

La Maqueta como herramienta didáctica del Diseño Industrial

Model as teaching tools of industrial design

Cristina Alía García
ETSIDI. Universidad Politécnica de Madrid
cristina.alia@upm.es

Recibido: 28 de abril de 2015

Aprobado: 25 de mayo de 2015

Resumen

En el Diseño Industrial las maquetas son unas herramientas didácticas fundamentales porque permiten conocer los objetos tridimensionales de una manera sencilla e intuitiva. Con la ayuda de estos instrumentos se puede conocer el paso intermedio entre la representación de los objetos en dos dimensiones y su materialización en las tres dimensiones con el fin de analizar el volumen desde todos los puntos de vista. Por otro lado, la amplia gama de materiales y técnicas que pueden emplearse en la realización de las maquetas hacen que esta disciplina sea imprescindible en cualquier programa de Diseño Industrial.

En este sentido, como ejemplo práctico del empleo de las maquetas en el Diseño Industrial, se desarrolló una actividad en la “I Feria el Aprendiz de Ingeniero” promovida por la Universidad Politécnica de Madrid que tenía como objetivo fomentar las vocaciones tecnológicas entre los estudiantes de secundaria y que se concluyó con un elevado éxito.

Palabras clave: Maqueta, Diseño industrial, Materiales y Técnicas.

Alía, C. (2015). La Maqueta como herramienta didáctica del Diseño Industrial. *ArDIn. Arte, Diseño e Ingeniería*, 4, 53-69.

Abstract

In the Industrial Design scale models are fundamental teaching tools that allow to know the three-dimensional objects in a simple and intuitive way. With the help of these tools can make the intermediate step between the representation of objects in two dimensions and three dimensions in order to analyze the volume from all points of view. Furthermore, the wide range of materials for use in making models makes them a teaching to be considered in any course of industrial design tools. Finally, as a practical example of the use of models in Industrial Design an activity promoted by the Polytechnic University of Madrid which aimed to promote technological vocations among high school students was developed. This activity ended with a high success.

Key words: Models, Industrial Design, Materials and Techniques.

Alía, C. (2015). Model as teaching tool of industrial design. *ArDIn. Arte, Diseño e Ingeniería*, 4, 53-69.

Sumario: 1.- El esquema de trabajo en el Diseño Industrial. 2.- “El Diseño en sus manos”. Materiales y Técnicas. 2.1.- Papel, cartulina y cartón. 2.2.- Cartón pluma. 2.3.- Poliestireno Expandido. 2.4.- Yeso. 2.5.- Madera. 2.6.- Ceras. 2.7.- Alambres 3.- El ejemplo de maquetas en la I Feria el Aprendiz de Ingeniero. 4.- Conclusiones. Referencias.

1. El esquema de trabajo en el Diseño Industrial

Cuando un diseñador industrial se enfrenta al reto de realizar un proyecto necesita la ayuda de ciertos medios para transformar las ideas que tiene en la cabeza en una forma real, tangible, precisa y que satisfaga los requisitos. Los bocetos, los croquis, las visualizaciones en perspectiva, las simulaciones 3D por ordenador y las maquetas tridimensionales suelen ser los medios más empleados en este fin.

Despertar la curiosidad sobre las posibilidades de dar forma a las cosas es una labor muy importante en Diseño Industrial pero no existe un método válido por encima del resto ni una norma que marque el camino a seguir. Se puede decir que de una manera común, a partir de un reto concreto y como paso previo para poderlo proyectar, el diseñador comienza por expresar las características formales más representativas del objeto que se ha de desarrollar empleando para ello las herramientas básicas que tiene a su alcance. Estas herramientas pueden ser bocetos, dibujos en distintas perspectivas, detalles concretos, etc. A partir de esta primera puesta en papel de la idea se puede pasar a la realización de croquis con los que

se adquieren visión espacial y que sirven como medio de intercambio de información entre los diseñadores. Llegado este punto el diseñador se puede apoyar en programas de CAD para visualizar los productos en dos dimensiones y en 3 y realizar las posibles modificaciones de forma rápida y práctica.

Una vez estudiado y trabajado el esquema plano, el proyectista debe adentrarse en el mundo de la configuración tridimensional, es decir, llevar esas dos dimensiones a las tres dimensiones. Para ello, se deben desarrollar los modelos como paso previo al uso de maquetas. Estos modelos permiten conocer las características del objeto final de una manera sencilla y rápida aunque con un grado de precisión relativo. A partir de estos modelos se pueden desarrollar las maquetas definitivas con paso final en la construcción tridimensional. Las maquetas son una reproducción a escala real del producto y tienen mucho mayor grado de detalle que los modelos.

Tras la realización de la maqueta, el último paso sería la construcción del prototipo que es una reproducción a escala 1:1 y que tiene por objetivo la comprobación formal (materiales, colores, etc.) y funcional del producto (resistencia mecánica, velocidad, etc.). De tal forma que una maqueta de un coche, dependiendo de la escala, puede ser únicamente aerodinámica por lo que es funcional en este aspecto y, sin embargo, ese mismo modelo de coche, a otra escala distinta, pudiera ser únicamente formal a nivel de diseño e imagen corporativa de una empresa. Así, por ejemplo, la compañía Mercedes-Benz® puede presentar un primer modelo que se integra perfectamente en su imagen corporativa por el diseño que presenta, un segundo modelo que pone de relieve la aerodinámica del coche y un tercer modelo que resalta lo oportuno de la colocación y la elección del motor en función de las prestaciones requeridas e, incluso, un cuarto modelo a escala real que pone a prueba las condiciones de seguridad en caso de accidentes. Por tanto, la escala de cada modelo viene dada por la necesidad de mostrar el objetivo a resaltar. Así, el modelo aerodinámico puede ser de una escala mucho menor y de unos materiales menos especializados que la escala y los materiales del modelo que trata de resaltar el rendimiento de los controles y medidas de seguridad.

Estos serán los pasos tradicionales a la hora de abordar un problema de diseño de un producto (Figura 1): Boceto-Croquis-CAD-Modelo-Maqueta-Prototipo pero, obviamente, se podría abordar directamente el problema pasando de la idea a las tres dimensiones empleando maquetas conceptuales o de experimentación que suelen ser de un material conocido por el diseñador y fácil de procesar. Sin embargo, este salto suele ser difícil de ejecutar sin los conocimientos y la experiencia necesaria y también dependerá de la habilidad y destreza del proyectista. De ahí que en el caso de los iniciados, se recomiende partir de los bocetos y los croquis como medio para definir las formas y determinar la futura realización de la maqueta y posterior prototipo en su caso.

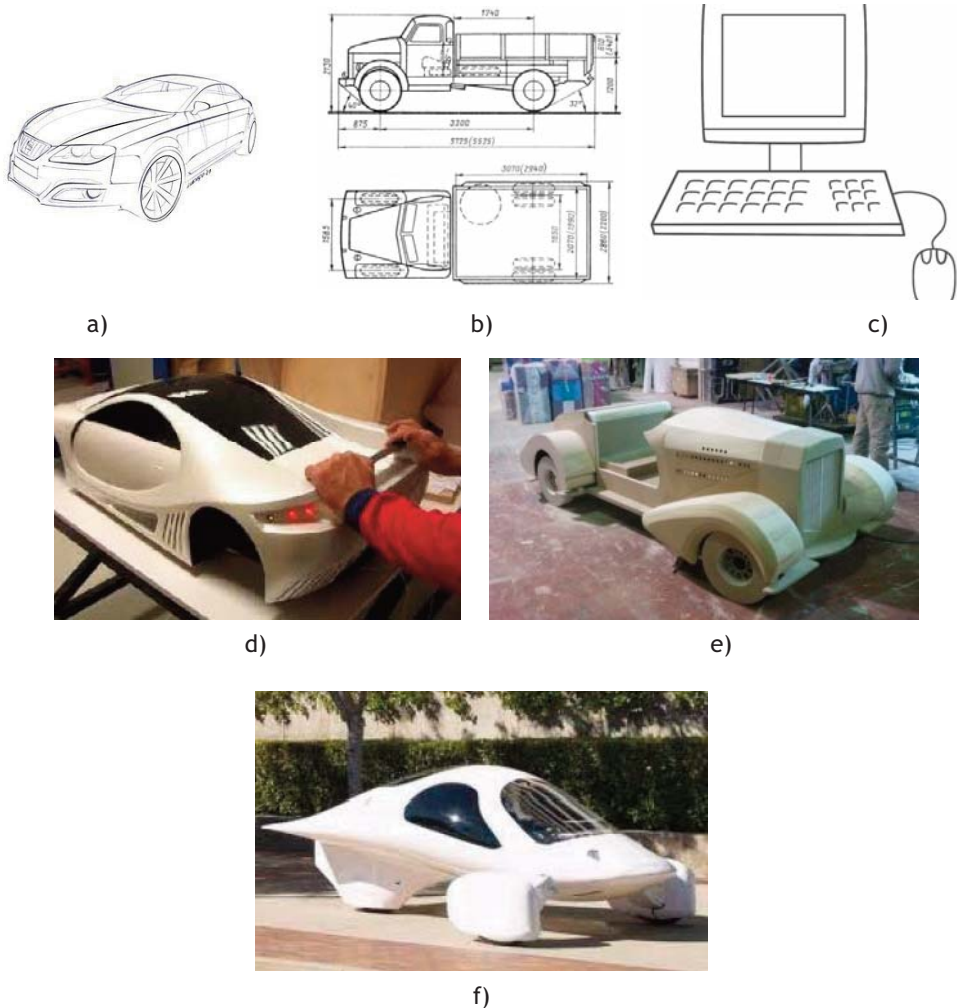


Figura 1: Esquema de trabajo básico en el Diseño Industrial: a) Boceto, b) Croquis, c) CAD, d) Modelo, e) Maqueta y f) Prototipo. (Imágenes obtenidas en Google Images).

En este trabajo nos vamos a centrar en el diseño y desarrollo de las maquetas puesto que, ya sean simplemente conceptuales o experimentales, se presentan como unas herramientas didácticas muy importantes para ayudar a representar una idea en tres dimensiones aportando información muy importante como es la ergonomía, el acabado, el estudio del centro de gravedad, etc.

Según el diccionario de la Real Academia de la lengua, una maqueta es “*Reproducción de un monumento, edificio u otra construcción (reales o proyectados) hecha a escala en tamaño reducido*” pero esta definición es bastante escasa si pensamos en la gran variedad de maquetas que existen (maquetas escolares, aeromodelismo, modelismo ferroviario y naval, maquetas musicales, biomaquetas, etc.) y la posibilidad tan grande que nos encontramos al poder elegir entre gran cantidad

de materiales que se pueden emplear en su fabricación (como se va a ver en el apartado 2 de este trabajo). Por tanto, la importancia de las maquetas es mucho más que esa definición.

A lo largo de la historia las maquetas siempre han sido un medio de representación muy importante. Ya los vikingos utilizaban maquetas como paso previo a la construcción de sus embarcaciones y los romanos, griegos, fenicios, egipcios, incas, mayas y prácticamente todas las civilizaciones antiguas, siempre han utilizado las maquetas para representar sus proyectos como paso previo a su construcción. En la actualidad, constituyen unas herramientas indispensables y eficaces para los diseñadores industriales en la mayoría de proyectos, no sólo por la información que aportan al diseño sino también porque favorecen que el proyecto sea entendido por el público en general.

2. “El Diseño en sus manos”. Materiales y Técnicas

A la hora de seleccionar el material para realizar una maqueta existen múltiples posibilidades. Por esta razón, es necesario conocer los diferentes materiales y utilizar un método de trabajo adecuado para cada caso concreto. El éxito final dependerá de la buena selección y de la técnica de fabricación llevada a cabo. Conocer las características intrínsecas de los materiales puede mejorar y facilitar la rapidez y la calidad en la ejecución de la maqueta, por ejemplo, no es lo mismo trabajar cartulina que cartón pluma. Por ello, hay que conocer las posibilidades plásticas del material seleccionado y después practicar porque no hay que olvidar que los límites creativos impuestos por una técnica o un material se acaban superando con la experiencia tarde o temprano. A partir de aquí, ya entra en juego la destreza, el estilo y la personalidad de cada diseñador.

A continuación se realiza un breve repaso sobre los que consideramos los materiales y las técnicas más empleadas, en solitario o combinados unos con otros, en la fabricación de modelos tridimensionales en el Diseño Industrial.

2.1 *Papel, Cartulina y Cartón*

El papel y sus diferentes configuraciones son elementos esenciales en todo lo relacionado con las artes plásticas. Se utilizan en la pintura ya que es donde el pintor plasma su obra y también en la escultura al ser imprescindibles para los primeros esbozos, los bocetos de las obras y para modelos y maquetas como material auxiliar o complementario a otros materiales. Se caracterizan por ser baratos y fáciles de trabajar. Se encuentran miles de variedades de papeles, con distintas composiciones y aplicaciones. Ya en el antiguo Egipto se utilizaba el papiro elaborado a partir del tallo de una planta de la ribera del Nilo. Siglos después, en la Edad Media, se fabricaban pergaminos a partir de piel de cabra curtida y preparada para recibir la tinta. Pero fueron los chinos los pioneros fabricando papel a partir de los residuos de la seda, la paja de arroz y el cáñamo, e incluso del algodón. En Europa el papel lo introdujeron los árabes cuando invadieron la Península Ibérica.

El *Papel* es una delgada hoja elaborada mediante pasta de fibras vegetales que son molidas, blanqueadas, desleídas en agua, secadas y endurecidas poste-

riormente y puede adoptar distintos tamaños y formatos. La composición del papel es la base de todo el material y se elaboran con pastas de diversos tipos y composiciones. Cada tipo de pasta es utilizada para dar lugar a papeles, cartulinas y cartones de distintas texturas y calidades. Sus propiedades, absorción, fijación, etc., determinarán su utilidad para diversas técnicas.

El gramaje del papel se refiere al peso por metro cuadrado del papel. Este gramaje nos marcará si un papel es papel, cartulina o cartón. Aunque no hay una definición específica de gramaje se dice que los papeles llegan hasta los 100-120 gr/m² y a partir de este gramaje encontramos las cartulinas. Los cartones serán los que tengan un gramaje cercano a 300-350 gr/m². Aunque el origen en los tres casos es común.



a) b)
Figura 2: a) y b) Ejemplos de marquesinas realizadas con cartón por alumnos de la ETSIDI.

2.2 Cartón pluma

El *Cartón Pluma* es una estructura laminada tipo sándwich de poliestireno extrusionado entre dos láminas de cartulina tratada con un material que proporciona una superficie ligeramente satinada. Estas planchas se pueden cortar con una cuchilla o bisturí, pelar una o ambas cubiertas de papel y dar formas distintas con ayuda de una lija o lima hasta conseguir el efecto deseado, siempre dependiendo del espesor del poliestireno.

El cartón pluma es utilizado sobre todo para maquetas de arquitectura y construcción aunque también se emplea para desarrollar modelos de numerosos objetos de diseño industrial como son muebles, electrodomésticos, envases, mobiliario urbano, etc.

Es limpio, fácil de manipular, ligero y fácilmente transportable. Sin embargo, tiene el gran inconveniente que no se puede emplear fácilmente para realizar formas curvas. Para compensar este problema se suele combinar este material con otros como el cartón o la cartulina que son afines con el poliestireno expandido y que permiten configurar cualquier forma tridimensional curvada.

Se comercializa en formatos variados, algunos según norma aunque también es posible encontrarlo en otras medidas. Los espesores también son variados siendo los más fáciles de encontrar de 3, 5 y 7 mm. También existen en el mercado colores variados para la cartulina y el poliestireno.

Para las uniones es factible el empleo de diferentes adhesivos aptos para la cartulina y el poliestireno. El adhesivo más inmediato es el uso de pistolas con barritas termofusibles ya que sirven de unión si perjudicar ninguno de los dos materiales.

A la hora de trabajar con este material hay que tener en cuenta que las planchas tienen una tendencia de curvatura propia debida a la dirección de su fabricación. La dirección en el proceso de fabricación del cartón pluma incide en su textura. Como ocurre en el resto de materiales formados por fibras, su resistencia al plegado y curvado es mayor en la dirección perpendicular a la fibra y la resistencia será menor si se trabaja a favor de la fibra.

La calidad superficial de este material es buena hasta el punto de que permite un óptimo trabajo con superficies planas y también permite obtener superficies ligeramente curvas. En cuanto a la construcción de volúmenes prismáticos no existen dificultades especiales pero es conveniente prever el ocultamiento del poliestireno con las propias cubiertas o con bandas de papel que cubran los cantos vistos.

A la hora de enfrentarse a una maqueta realizada con cartón pluma es muy importante conocer el tamaño del modelo, seleccionar el espesor de la plancha, reconocer la dirección de la fibra, establecer las posiciones de las juntas o las uniones que se van a realizar y, lo más importante de todo, mantener un criterio de orden en las fases de trabajo. La figura 3 muestra los diferentes formatos de cartón pluma que podemos encontrar en el mercado y un ejemplo práctico: Una papeleras realizada en cartón pluma.

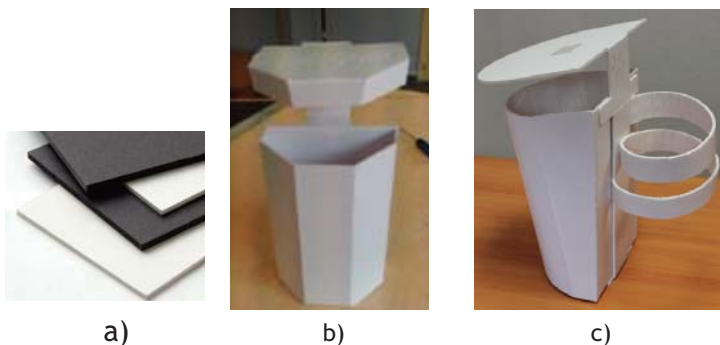


Figura 3: a) Formatos comerciales del cartón pluma (Imagen obtenida en Google Images), b) y c) Ejemplos de papeleras realizadas con cartón pluma por alumnos en la ETSIDI.

2.3 Poliestireno Expandido

El *Poliestireno Expandido* es un material de fácil manejo y que permite generar numerosas formas de todo tipo. Es un material bastante explotado en la construcción de modelos y maquetas debido al conocimiento que hay sobre las ventajas que conlleva su uso. Para configurar objetos de cualquier forma y tamaño sólo hace falta adquirir destreza en la talla y paciencia en el lijado y a partir de ahí, todo estará en manos de las habilidades del diseñador.

La historia de las espumas rígidas plásticas en nuestro entorno es bastante reciente y su empleo se ha extendido poco a poco en distintos ámbitos de la crea-

ción formal. Todo ello ha sido posible gracias a la cómoda manipulación y tratamiento de estos materiales.

Los diferentes tipos de espumas rígidas existentes se caracterizan por su relativa consistencia y aparente solidez. Son ligeras porque la masa de la espuma está llena de aire en forma de burbujas mientras que su rigidez es intrínseca al material que lo constituye. Se puede presentar como poliestireno expandido de color blanco y de baja densidad conocido como “corcho blanco” o como poliestireno extrusionado, más denso y comercializado generalmente en diferentes colores: azul, rosa, amarillo, etc. De los dos tipos, es mejor trabajar con el poliestireno extrusionado porque el “corcho blanco” resulta algo más difícil de manejar y lograr modelos de acabado óptimo debido al volumen mayor de las esferas que lo forman. Por otra parte, la desventaja que presenta el poliestireno más denso, el de color, es que sólo se puede adquirir en forma de planchas de entre 2 y 4 cm de espesor y no en bloques.

El poliestireno expandido se ha utilizado para simular elementos arquitectónicos, realización de decorados escenográficos, objetos de demostración para museos, ejecución de figuras escultóricas, etc.

Puesto que se presenta en forma de planchas o en bloques, la técnica más utilizada es la talla. Esta técnica consiste en eliminar el material sobrante con corte mediante cuchillas afiladas y/o con hilos de nicromo que se calientan con el paso de la corriente de bajo voltaje siendo el elemento fundamental de lo que se conoce como sierra térmica. Sin embargo, cada diseñador acaba por habituarse a utilizar unas pocas herramientas que le sirven para casi todo. Es una cuestión de experiencia y de ir conociendo poco a poco las características del material que se está manipulando. La espuma de poliestireno al ser fácil de desbastar, vaciar y ajustar a la idea del diseño, es un material que se adapta bien a los utensilios caseros y de fácil adquisición.

Hay veces que por razones de diseño se tiene que realizar una figura con aspecto extrusionado, cuyas bases fueran iguales y paralelas entre sí. En este caso, el método de trabajo que se sigue es empleando una sierra térmica. Para ello, hay que tener claro, en primer lugar, la imagen del objeto pretendido para obtener las plantillas precisas, luego una vez cortadas las plantillas de cartulina con la forma de la base pretendida se unen a las correspondientes bases del bloque de poliestireno procurando que queden bien alineadas una respecto a la otra (para unir las plantillas al bloque se pueden utilizar chinchetas o cinta adhesiva a doble cara), una vez llegado a este punto se inicia el corte hasta que el hilo llega a las cartulinas ya que el calor del hilo no afecta a la cartulina. Al final, una vez cortada la pieza, se desprenden las plantillas de cartulina y se extrae la forma del bloque original.

Cuando se trata de generar un modelo o una maqueta de grandes dimensiones, es conveniente razonar la forma para no desperdiciar material. Por ejemplo, extraer una forma cónica de un bloque de material resultaría muy costoso por lo que es mejor emplear el sistema de planchas adheridas entre sí. Para ello, hay que pegar planchas de poliestireno formando un bloque prismático y tras dibujar en las caras las proyecciones ortogonales correspondientes al objeto, se corta y desbasta el material hasta aproximarse al volumen ideado. Para eliminar grandes trozos de material se puede acudir a la sierra térmica o utilizar otras herramientas de corte

tradicionales como sierras o cúter (figura 4). Pero también puede ser útil ayudarse de un soldador eléctrico al que se le pueden adaptar alambres de cobre con formas de vaciadores. El inconveniente de este método es que al quemar el poliestireno, la superficie afectada se endurece porque la espuma se contrae.



Figura 4: Pasos a seguir hasta dar la forma definitiva del modelo. Dibujo de la plantilla en poliestireno, desbastado con cúter y lijado para dar el acabado final. (Imágenes obtenidas en Google Images)

En la figura 5 se observa el acabado al unir con adhesivo muchas planchas de poliestireno y su posterior desbastado hasta la forma definitiva. Cada una de las líneas amarillas marca la unión realizada. Al emplear un adhesivo especial para poliestireno estas planchas ya no se podrán separar y se podrán trabajar como un único bloque sólido.



Figura 5: a) y b) Ejemplos de la unión de planchas de poliestireno mediante adhesivo especial para configurar un bloque sólido.

Hay que tener en cuenta que hay que emplear un adhesivo que sea adecuado para el poliestireno porque no todos los adhesivos comerciales dan resultados óptimos de adhesión. Por ejemplo, si se pegan dos planchas de poliestireno con adhesivo polivinílico (conocido como “cola blanca” o “cola de carpintero”) y se deja que actúen ocurrirá que se polimerizará el adhesivo más cercano al exterior pero al separar las caras al cabo de unos días, se observará que el adhesivo está todavía sin curar en el centro de la pieza. Otros adhesivos que se pueden emplear son cintas adhesivas a doble cara, adhesivo epoxi, adhesivo de poliuretano o barras termofusibles. En la figura 6 se muestran las escamas pegadas, una a una, de una pata de dragón y su posterior acabado después de aplicar la pintura.



a)



b)

Figura6: a) y b) Ejemplos de piezas pegadas en maquetas de poliestireno.

Una vez concluida la fase de aproximación a la forma y tras haber definido los volúmenes con lijas más finas, el resultado final puede mostrar aún imperfecciones que no se desean. Estas imperfecciones pueden venir dadas por el propio acabado superficial que presenta el aspecto granular del poliestireno o por haber realizado un bloque a partir de piezas unidas entre sí (las líneas amarillas que se comentaban anteriormente). El acabado dependerá del tipo de textura superficial que interese. Si se trata de un modelo de estudio formal no es necesario darle un acabado fino y basta con definir bien los volúmenes. Pero si es un modelo de presentación en el que se requiere un buen acabado hay varias opciones: dejar el poliestireno a la vista, cosa que rara vez se hace porque deja al descubierto todas las uniones de las planchas entre sí y las posibles imperfecciones que se hayan producido, o cubrir el poliestireno con una o varias capas de masilla y pintar el modelo después de haber nivelado correctamente.

Hay que tener en cuenta que de nada sirve tratar de cubrir con masilla plástica un modelo con demasiadas irregularidades o mal trabajado porque las masillas se deben aplicar en capas finas para alcanzar buenos resultados. Las masillas más apropiadas son las estándar, como por ejemplo, los tapagrietas o niveladores al agua y la forma de aplicarlas depende del volumen y va desde brochas cuando las masilla es menos densa hasta espátulas de hojas flexibles que no dañan la superficie del poliestireno al ejercer presión.

El último paso sería la aplicación de la pintura ya que muchas veces es la clave de una imagen más cercana al producto terminado. Si se pretende pintar directamente el poliestireno sólo se pueden aplicar pinturas al agua (temperas, pinturas acrílicas y pinturas plásticas). Pero también es factible pintar un modelo de poliestireno con pintura sintética si antes se ha tratado con un impermeabilizante plástico o acrílico. Se puede aplicar una mezcla de cola blanca o látex con agua que actúa como barrera neutra impidiendo la filtración de los disolventes hacia el poliestireno cuando se pinta por encima. La figura7 muestra diferentes pasos de la

maqueta: Desde el desbastado inicial y la aplicación de la masillapara conseguir la forma definitiva hasta la aplicación del tratamiento cromático adecuado para dar el acabado real final.



Figura7: a) y b) Diferentes detalles del proceso de elaboración de una maqueta con poliestireno. Desde el desbastado de la forma hasta el acabado definitivo.

2.4 Yeso

Tras su aspecto frágil y su uso en construcción, el Yeso se ha usado desde la antigüedad como material de recubrimiento en las edificaciones. Los egipcios ya conocían hace más de seis mil años este material para realizar moldes. Siglos después los griegos lo han empleado para modelar esculturas y modelos de estudio. Después se mantuvieron las técnicas y el empleo de este material hasta que con la caída de Roma se dejó de emplear. Tras varios siglos en el olvido se volvió a utilizar en el Renacimiento de la mano de Andrea del Verrocchio quien lo utilizó de nuevo en la realización de moldes para modelos de estudio.

Pese a su relativa fragilidad, el yeso ha seguido formando parte de cualquier actividad plástica y los nuevos materiales no han podido eclipsar su uso.

El yeso natural es el mineral constituido por sulfato de calcio con dos moléculas de agua de cristalización y su presencia en la naturaleza adopta distintas formas. De todas las variedades la más utilizada por su fácil adquisición, bajo coste y las numerosas posibilidades que ofrece en trabajos de modelado, moldeo y reproducción, es la *escayola*. El fraguado del yeso se basa en el hecho de que los constituyentes esenciales del yeso cocido en contacto con el agua son capaces de rehidratarse y reaccionan químicamente recuperando el agua de cristalización que les fue extraída en el momento de su cocción, volviendo a su estado como sulfato de calcio hidratado.

La proporción de agua es muy importante para la buena consistencia y uso de la escayola. Cuando se produce un exceso de agua en la mezcla, después de la evaporación de una parte del agua en el periodo crítico, y del resto en días posteriores, el volumen que ocupaba en la masa quedará vacío tras su evaporación total en forma de burbujas de aire. Esto implicará mayor porosidad, fragilidad, menor peso y consistencia del producto hidratado. Pero si hay un exceso de escayola respecto al agua, una parte de sus partículas no podrá hidratarse convenientemente y se generarán “grumos” de polvo seco.

En la técnica de moldeo, el yeso tiene numerosas posibilidades de utilización y puede servir para registrar las formas directamente o como “caja madre” de un molde flexible e incluso para reproducir moldes.

Existen unos utensilios específicos para el trabajo con yeso con numerosas formas según el tratamiento que se quiera dar al objeto. Hay formas espatuladas de todo tipo, rasquetas, escofinas y gradinas para conseguir definir las formas y texturas más variadas. El mayor inconveniente, además de su relativo coste elevado es la dificultad de encontrarlos, pues sólo se venden en comercios especializados.

Otra de las muchas aplicaciones del yeso en el mundo del diseño es el de la ejecución de modelos de estudio en forma de módulos tridimensionales complementarios y repetitivos. Las múltiples variantes de la posición de cada módulo sobre el plano horizontal o en otro tipo de distribución espacial permiten desarrollar nuevas formas en las que se pueden analizar volúmenes, superficies y la interacción de los elementos entre sí.

El yeso no está considerado un material “noble” tal y como se entiende en el mundo del arte y de la reproducción de obras pero se puede variar el aspecto de su superficie con distintos tratamientos cromáticos. En el ámbito de la escultura, más libre en la creación de formas tridimensionales, el yeso ha jugado un papel importante en la configuración de modelos de estudio. La figura 8 muestra los diferentes pasos en la realización de un molde de yeso.



Figura8: Diferentes pasos en la realización de un molde de yeso. (Imágenes obtenidas en Google Images).

2.5 Madera

Las Maderas y sus derivados son, junto con el papel y el cartón, los materiales que más se utilizan en la construcción de maquetas y modelos. Este material proporciona a las maquetas resistencia. Además, son elementos sencillos de trabajar. A la hora de manipular la madera hay que tener en cuenta la dureza y la dirección de las fibras y aunque todas las maderas son fotosensibles y cambian de

color con los rayos del sol, no debe ser un problema al realizar una maqueta ya que se pueden emplear barnices y otros productos protectores para evitar estos efectos.

A la hora de elegir el tipo de madera más adecuada hay que tener presente que existen gran variedad de maderas en el mercado. Sin embargo, para aplicación en maquetas se emplean fundamentalmente: madera contrachapa, madera aglomerada y madera de balsa.

El tablero de *contrachapado* se compone de chapas de madera encoladas unas sobre otras alternando el sentido de las fibras. Hay de diferentes grosores y se comercializa en planchas elaboradas con las mismas maderas que el forro del tablero de listón.

Los tableros *aglomerados* se componen de polvo de serrín mezclado con colas. Son relativamente compactos y pesados y se comercializan en diferentes grosores.

La madera de *balsa* es la madera más ligera que se conoce, con una densidad de 0.10 a 0.15 gramos por centímetro cúbico, lo que la hace más liviana que el corcho. Por tanto, es blanda, ligera y elástica. Se comercializa en diferentes grosores. Es de colores pardos y rosados y es fácil de pegar mediante muchos tipos de adhesivos.

La madera *DM* es un aglomerado elaborado con fibras de madera aglutinadas con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor hasta alcanzar una densidad media (de ahí su nombre). Se trabaja prácticamente igual que la madera maciza y es perfecto para lacar o pintar. Uno de sus inconvenientes es su elevado peso.

2.6 Ceras

Las *Ceras*, al igual que el yeso, ha sido uno de los materiales más utilizados en las artes plásticas e incluso, en los usos domésticos, desde hace miles de años. Gracias a la cera se han podido realizar monumentos de bronce, exvotos con formas anatómicas, replicas de famosos en los museos de cera, reproducciones fieles de anatomía humana, plantas, etc. Todas estas aplicaciones han ampliado el concepto de este material. Las ceras se pueden clasificar en: ceras animales, ceras vegetales, ceras derivadas del petróleo o de origen mineral y otras ceras.

Casi todas las ceras se pueden pulir por frotación, son hidrófugas, resistentes a los ácidos y a muchos compuestos químicos y también son solubles en algunos disolventes orgánicos. Es un material fácil de manejar y recuperable mediante la fusión al baño María y es muy interesante para realizar modelos de diseño o como material de reproducción de moldes.

La cera, además de constituir un material transitorio en bocetos y obras para la fundición de a la cera perdida, también ha sido empleada como material definitivo para dar forma a esculturas en algunas ocasiones ya que permite reproducir con exactitud los músculos, los huesos, etc. El hecho de poder fundir las ceras a baja temperatura, con lo que adquiere gran plasticidad, solidificando a temperatura ambiente y dejando de ser flexible, permite encontrar numerosas utilidades y aplicaciones. La cera fundida se adapta a cualquier superficie reproduciéndola. Así es muy fácil reproducir formas a partir de moldes de escayola. Del mismo modo, los modelos de cera resultante pueden servir para la reproducción de la obra en otro material como puede ser bronce a la cera perdida.

No hace falta tener utensilios específicos para manipular la cera. Las herramientas que empleamos en el manejo del yeso también nos sirven en el caso de la cera, es decir, espátulas escofinas, raspadores metálicos, etc. Pero también se pueden emplear cuchillos o incluso cucharas.

Por lo general, el modelo con cera requiere un armazón interior que puede ser de metal o de cualquier otro material que resista la presión ejercida por las manos al colocar la cera. Si el objeto es pequeño no se suele necesitar este recurso. El proceso consiste en ir colocando pequeños trozos de cera previamente calentada, que no fundida, sobre el armazón metálico hasta conseguir la forma definitiva. La textura final dependerá del diseñador ya que existen muchas maneras de modificar la superficie.

Obtener la forma de un modelo a partir de la huella de un molde en piezas es relativamente sencillo. Se puede hacer mediante colada del material fundido o aplicando capas sucesivas de cera caliente con una brocha hasta alcanzar el espesor deseado en cada pieza del molde. En ambos casos, el resultado es el mismo, la reproducción del molde en todos sus detalles.



Figura9: Detalle de un modelo de cera y las herramientas necesarias para esta técnica. (Imagen obtenida en Google Images).

2.7 Alambres

En los modelos y en las maquetas conceptuales se usa una amplia variedad de *Alambres* en sección y materiales (latón, aluminio, cobre, aceros inoxidable, etc.). Se pueden usar como armazón, como revestimiento de un volumen para elaborar elementos decorativos como, por ejemplo, árboles o plantas. También son muy empleados como material complementario y auxiliar en la elaboración de maquetas de arquitectura.

La elección del tipo de alambre dependerá de la resistencia que se requiera (peso que soportará), del grado de maleabilidad (manejable), el grosor (escala) o incluso otros factores como el color, el coste, etc.

El *Cobre* que es un metal con un tinte distintivo de color rojizo o naranja y un brillo metálico. El cobre es más duro que el zinc pero más suave que el hierro. Este metal es maleable, lo que significa que puede alargarse con la presión y moldearse en formas diferentes. El cobre también es dúctil, lo que le permite cambiar de forma y estirarse en delgadas y largas estructuras sin romperse. Es resistente a la corrosión. Cuando se expone a la humedad del aire, la sustancia cambia de color de naranja rojizo a café rojizo. Con el tiempo, una fina película verdosa conocida

como pátina recubre la superficie del metal, protegiéndolo de la degradación ante la corrosión.

El *Latón* es uno de los materiales que más se utiliza en las maquetas. Consiste en una aleación de cobre y cinc de forma que es más duro que el cobre. Es dúctil y fácil de mecanizar por lo que es muy fácil de dar la forma deseada. También se puede grabar y fundir. Se comercializa en planchas en diferentes formatos: macizas, corrugadas, en rejilla, etc., perfiles (H, T, J, L, etc.) y varillas macizas y tubos de sección redonda y cuadrada. Es fácil de manejar.

Otro de los metales empleados en las maquetas es el *Aluminio* y sus diferentes aleaciones en función de los requisitos necesarios. Es ligero, blando pero resistente. Maleable, dúctil, mecanizable y apto para fundición. Se comercializa también en formatos muy variados como planchas (lisas, corrugadas, etc.), tubos, etc. También se emplean en las maquetas el acero inoxidable, el estaño, etc.

Las herramientas que se utilizan para dar forma a estos alambres son fundamentalmente alicates de punta redonda y mandriles distintos niveles que se pueden acoplar a herramientas motorizadas e incluso, herramientas especiales para hacer espirales. Para unir estos materiales se podría aplicar soldadura de estaño-plomo o adhesivo cianocrilato.

3. El empleo de maquetas en la I Feria el Aprendiz de Ingeniero

La I Feria del Aprendiz de Ingeniero fue una iniciativa de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) que tenía como objetivo fomentar las vocaciones tecnológicas entre los estudiantes de Secundaria (pasaron por la feria más de 2.000 estudiantes de 27 colegios madrileños). Los estudiantes participaron en 50 actividades prácticas coordinadas y dirigidas por profesores e investigadores de la UPM. Las actividades eran fundamentalmente talleres y demostraciones relacionadas con las áreas de estudios de la UPM: Agroforestal, TIC, Civil y Construcción, Industrial y Transportes. En la Imagen10 se muestra el logo de la feria.



Figura10: Logo de la I Feria el Aprendiz de Ingeniero.

En este marco y con objeto de participar en esta I Feria se planteó desde la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial una actividad que consistía en desarrollar una maqueta con un material conocido por todos y muy fácil de trabajar. El material seleccionado fue arcilla para modelar debido a que tiene

muchos usos y se utiliza de forma real en el día a día de los diseñadores para realizar desde simples modelos hasta esculturas elaboradas.

Existen muchos tipos distintos de arcillas para modelar, en este caso concreto, se empleó arcilla que endurece al aire (sin cocción). Este tipo de materiales producen objetos terminados de menor duración pero son las más sencillas de usar porque no requieren ningún equipamiento especial para su curado (hornos, principalmente). Estas arcillas son las mejores para proyectos artísticos que no serán demasiado manipulados ya que el producto es frágil y más fácil de romper que las arcillas con cocción. Al trabajar con arcilla para modelar, se usan diferentes herramientas pero fundamentalmente, las manos del diseñador para crear las formas. Este material permite visualizar resultados del acabado rápidamente y debido a que con sólo humedecerlo se puede volver a manipular permite modificaciones y correcciones fáciles de realizar.

El objetivo de la actividad planteada era realizar con este material lo que se conoce como “dream car” o “concept car”. Por definición el “dream car” es un ejemplar único que presenta nuevas tecnologías o soluciones de diseño futuristas. Los “dream car” rara vez se ponen a la venta porque previamente tendrían que someterse a muchos cambios y modificaciones para poder cumplir los objetivos de seguridad, las normas respecto al reparto de cargas, etc. Por esto, están fabricados para ser presentados al público y a la prensa siendo la razón fundamental de estos estudios la publicidad. A veces también sirven para sondear las reacciones del público o bien para prepararlo frente a las innovaciones propuestas. Después de su vida útil, los coches suelen ser destruidos aunque algunos sobreviven ya sea en el museo de una empresa o escondidos en algún almacén. Un ejemplo de “concept car” no utilizado pero operativo y que languideció durante años en el norte de Hollywood fue el “Lincoln Futura” de Ford Motor Company. Este coche estuvo a la sombra hasta que en 1966 recibió una nueva oportunidad al convertirse en el Batmóvil de la serie Batman.

Así, esta actividad, de sólo 30 minutos de duración, permitía acercar a los jóvenes estudiantes de secundaria el mundo del diseño industrial desde un punto de vista divertido y práctico, desarrollando la imaginación y enseñándoles indirectamente de una manera muy fácil cómo se puede pasar de una idea que tienen en la cabeza a un objeto de tres dimensiones usando una pequeña cantidad de arcilla y solo con la ayuda de sus manos (Figura 11).

La actividad propuesta tuvo gran aceptación entre los estudiantes ya que los coches son un bien común en nuestra vida y la posibilidad de diseñar un coche del futuro, el coche que les gustaría conducir o ver por la calle cuando sean mayores, les permitía desarrollar sus propias ideas sobre el diseño que les gustaría o desearían. A lo largo de los cuatro días que duro la Feria se diseñaron “dream car” de todos los estilos y gustos, desde coches con puertas de ala de gaviota hasta coches con 3 ó 6 ruedas e incluso con habilidades especiales que no se encuentran en este tipo de vehículos como son la capacidad para poder volar o sumergirse en el agua.



Figura 11: Imagen de la I Feria el Aprendiz de Ingeniero.

4. Conclusiones

Cuando un diseñador industrial debe pasar de los dibujos en dos dimensiones a las tres dimensiones necesita todas las herramientas posibles para obtener una forma real y que cumpla con todos los requisitos deseados. Sin embargo, adentrarse en el mundo tridimensional y llevar a buen término un proyecto dándole la forma adecuada, no siempre es fácil. Una de las herramientas que más se ha utilizado a lo largo de la historia por ser el último paso antes de la construcción tridimensional es la maqueta. Las elevadas posibilidades de materiales y técnicas que ofrecen estas herramientas hacen que sean fundamentales en el Diseño Industrial. Cada material y técnica requiere un estudio particular por parte del proyectista y, sobre todo, practicar, investigar y conocer las ventajas y limitaciones de cada uno de ellos.

Por último, destacar el éxito cosechado en la “I Feria el Aprendiz de Ingeniero” que consiguió acercar a los estudiantes de secundaria las actividades tecnológicas que se desarrollan en el día a día de las escuelas técnicas de la Universidad Politécnica de Madrid. Fue una oportunidad para mostrar a los más jóvenes, la versatilidad de las maquetas y su empleo como herramienta didáctica para pasar de las dos dimensiones a las tres dimensiones de una manera fácil y divertida.

Referencias:

- AA.VV. (1987): Gran enciclopedia del modelismo: materiales y herramientas. Nueva lente, Madrid.
- Gutierrez, T. (1953): Técnicas de escultura, Molino, Madrid.
- Knoll, W., Hechinger, M. (1993): Maquetas de arquitectura. Técnicas y construcción. Gustavo Gili, Barcelona.
- Navarro-Lizandra, J.L. (2011): Maquetas, modelos y moldes. Universitat Jaume I, Barcelona.
- Peyestrany, S. (1990): Bricolaje. Iniciación práctica, materiales, manejo de herramientas. CEAC, Barcelona.
- Rada, P. (1990): Técnicas de la cerámica. Libsa, Madrid.
- Rivera, J., Avila, A., y Martin, M. (1997): Manual de técnicas artísticas. Historia 16, Madrid.