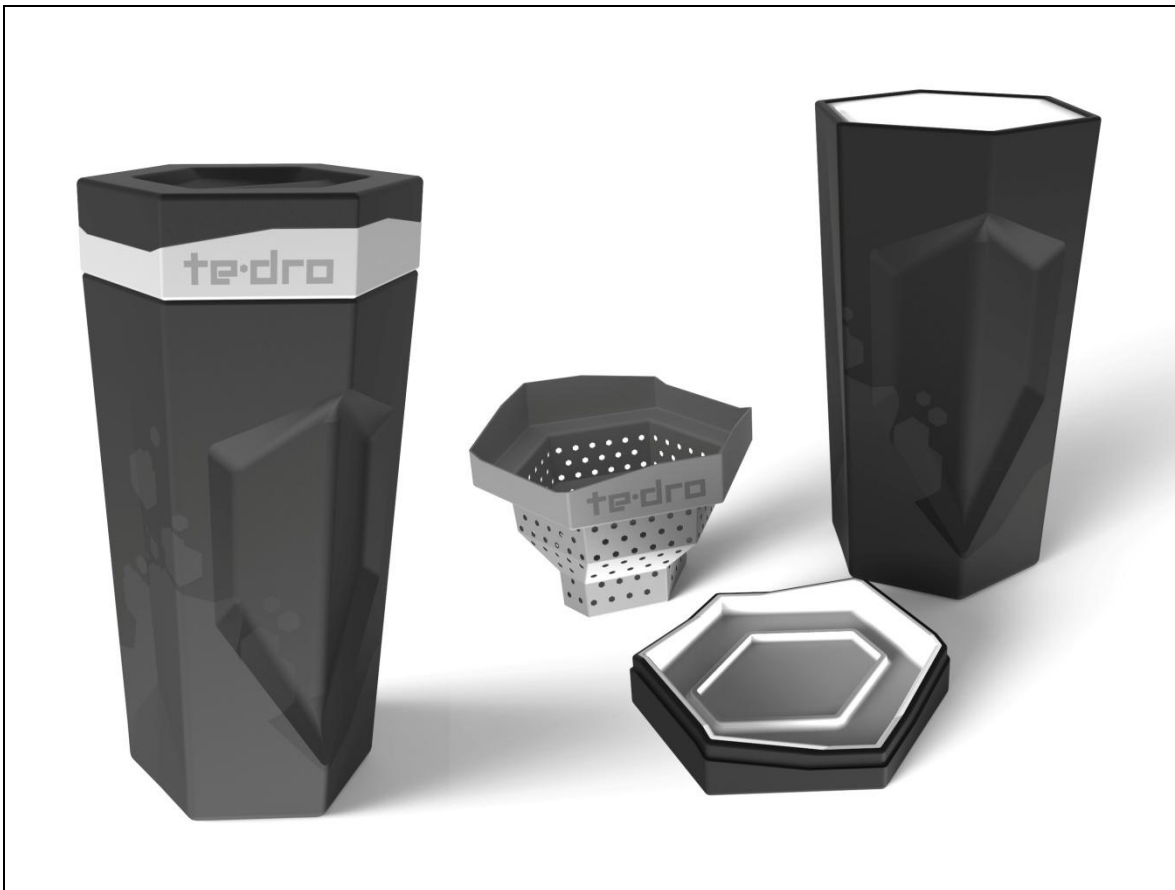


Figura 10: Te·dro. Fuente: Elaboración propia. (2014).

Lista de Referencia Bibliográfica

- Apple (2014) Productos. Recuperado el 31/05/2014 de <http://store.apple.com/us>
- Arranz, J. (2010). *Poliedros Regulares. Proyecto Estalmat Castilla y León*. Tercer Seminario sobre actividades para estimular el talento precoz en Matemáticas VII Reunión nacional de Estalmat.
- Bonsiepe, G. (1993). *Del objeto a la interfase, Mutaciones del Diseño*. Buenos Aires: Infinito.
- Bürdek, E. (1994). *Diseño, historia, teoría y práctica del diseño industrial*. Barcelona: Gustavo Gilí, SA.
- CROEM (2014). Recuperado el 01/11/2014 de <http://www.croem.es/prevergo/formativo/1.pdf>.
- Ditutor (2010). Recuperado el 31/05/2014 de <http://www.ditutor.com/>
- Heidegger, M. (1984). *Sein und Zeit*. Munich: Harper Collins.
- Hudson, J. (2008). *Process: 50 Product Designs from Concept to Manufacture*. Londres: Laurence King Publishing.
- Lefteri, C. (2012). *Making It: Manufacturing Techniques for Product Design*. Londres: Laurence King Publishing.
- Lesko, J. (2010). *Diseño Industrial, guía de materiales y procesos de manufactura*. México: LIMUSA, S.A. de C.V.
- Löbach, B. (1981). *Diseño industrial, Bases para la configuración de los productos industriales*. Barcelona: Gustavo Gilí, S. A.
- Martínez, A. (2014). *Geometría Sagrada – Sólidos Platónicos por Alicia Jover Martínez*. Recuperado el 20/09/2014 de http://hermandadblanca.org/geometria-sagrada-solidos-platonicos-por-alicia-jover-martinez/#.VCW35_15Pyp
- Maldonado, Tomás (1972) La esperanza proyectual. Ambiente y sociedad. 1º ed., Buenos Aires: Nueva Visión, i ; traducción del italiano, La speranza progettuale. Ambiente e società, (1970).
- National Aeronautics and Space Administration. (1978). *Anthropometry for Designers, vol. 1. Anthropometry Source Book*, N.A.S.A. Reference Pub. 1024, Scientific and Technical/Information Office.
- Olofsson, E. y Sjöln, K. (2006). *Design Sketching*. Suecia: Ljungbergs Tryckeri AB.
- Paneo, J y Zelnik, M. (1991). *Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores, Estándares antropométricos*. México: Gustavo Gili S.A.
- Pavel, N. (2005). *THE INDUSTRIAL DESIGNER'S GUIDE TO SKETCHING, Strategic use of sketching in the design process*. Akershus: PDC Tangen S.A.

- Plastitec (2014). Recuperado el 18/09/2014 de <http://www.plastitec.com.mx/Page/productos.html>.
- Quesada, C. (2006). *Los sólidos platónicos, historia propiedades y arte*. Recuperado el 20/08/2014 de https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/barcelo/historia/Los%20solidos%20platonicos.pdf
- Rams, D. (2009). *Objectified*. Recuperado el 28/09/2014 de <http://imaginariastudio.com/board-10-principios-buen-diseno-dieter-rams.html>
- Rosen, S. (1970). *El mago de la cúpula: R. Buckminster Fuller, diseñador futurista*. Boston: Little, Brown and Company.
- Rupestreweb (2004). Arte rupestre. Recuperado el 01/11/2014 de <http://www.rupestreweb.info/introduccion.html>.
- Sevilla, D. (2011). *Teselaciones*. Recuperado el 18/09/2014 de <http://www.disfrutalasmaticas.com/geometria/teselaciones.html>
- Som Arquitectura (2014). *Madera natural & Madera artificial*. Recuperado el 01/11/2014 de <http://somarquitectura.wordpress.com/2014/04/14/madera-natural-madera-artificial-2/>.
- Sosa, A. (2003). *Los plásticos: materiales a la medida*. Recuperado el 18/09/2014 de http://www.cientec.or.cr/ambiente/pdf/plasticos_materiales2003-CIENTEC.pdf.
- UTP (Universidad Tecnológica de Pereira). (2014). Recuperado el 01/11/2014 de <http://www.utp.edu.co/~publio17/metales.htm>.
- Wheeler, R. (2014). *Alex F. Osborn: The Father of Brainstorming*. Recuperado el 26/09/2014 de http://russellawheeler.com/resources/learning_zone/alex_f_osborn/

Bibliografía

- Apple (2014) Productos. Recuperado el 31/05/2014 de <http://store.apple.com/us>
- Arranz, J. (2010). *Poliedros Regulares. Proyecto Estalmat Castilla y León*. Tercer Seminario sobre actividades para estimular el talento precoz en Matemáticas VII Reunión nacional de Estalmat.
- Bonsiepe, G. (1993). *Del objeto a la interfase, Mutaciones del Diseño*. Buenos Aires: Infinito.
- Bürdek, E. (1994). *Diseño, historia, teoría y práctica del diseño industrial*. Barcelona: Gustavo Gilí, SA.
- CROEM (2014). Recuperado el 01/11/2014 de <http://www.croem.es/prevergo/formativo/1.pdf>.
- Fresin, M. (2003). *Biología 1, secundaria*. Buenos Aires: Doce orcas ediciones S.A.
- Fresin, M. (2004). *Biología 2, secundaria*. Buenos Aires: Doce orcas ediciones S.A.
- Ditutor (2010). Recuperado el 31/05/2014 de <http://www.ditutor.com/>
- Hannah, G (2002). *Elements of Design: Rowena Reed Kostellow and the Structure of Visual Relationships*. Nueva York, Estados Unidos: Princeton Architectural Press
- Hudson, J (2008). *Process: 50 Product Designs from Concept to Manufacture*. Londres: Laurence King Publishing.
- Lefteri, C. (2012). *Making It: Manufacturing Techniques for Product Design*. Londres: Laurence King Publishing.
- Lesko, J. (2010). *Diseño Industrial, guía de materiales y procesos de manufactura*. México: LIMUSA, S.A. de C.V.
- Löbach, B. (1981). *Diseño industrial, Bases para la configuración de los productos industriales*. Barcelona: Gustavo Gilí, S. A.
- Martínez, A. (2014). *Geometría Sagrada – Sólidos Platónicos por Alicia Jover Martínez*. Recuperado el 20/09/2014 de http://hermandadblanca.org/geometria-sagrada-solidos-platonicos-por-alicia-jover-martinez/#.VCW35_I5Pyp
- Maldonado, Tomás (1972) La esperanza proyectual. Ambiente y sociedad. 1º ed., Buenos Aires: Nueva Visión, i ; traducción del italiano, La speranza proiettuale. Ambiente e società, (1970).
- National Aeronautics and Space Administration. (1978). *Anthropometry for Designers, vol. 1. Anthropometry Source Book*, N.A.S.A. Reference Pub. 1024, Scientific and Technical/Information Office.
- Olofsson, E. y Sjöln, K. (2006). *Design Sketching*. Suecia: Ljungbergs Tryckeri AB.

- Paneo, J y Zelnik, M. (1991). *Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores, Estándares antropométricos*. México: Gustavo Gili S.A.
- Pavel, N. (2005). *THE INDUSTRIAL DESIGNER'S GUIDE TO SKETCHING, Strategic use of sketching in the design process*. Akershus: PDC Tangen S.A.
- Plastitec (2014). Recuperado el 18/09/2014 de <http://www.plastitec.com.mx/Page/productos.html>.
- Quesada, C. (2006). *Los sólidos platónicos, historia propiedades y arte*. Recuperado el 20/08/2014 de https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/barcelo/historia/Los%20solidos%20platonicos.pdf
- Rams, D. (2009). *Objectified*. Recuperado el 28/09/2014 de <http://imaginariastudio.com/board-10-principios-buen-diseno-dieter-rams.html>
- Rosen, S. (1970). *El mago de la cúpula: R. Buckminster Fuller, diseñador futurista*. Boston: Little, Brown and Company.
- Rupestreweb (2004). *Arte rupestre*. Recuperado el 01/11/2014 de <http://www.rupestreweb.info/introduccion.html>.
- Sevilla, D. (2011). *Teselaciones*. Recuperado el 18/09/2014 de <http://www.disfrutalasmaticas.com/geometria/teselaciones.html>
- Som Arquitectura (2014). *Madera natural & Madera artificial*. Recuperado el 01/11/2014 de <http://somarquitectura.wordpress.com/2014/04/14/madera-natural-madera-artificial-2/>.
- Sosa, A. (2003). *Los plásticos: materiales a la medida*. Recuperado el 18/09/2014 de http://www.cientec.or.cr/ambiente/pdf/plasticos_materiales2003-CIENTEC.pdf.
- UTP (Universidad Tecnológica de Pereira). (2014). Recuperado el 01/11/2014 de <http://www.utp.edu.co/~publio17/metales.htm>.
- Valle, L. (1981). *Estructuras básicas de diseño*. Argentina: Departamento de Publicaciones de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Córdoba.
- Williams, C. (2013). *Origins of Form: The Shape of Natural and Man-made Things - Why They Came to Be the Way They Are and How They Change*. (Versión reimpressa). Manhattan: Taylor Trade Publishing.
- Wheeler, R. (2014). *Alex F. Osborn: The Father of Brainstorming*. Recuperado el 26/09/2014 de http://russellawheeler.com/resources/learning_zone/alex_f_osborn/