



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Influencia de la Informática Gráfica en el diseño de productos industriales

Fernando Julián Pérez



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement 4.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento 4.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution 4.0. Spain License.**

Departament de Dibuix
Facultat de Belles Arts
Divisió de Ciències Humanes i Socials
UNIVERSITAT DE BARCELONA

Programa doctorat 94/96
**NOVES TEORIES, METODOLOGIES I
TECNOLOGIES DEL DIBUIX**

TÍTOL DE LA TESI

***Influencia de la Informàtica Gràfica en el diseño de
productos industriales***

Per optar al títol de:
Doctor en Belles Arts

Doctorand: Fernando Julián Pérez
Director de la tesi: Dr. Jordi Gratacòs Roig

LA BUSQUEDA DE IDEAS

La fase más creativa podría también atender a la denominación de bocetos, esbozos, croquis o esquemas. Fase consistente en la visualización de una idea sin precisiones dimensionales. Para G. Rodríguez¹⁴ son representaciones de un producto o concepto atendiendo sólo a sus líneas o caracteres más significativos.

Van Dyke¹⁵ denominará a esta fase creativa como fase de bocetos. Señalará que solo requiere un poco de observación y reflexión y la definirá del siguiente modo:

“Localizar puntos clave y conectarlos con líneas”.

Mañá y Balmaseda¹⁶ consideran como boceto o esbozo los dibujos aptos para transmitir o valorar alternativas funcionales y formales pero hacen hincapié en que los objetivos no incluirán su presentación fuera del equipo de diseño.

El objetivo de la presentación a los responsables de la empresa no es eliminar proposiciones. Los conceptos se presentan en su estado bruto: deben ser inmediatamente comprensibles sin ayuda de detalles. El objetivo es enriquecer la gestión global a través de la nueva posibilidad dada al grupo de dirección de ir aún más lejos en las hipótesis y así aportar respuestas más consistentes e información suplementaria (Vitrac y Gaté, 1993).¹⁷

En la comunicación de ideas, el dibujo juega un papel importante. Como ya se indicó en la segunda parte, son muchos los que opinan que todas las personas pueden aprender a hacerlo. En opinión de Powell, aprender a dibujar es posible; es una facultad que todas las personas poseen, con mayor o menor talento; el practicarla con asiduidad, la copia y una buena metodología, ayudan a conseguirlo.

Si se echa una mirada unos siglos atrás, por ejemplo para Vasari¹⁸, la experiencia de los sentidos y la abstracción espiritual tienen la misma importancia en la creación del dibujo.

“Aquel diseñador que tenga dificultades para dibujar, rendirá menos y será menos creativo que el que si sepa”. (Powell, 1985)¹⁹

Por tanto se puede afirmar que aquellos diseñadores que no lo dominan, se verán obligados a diseñar tan solo lo que saben dibujar, en vez de dibujar lo que saben

¹⁴ Rodríguez, Gerardo: op. cit.

¹⁵ Dyke Van, Scott: 1985. *De la línea al diseño*, Mexico, Editorial Gustavo Gili, 1984, p. 114

¹⁶ Mañá, Jordi y Balmaseda, Santiago: op cit., p.49

¹⁷ Vitrac, Jean Pierre y Gaté, Jean Charles: *La estrategia de Producto y Diseño*. Barcelona, Ediciones Gestión 2000, S.A. 1994, p. 176.

¹⁸ Pérez Sánchez, Alfonso: *Historia del dibujo en España, de la Edad Media a Goya*. Madrid.

Ediciones Cátedra, S.A., 1986, p. 20. Los dibujos se originan en el intelecto en forma de *concetto*, esto es, una imagen interior, por la contemplación de algo natural.

¹⁹ Powell, Dick: *Técnicas de presentación*, Madrid, Editorial Hermann Blume, 1986, p. 6

diseñar en la cabeza. Es la persona la que ha de poder sobre el dibujo, son las ideas las que priman y no el dibujo el que puede sobre éstas. Cuanto mejor dibuje el diseñador, mayor será su capacidad de estilización y mejor sabrá visualizar y percibir sus propias ideas. Si se pueden comunicar ideas a otros, se podrá comunicar ideas a uno mismo, con ello, se conseguirá pasar de un dibujo a otro según se vayan concretando las ideas, consiguiendo que el proceso de diseño sea más efectivo. Teniendo agilidad y destreza, se conseguirá en las primeras fases de un proyecto, contar con una enorme cantidad de posibilidades. En el mismo tiempo, un mal dibujante no haría más que un torpe boceto que apenas podría mejorar (Powell)²⁰.

Pero esta destreza no se adquiere de hoy para mañana y producir buenos bocetos requiere en opinión de Swann (1982)²¹ una serie de factores: instinto, entusiasmo, técnica y oficio. En la mayoría de los casos y así lo señalará igualmente Ian Simpson (1993)²², estos primeros dibujos no deben presentar al cliente una información técnicamente exacta, no es necesario. De este hecho se hace igualmente referencia G. Rodríguez al principio de este apartado.

Respecto al tamaño con que han de realizarse estos dibujos existe una corriente que habla de trabajar los bocetos primero en tamaños reducidos para pasar posteriormente a mayores formatos. Respecto al tamaño ya en el Renacimiento Vasari²³ intuye el valor personalísimo del dibujo como expresión. Señalará la ventaja de las obras en formatos pequeños, en el sentido en que se ven menos los posibles errores:

“En las obras diminutas no se conocen tan fácilmente los yerros como en las grandes”.

Para Günter (1988)²⁴, el trabajo en pequeñas dimensiones presenta la ventaja psicológica de ayudar a superar el miedo a la superficie de papel, amplia, vacía, blanca, la vacilación de por donde empezar el dibujo y que hacer primero. Lo reducido del formato favorece una composición más rápida, señala que los errores pueden corregirse rápidamente con una goma de borrar, siempre claro que el material lo permita, ya que si se trabaja con tintas esta posibilidad queda anulada.

Otra corriente habla de la herencia de la escuela y de la costumbre de trabajar siempre en formatos pequeños y recomienda hacerlo en mayores dimensiones. Las referencias que hace Powell²⁵ sobre el tamaño en que han de realizarse los bocetos son claras. Indica como los primeros dibujos que hizo al salir de la academia eran demasiado pequeños, hasta el extremo de tener dificultades para realizarlos.

²⁰ *Ibidem*, p. 6

²¹ Swann, Alan: *op. cit.*, p. 6

²² Simpson, Ian: *La nueva guía de la ilustración*, Barcelona, Editorial Hermann Blume, 1993, p. 130

²³ Palomino, Antonio: *El Museo pictórico y escala óptica*. Madrid. Aguilar, S.A. de Ediciones. Tres Tomos, 1988, p. 16. Tomo II.

²⁴ Günter, Hugo Magnus: *Manual para dibujantes e ilustradores*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1992, p. 161

²⁵ Powell, Dick: *Técnicas de presentación*, *op. cit.*, p. 27

Posteriormente fue aumentando el tamaño de los dibujos, adoptó un estilo más suelto y obligó a trabajar más el brazo y menos la muñeca.

Referente a la utilización del color en bocetos y el tamaño de estos, Manfred Maier (1977)²⁶ señala que la mezcla de los colores requiere un nuevo aprendizaje, ya que al cambiar las cantidades por el mayor tamaño el efecto de los mismos colores es diferente. Debido a este hecho, en la mayoría de las ampliaciones se pierde más o menos la espontaneidad de los esbozos. Esto requiere que los bocetos sean de nuevo sutilmente transformados al ampliarlos.

Alan Swan²⁷ hace hincapié en las proporciones del dibujo con respecto al dibujo real. En la representación y presentación de bocetos señala que cualquiera que sea el número de versiones que se produzca, estas deben estar siempre en proporción con el objeto final. Deben estar proporcionadas entre sí, para permitir al diseñador y cliente reconocer la escala en que se trabaja .

Una característica de la búsqueda de ideas es la comparación de éstas con el fin de poder seleccionar lo mejor de cada una. Por ello, el diseñador suele realizar muchos dibujos en una sola hoja. En opinión de Laseau²⁸, la variedad de ideas visible en una sola vez es muy estimulante para el pensamiento.

En las primeras fases, las correspondientes al desarrollo de ideas, los bocetos se suelen acompañar de textos en donde se indica aquellos aspectos que fueran susceptibles de cambio o textos donde se comunica tal o cual material, proceso, u otra información.

Un aspecto característico de los bocetos realizados por diseñadores, es la creación de fondos o ambientaciones. Por medio de la utilización de estos fondos con tonos contrastados respecto del objeto se logra crear una sensación de profundidad o espacio, dando mayor importancia a aquella parte u objeto que se quiera destacar.

Otro aspecto a destacar es la realización de sombras en la superficie. Este caso suele ser utilizado en objetos que habitualmente se hallan colocados sobre superficies y su manipulación raramente las hace desplazar de su lugar.

Como se indicó parte primera, en lo referente al estilo gráfico, Heinrich Wölfflin ha elaborado la diferencia entre un estilo de dibujo lineal y uno pictórico. El estilo dibujístico ve las líneas, en cambio el pictórico ve los volúmenes ó masas. Ver de forma lineal quiere decir buscar el sentido y la belleza de las cosas en su contorno, en su delimitación. Por el contrario, el estilo pictórico se orienta más en las

²⁶ Maier, Manfred: *Procesos elementales de proyectación y configuración*, Barcelona Editorial Gustavo Gili, 1982, p. 11. Tomo II

²⁷ Swann, Alan: Op. cit., p. 22

²⁸ Laseau, Paul: *La expresión gráfica para arquitectos y diseñadores*. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1982, p. 84

manchas, colores, luces y sombras. No obstante, la mera existencia de luces y sombras no es decisiva. Heinrich Wölfflin²⁹ opina lo siguiente:

“La diferencia entre Durero y Rembrandt no estriba en más o menos masas de luz y de sombras, sino en que allí estas masas presentan bordes definidos y aquí no”.

Paricio y García³⁰ hablan de técnicas de dibujo y técnicas de coloreado. Las técnicas de dibujo engloban los medios técnicos necesarios para desarrollar la expresividad y elaborar las ideas. Recomiendan tener siempre presente la síntesis de la forma. En las técnicas de coloreado el elemento fundamental será el color. Se apoya en las diferentes técnicas y métodos de ejecución así como el tratamiento de la luz que se haga de la representación de los objetos.

Pero, independientemente de si el estilo es más lineal o pictórico, el diseñador se valdrá de una serie de técnicas para representar sus conceptos. Estas técnicas podrán ser más o menos pictóricas o lineales. La división que se ha realizado se centra en dos aspectos, por una parte aquellos dibujos realizados en un solo tono, donde podría decirse que puede darse un mayor estilo lineal y un segundo apartado que engloba aquellas técnicas más pictóricas o que hacen uso del color como masa o volumen.

Para algunos, todo en la naturaleza puede interpretarse como una forma geométrica o un grupo de ellas más o menos evolucionadas. Así, Cezanne³¹ diría:

“Tratar la naturaleza según el cubo, la esfera y el cilindro; todo en correcta perspectiva”.

TECNICAS MONOCROMATICAS

En este caso se procura dar volumen y profundidad al objeto trabajando con las luces y las sombras en un solo color. Es idóneo para la búsqueda de conceptos en el sentido de que no se fijan detalles. Se pueden encontrar siete técnicas habituales en el dibujo aplicado en las primeras fases de diseño; técnicas utilizadas para el diseño de productos.

Lápiz

En las primeras etapas del diseño, el lápiz de grafito tradicional, suele ser el instrumento que el diseñador utiliza en primer lugar para plasmar de manera rápida ideas que antes sólo ha visualizado en su mente. Es un material antiguo, barato y muy apreciado. No necesita otra preparación que la de sacarle punta.

²⁹ Wölfflin, Heinrich en Daucher, Hans : *Modos de dibujar*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1987, p. 54. Extraído de *Conceptos fundamentales en la Historia del Arte*, Editorial Espasa-Calpe, S.A., Madrid, 1985.

³⁰ Paricio, Álvaro y García, M^a Luisa: op. cit., pp. 15-16

³¹ En Parramón, J.M. : *El Gran libro de la Perspectiva*. Parramón ediciones, S.A. Barcelona, 1991, p. 56.

Así, el sacapuntas y la goma de borrar son los únicos utensilios, junto al lápiz y el papel, necesarios para el dibujo a lápiz. También la superficie del papel dicta el tipo de lápiz que conviene utilizar, siendo los lápices más blandos aptos para papeles ásperos o granulados, y los más duros para superficies más lisas (Mulherin, 1987).³²

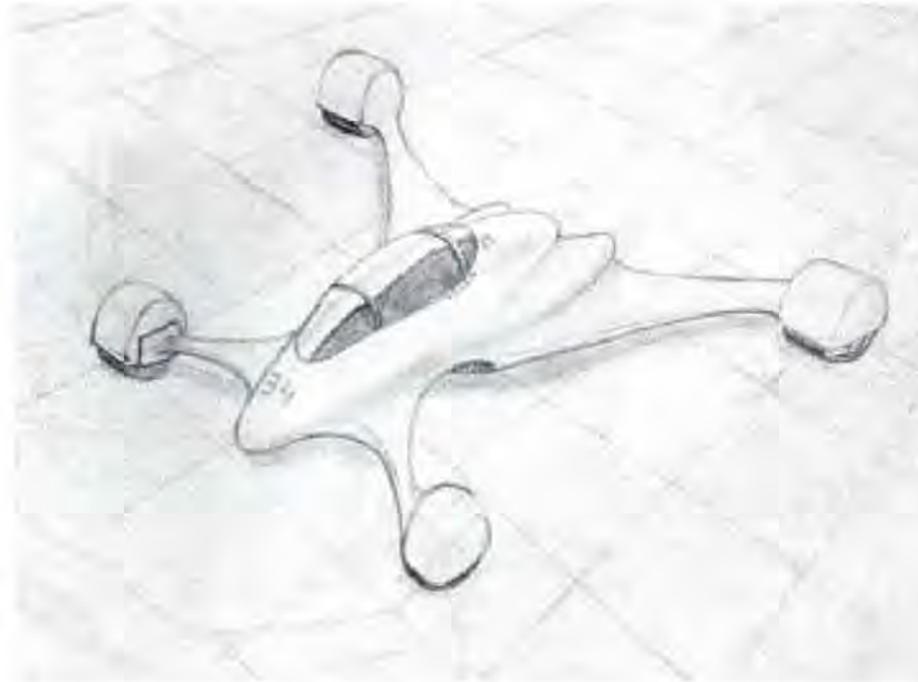


Imagen 9



Imagen 8

Lapiceros de color

Los lapiceros de color pueden ser utilizados para generar las formas o para crear superficies de color. Son un medio muy versátil y, como los rotuladores, fáciles de usar. Hay tres tipos principales: de mina gruesa y relativamente blanda; de mina dura, que se emplean para trabajos detallados y dibujos pequeños, y acuarelables, que se pueden usar como lápices ordinarios o en combinación con el agua, ofreciendo un efecto similar al de la acuarela. Algunos diseñadores trabajan con bolígrafos o lapiceros de grafito las formas generales del objeto pasando posteriormente a generar las superficies con los lapiceros de color. Otros en cambio trabajan directamente con los lapiceros de color, trazando las formas con el color de éstas, pasando posteriormente a realizar las superficies. En algunos casos pueden utilizarse lapiceros acuarelables, aunque este caso no se da normalmente en los diseñadores.

³² Mulherin, Jenny: op. cit., p.46

En primer lugar se deben de aplicar los colores más claros sobre la hoja sin hacer mucha presión; a las superficies que luego serán más oscuras se les puede dar también un poco de color. Esta operación se repite hasta que se han alcanzado los tonos oscuros más intensos. En determinadas circunstancias, esto puede llevar hasta veinte pasadas. Los contrastes entre los sombreados favorece el conjunto de la imagen.



Imagen 10



Imagen 11

Lápiz color y rotulador

Es una técnica que procura exagerar los contrastes de luz. Consiste en trazar las formas con un lapicero de color, de la misma manera que se haría con uno de grafito. Conviene tener en cuenta que los trazos realizados con lapiceros de color se borran con mayor dificultad que los realizados con grafito. Posteriormente se trabaja con un rotulador del mismo valor tonal que el lapicero con que se han trazado las formas. Con este rotulador se trazan las partes más oscuras del objeto, aquellas que quedarían en sombra para pasar posteriormente a realizar los tonos medios con el lapicero de color, intentando crear gradaciones tonales.

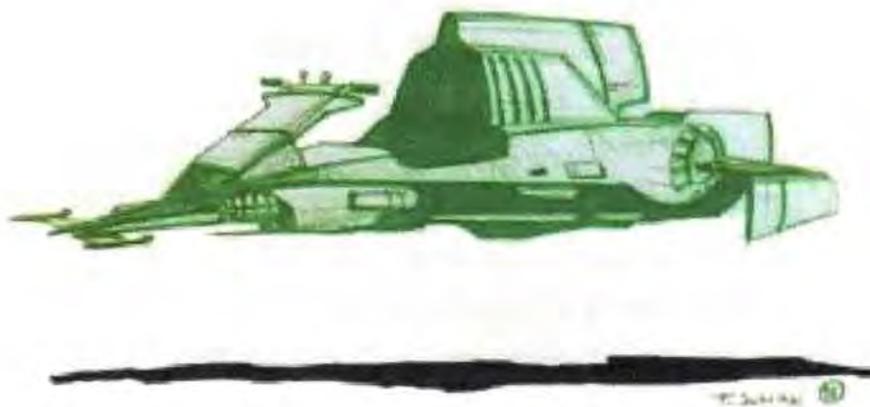


Imagen 12

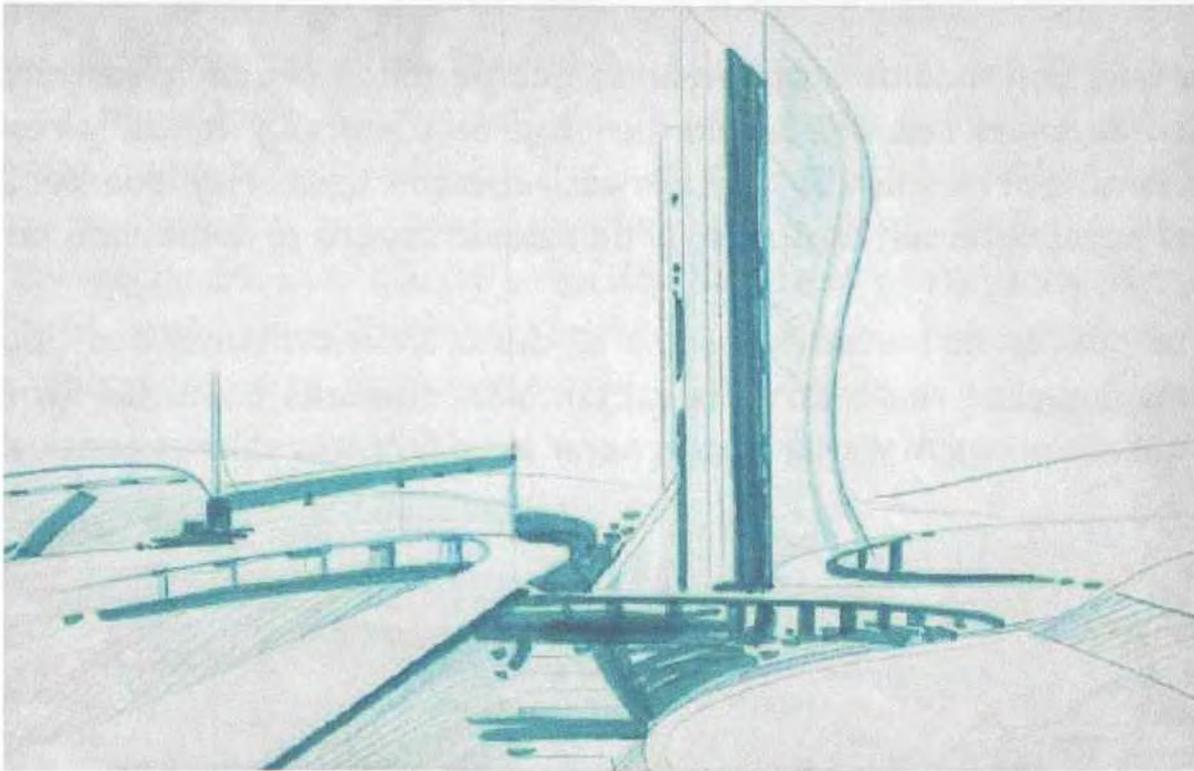


Imagen 13

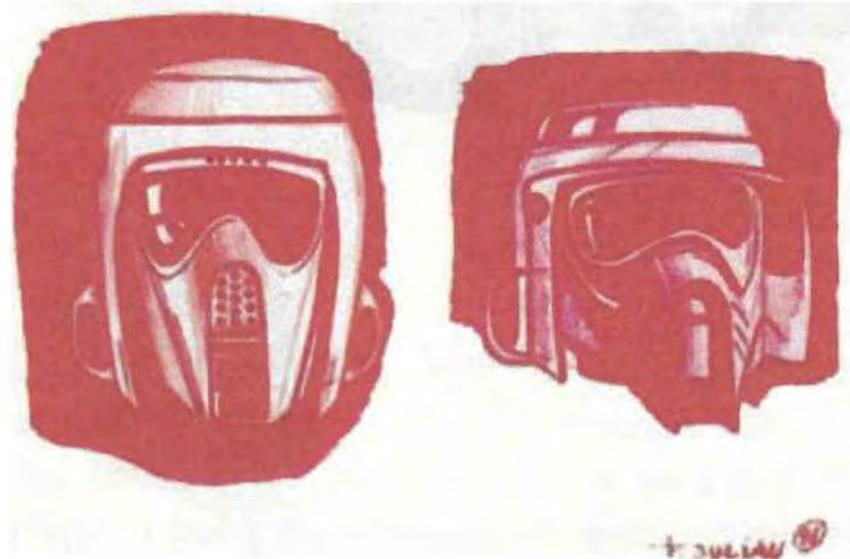


Imagen 14

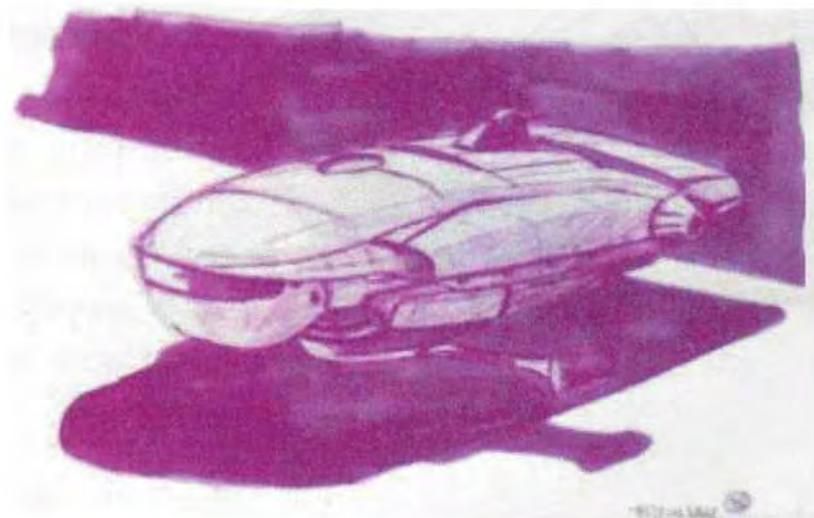


Imagen 15

Pluma

La pluma y la tinta son medios muy versátiles que permiten producir ilustraciones sencillas a base de líneas con una amplia variedad de texturas y tonos, y resultan muy eficaces tanto por sí mismos como mezclados con agua. Hay que recordar también que el papel debe ser receptivo, ni demasiado áspero ni demasiado poroso (Mulherin, 1987)³³.

Básicamente se pueden encontrar, como se ha dicho anteriormente, dos tipos de dibujos a pluma, aquellos realizados a línea, tanto las sombras como las formas y aquellos que utilizan el pincel y agua para generar los diferentes valores tonales.

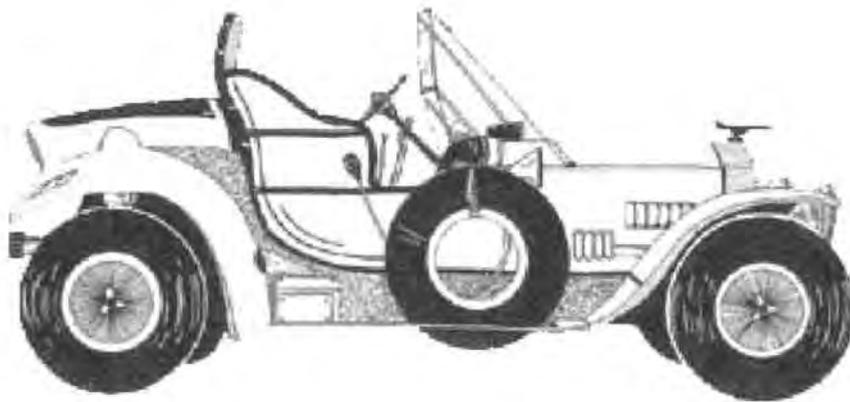


Imagen 16

Imagen 17

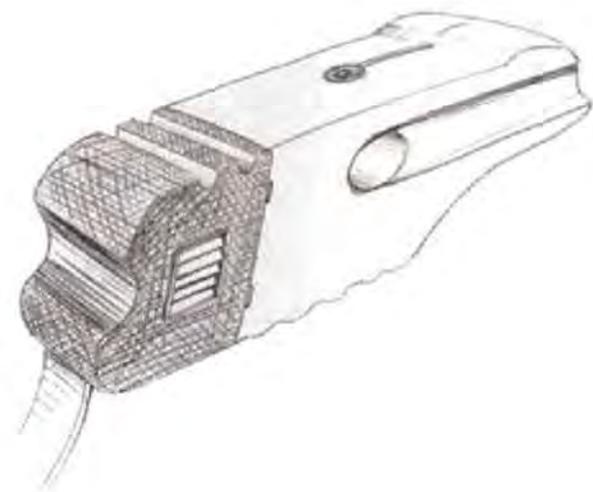


Imagen 18

³³ Mulherin, Jenny: op. cit., p. 55.

Por su parte, Günter recomienda que quien quiera dibujar con firmeza y rapidez hará bien en usar plumas Steno y de escribir grandes, que discurren sin esfuerzo por el papel y cuyas líneas pueden ensancharse fácilmente con una mayor precisión. Si se prefieren las formas de representación sutiles recomienda plumas de dibujo finas y duras, que tienen que ser conducidas cuidadosamente sobre el papel, porque la punta se clava con facilidad y la tinta china salpica. Günter, Hugo Magnus: 1980. *Manual para dibujantes e ilustradores*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1992, p. 54

Bolígrafos

Se pueden encontrar una gran variedad de instrumentos de escritura de punta fina como por ejemplo los bolígrafos de bola, de tinta fluida, de fieltro, tanto con tintas permanentes como solubles al agua.³⁴ Hay diseñadores como Powell que ven una ventaja en trabajar con bolígrafo, defienden que las líneas trazadas no se pueden borrar, favoreciendo con ello la creación de ideas y obligando a dibujar con economía. El diseñador utilizará para las sombras y los valores medios los mismos aspectos aplicados con el lápiz de grafito y la pluma.

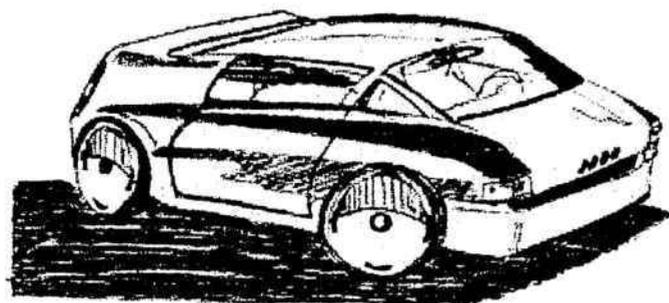


Imagen 19

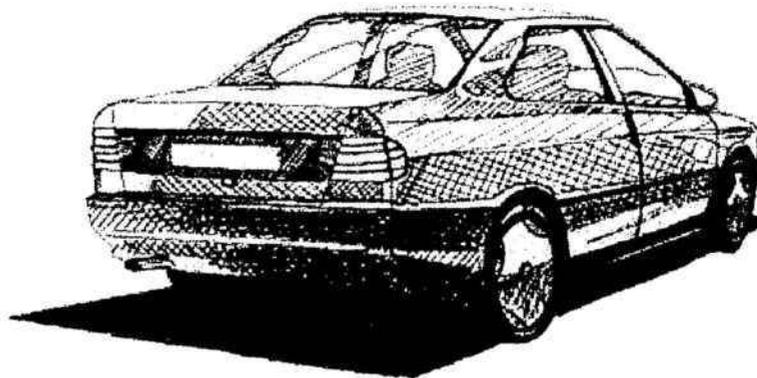


Imagen 20

Pastel

Pueden establecerse dos técnicas con pastel, una que consiste en realizar el trazado con la tiza o con otro material y posteriormente dar color al objeto con diferenciación de las diferentes valores tonales y otra que establece el aspecto formal a través de lápiz o bolígrafo y posteriormente disolviendo el pastel colorea toda la superficie del objeto.

En el primer caso se realiza el aspecto formal del objeto. Se puede trabajar tanto en líneas como en superficies. Al ser los colores muy intensos y de gran poder cubriente, pueden lograrse sorprendentes efectos, como los de brillo o transparencia. Con la ayuda de difuminos pueden esfumarse transiciones sutiles, extendiendo y frotando a la vez el color sobre el papel. La punta de los difuminos hace que se pueda conseguir una gran precisión. Para grandes superficies pueden emplearse algodones del tipo desmaquillador. Las tizas se encuentran sobre la superficie del papel casi exclusivamente en forma de polvo y se emborronan muy fácilmente. Por este motivo deben fijarse, pero sin demasiada fuerza, pues lamentablemente la viveza del color de las tizas de pastel es afectada por el fijado.

³⁴ Powell recomienda usar los que no afecten a la aplicación posterior del rotulador y que sean visibles bajo la tinta negra de éste, debido a que en muchas ocasiones los dibujos realizados con bolígrafos son posteriormente coloreados con rotulador. Powell, Dick: *Técnicas de presentación*, op. cit., p. 20



Imagen 21

Respecto del segundo caso, de las partes de mayor tamaño se cortan plantillas de lámina adecuada y se pega la primera plantilla en el lugar previsto. Con una cuchilla se raspa algo de polvo de la tiza, se añaden algunas gotas de disolvente, se mezclan ambos y acto seguido se restriega la disolución en la plantilla con un papel secante o un algodón. De este modo se pueden crear gradaciones delicadas. El color así aplicado no resulta tan sensible, después de que se haya evaporado el disolvente, como el pastel aplicado en seco. El borrado es más difícil.



Imagen 22

Rotulador

Los rotuladores son instrumentos de dibujo muy populares y ampliamente usados por los diseñadores, tanto para dibujar como para dar color a apuntes, primeros bocetos y bocetos acabados. La razón principal es que son mucho más cómodos que la acuarela o el gouache; los rotuladores permiten trabajar con rapidez, y se fabrican en una amplia variedad de puntas ya indicado en la página 205. El rotulador, por naturaleza, se presta al trabajo rápido y fluido, por lo que es ideal para presentaciones preliminares en las que es preciso transmitir el concepto del diseño de un modo económico y eficaz. Como consejo para el uso de rotuladores Mulherin³⁵ indica que los rotuladores de base alcohólica pueden combinarse con tintas al agua; se dibuja con una pluma y se colorea con el rotulador; el rotulador no hace que las líneas de tinta se emborronen.

Una técnica pocas veces utilizada es la utilizada por Shimizu³⁶, quien con un papel de color, por lo general ocre, realiza el dibujo con un rotulador de un tono más oscuro que el papel pasando después a colorearlo con este mismo rotulador y alguno más claro u oscuro, pero en los mismos tonos.

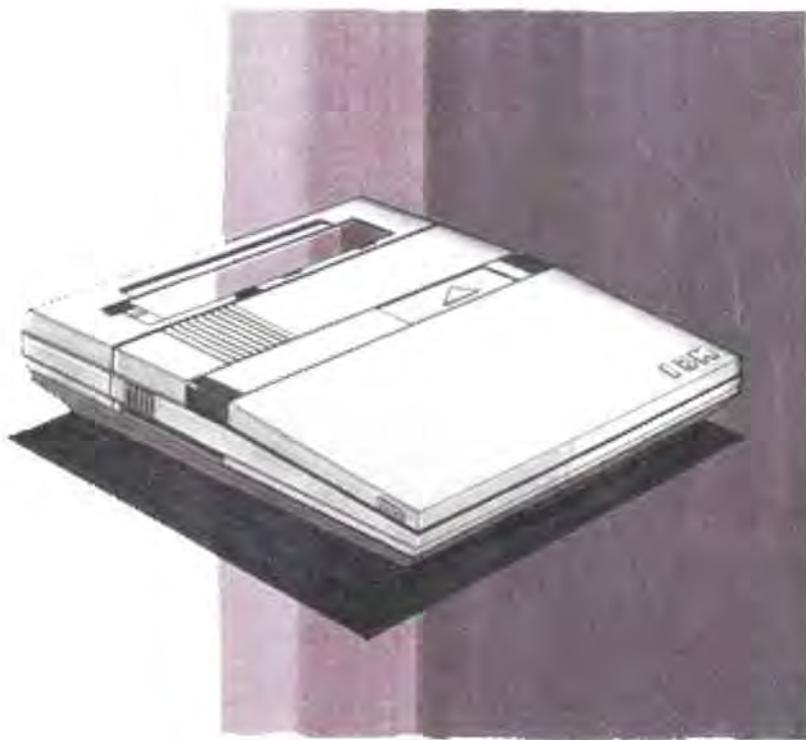


Imagen 23



Imagen 24

³⁵ Mulherin, Jenny: op. cit., p.48. La tinta de los rotuladores es de base acuosa o de base alcohólica. Los rotuladores de base alcohólica son fotorresistentes y se mezclan fácilmente, pero sobre un papel ordinario la tinta se corre, lo que puede crear parches de color o incluso arrugar el papel; por tal razón es preciso usar un papel especial para rotuladores. Los rotuladores de base acuosa no se corren y permiten dar varias capas para obtener diferentes efectos. Los rotuladores de base alcohólica (los más usados por los diseñadores profesionales) se fabrican en más de cien colores y son ideales para trabajos de presentación. Pero conviene recordar que los rotuladores profesionales son caros y se secan si se dejan destapados.

³⁶ Shimizu, Yoshiharu: *Marker works from Japan*, Tokyo, 1990.

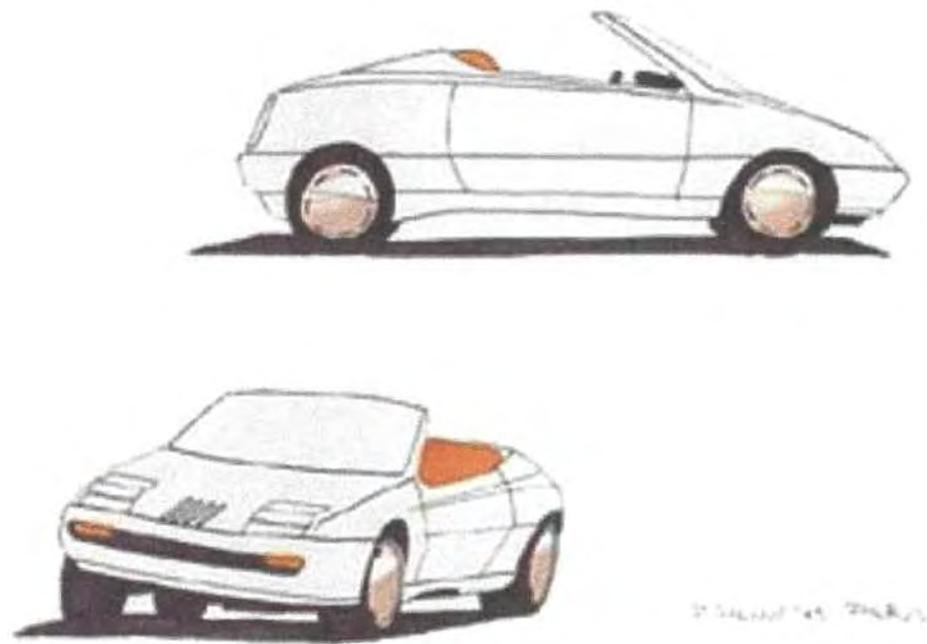


Imagen 25

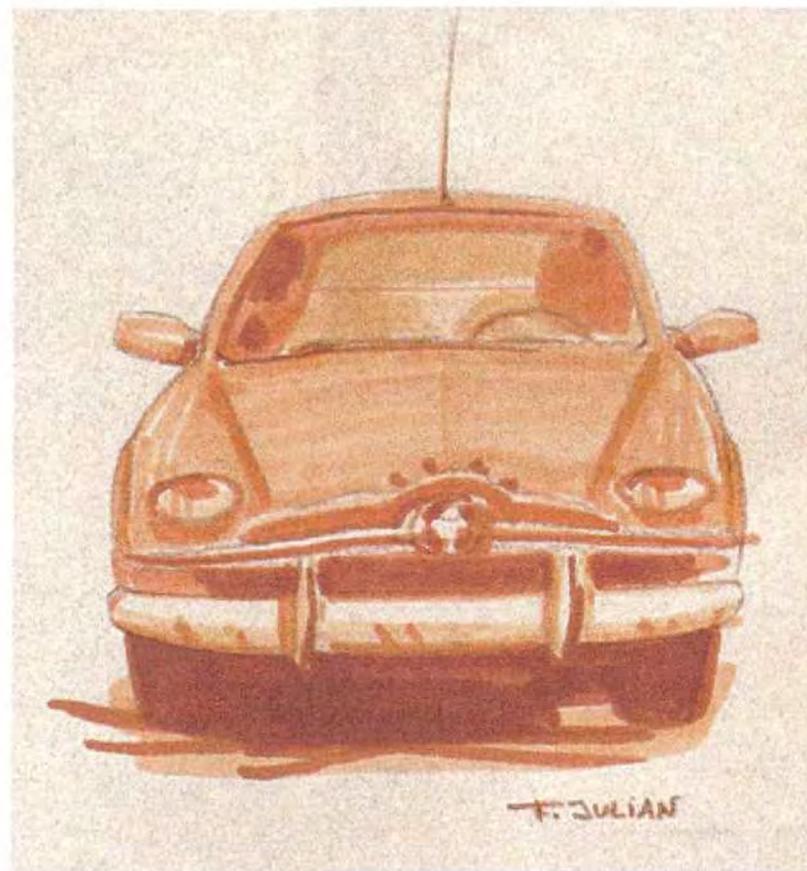


Imagen 26

TECNICAS EN COLOR

En el caso de la utilización de color se procura que éste no sea estridente, que no llame demasiado la atención y distraiga el aspecto formal del producto. Se realiza normalmente en situaciones en donde el objeto ya tiene determinado una serie de colores o en objetos en donde se quieren examinar propuestas de color para éste. En ocasiones es utilizado también en primeras reuniones de trabajo cuando el o los interlocutores que tiene el diseñador en frente no tienen la capacidad espacial y de visualización necesarias para entender el concepto base.

Lapiceros de color

Los lápices de colores consiguen crear efectos tonales de gran sutileza, mientras que los rotuladores no lo consiguen tan fácilmente, por lo que a veces se utilizan para cubrir grandes zonas de color. Algunos lápices sirven también para trabajar sobre superficies de madera y tela, además de las superficies de dibujos ordinarias. Muchos diseñadores encuentran que los lápices de colores son ideales para el bocetaje sin necesidad de trabajar con medios más complicados, ya que ofrecen un amplia gama de colores, son muy versátiles y fáciles de usar.³⁷



Imagen 27

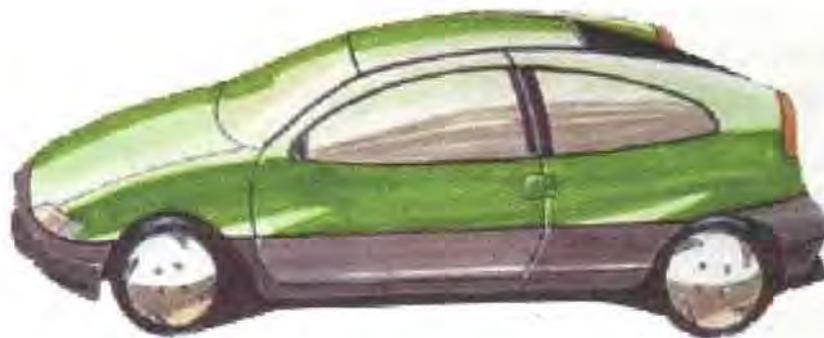


Imagen 28

³⁷ Mulherin, Jenny: op. cit., p.58.

Pastel

La técnica es similar a la descrita en las páginas 203 y 344. Para la buena realización es necesaria la creación de plantillas con el fin de que no se mezclen los colores. Se recomienda al final de la realización, el fijado.



Imagen 29



Imagen 30

Acuarela

Muy utilizada en el diseño de moda, en la arquitectura, la decoración y en ilustraciones de libro. En el diseño industrial apenas se trabajan los dibujos con este material. La acuarela no es un medio que el diseñador inexperto pueda manejar sin cierta práctica. La acuarela sobre papel es transparente y translúcida; esto significa que cada capa (y no deben ser más de tres) resulta visible. Por supuesto, ocultar los errores es casi imposible. La elección del papel (que debe ser tensado) también es importante. La acuarela suele combinarse con pluma o lápiz. Aunque esa maravillosa transparencia de la acuarela es casi inimitable, es recomendable que el diseñador que no tenga experiencia hará mejor en trabajar con rotuladores al agua.

El proceso de creación parte de un dibujo que se mancha con color partiendo de los tonos más claros hasta los más oscuros, dada la característica de transparencia de los colores. Las superposiciones de color se hacen dejando secar antes el color base para evitar mezclas. Pueden conseguirse gradaciones por fundidos de colores o de un solo tono. Acabados con textura se consiguen arañando la superficie del papel con cuchillas, a partir de diferentes granos y pesos del soporte. Se utiliza cualquier material texturado como pincel para dar otras texturas de mancha. Para

reducir la intensidad de un lavado se usa goma de borrar blanda. Se pueden tapar determinadas superficies para aislarlas pintando el resto, utilizando plantillas positivas o negativas de enmascaramiento, así como ceras de colores, lápices grasos, o alguna sal alcalina, produciendo el rechazo del agua con la grasa. El salpicado con puntos con el mismo pincel sobrecargado produce texturas interesantes aunque no muy controlables.³⁸



Imagen 31

Rotulador

La técnica en color con rotuladores se centra básicamente en acometer los diferentes valores tonales atendiendo a los aspectos de superposición de capas que generan las diferentes pasadas que se hagan con este material. Con un mismo color se pueden conseguir gradaciones tonales y conseguir por tanto apreciar las diferentes cantidades de luz con que cuenta un objeto en sus diferentes caras. Si a esta particularidad se le suma la inclusión de otro rotulador más oscuro que conseguirá que el efecto sea mayor.

A la hora de trabajar superficies con rotulador, Mulherin³⁹ aconseja cuatro aspectos:

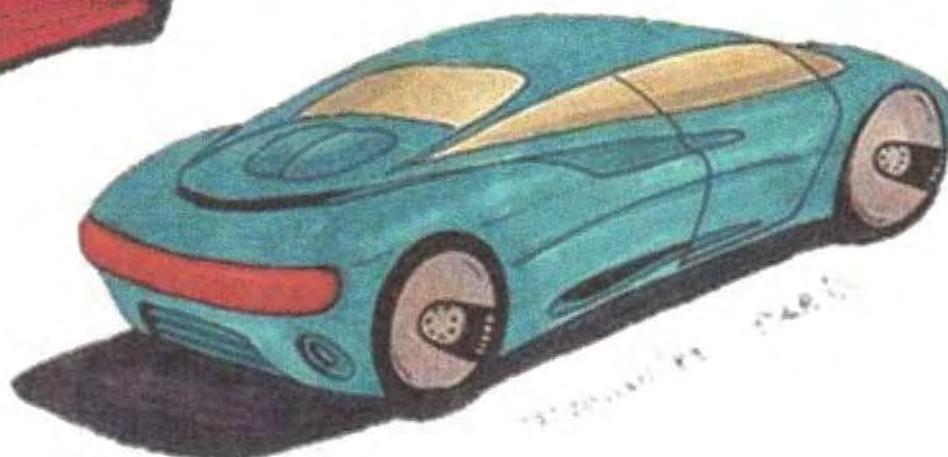
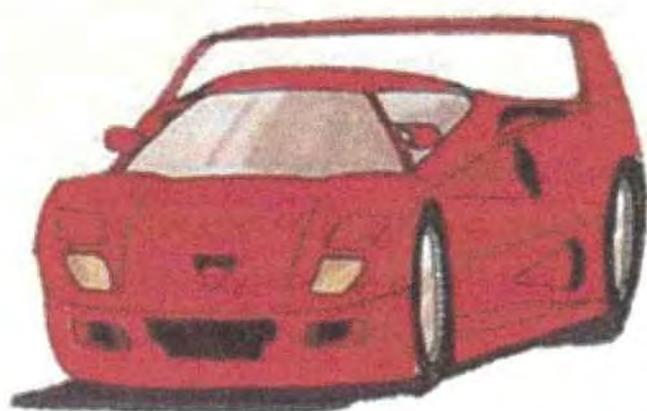
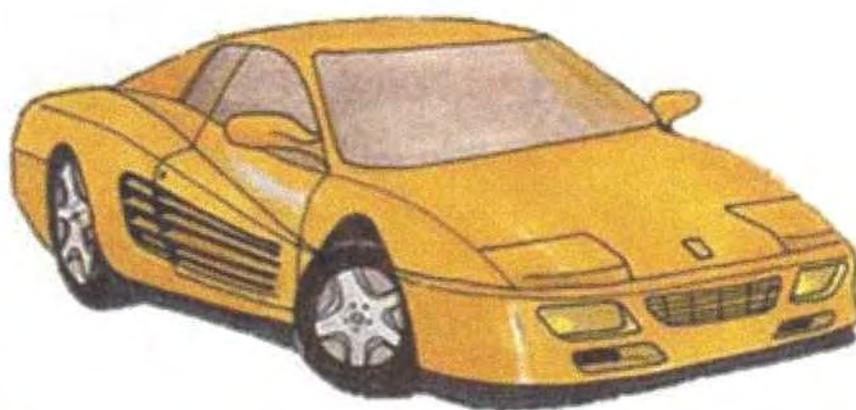
- Para cubrir zonas amplias de un color uniforme se saca el rotulador de su funda y se pinta con el lado.
- Para alargar la vida de los rotuladores se guardan en recipientes de plástico para conservar los alimentos, que evitan la evaporación de la tinta.
- Cada uno puede fabricar su propio muestrario de colores empleando los rotuladores en papeles diferentes (absorbentes, no absorbentes, etc.).
- Para conseguir matices más oscuros, o dar sombras, algunos colores pueden mezclarse con tonos grises.

³⁸ Paricio, Álvaro y García, M^a Luisa: op. cit., p.45

³⁹ Mulherin, Jenny: op. cit., pp 47-54



TRUCKO 144 PARTE 1



TRUCKO 144 PARTE 2

Imagen 33, 34, 35

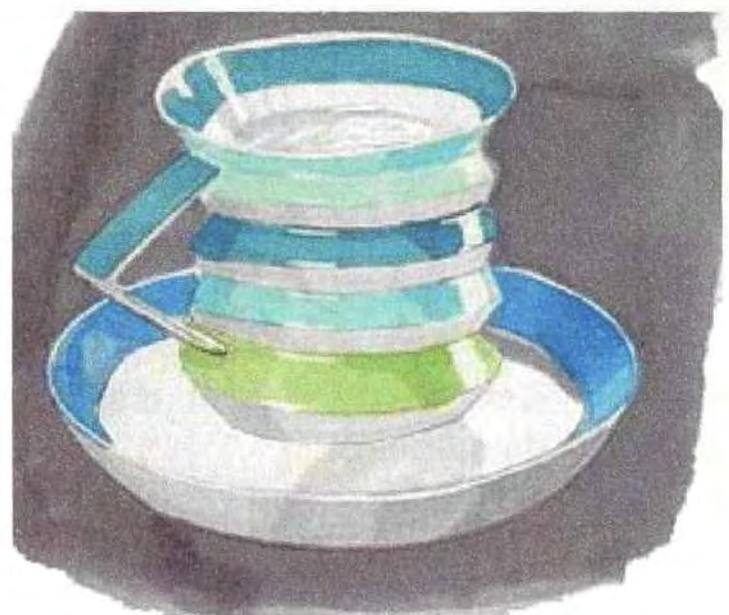
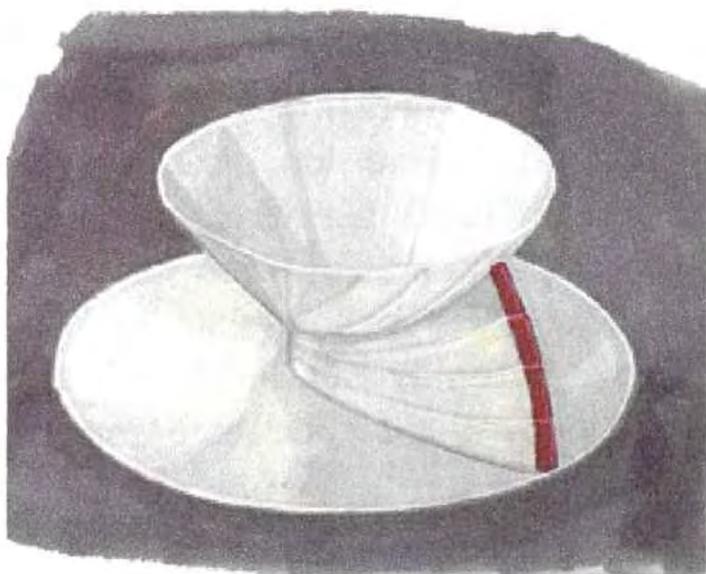
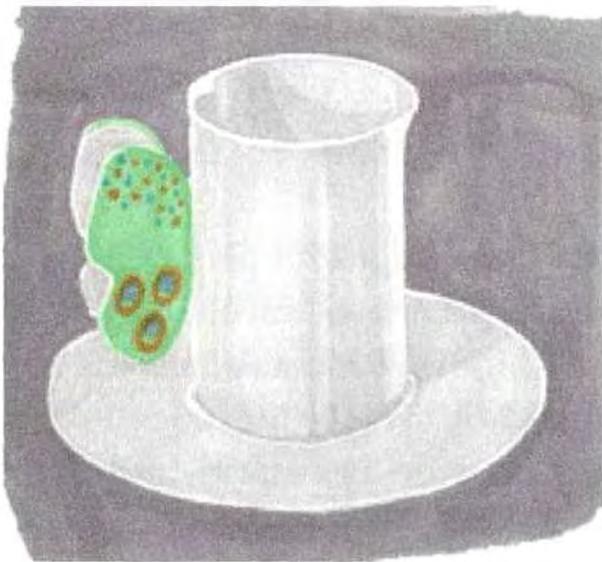


Imagen 36, 37, 38, 39, 40

DIBUJOS DE CONFORMACION GENERAL

También denominados Ilustraciones, rénderings, dibujos de presentación, dibujos de aspecto formal. Representan la visualización de una idea con medios altamente icónicos.

Rodríguez⁴⁰ los define como la representación bidimensional de un producto a través de las diversas técnicas de proyección existentes y con medios altamente icónicos: color, texturas, luz y sombra, figura-fondo. El réndering facilita, por tanto, la visualización de conceptos.

Se pueden considerar dibujos de conformación general a la representaciones bidimensionales elaboradas especialmente para la comunicación fuera del equipo de diseño de ideas, alternativas o caminos a seguir.

Un dibujo nunca puede reemplazar a una maqueta y es un error iniciar la producción de un objeto sin haber invertido en ella; pero construir una buena maqueta cuesta mucho tiempo y dinero, por lo cual, raramente se confeccionan más de uno o dos ejemplares. Por otra parte, empezar a construir una maqueta ata al diseñador desde un primer momento a un estilo y unas medidas difíciles de modificar. Frente a eso, con una serie de dibujos de calidad, el diseñador podrá ofrecer diferentes enfoques y compromisos entre, por ejemplo, coste y aspecto.

Los artículos fabricados en serie se confeccionan siempre a partir de dibujos técnicos. El problema surge entonces con el escaso número de clientes que son capaces de imaginar un objeto a partir de estos dibujos. A medida que los dibujos técnicos se volvieron mas depurados y abstractos en la búsqueda de una representación totalmente inequívoca del objeto, ha sido necesario, desde finales de la Segunda Guerra Mundial, recuperar técnicas para la representación en diseño, con el propósito de contribuir a comunicar mejor las intenciones del diseñador a quienes no saben leer dibujos en proyección ortogonal. Es por esto que los diseñadores se vieron obligados a presentar sus propuestas de manera que los clientes pudieran comprenderlas.⁴¹

Günter⁴² hace una referencia a esta técnica indicando cómo los diseñadores industriales norteamericanos han desarrollado un método para realizar sus representaciones de productos llamadas réndering, realizadas con pastel, disolventes y, en ciertos casos, rotulador. El procedimiento encuentra aplicación preferentemente (señalará Günter) en la industria automovilística, cuando se quieren representar con mucho efecto proyectos nuevos antes de empezar la construcción de modelos.

⁴⁰ Rodríguez, Gerardo: op. cit.,

⁴¹ Luzadder, Warren J.: 1988. *Fundamentos de dibujo en ingeniería*, México. PrenticeHall Hispanoamericana S.A., 1988, p. 1

⁴² Günter, Hugo Magnus: op. cit., p. 92

Teniendo que comunicar el estado futuro del proyecto, estado que depende de factores todavía no conocidos, el dibujo de presentación acostumbra a ser voluntariamente impreciso a fin de no cerrar caminos; define de una manera global las alternativas y busca la identificación del interlocutor con el proyecto.

Posteriormente se decide la disposición de todos los elementos y se fijan dimensiones. Las decisiones tomadas en esta fase hay que discutir las con el cliente antes de encargar una maqueta. Sirve para ello cualquier técnica (Powell).⁴³

Esta técnica se conocerá también como técnica de mezclado siendo por tanto la técnica en donde se mezclan dos o más medios en un trabajo. Su resultado ha de acercarse lo más posible a la realidad.⁴⁴

Representaciones técnicas de este tipo son con frecuencia una combinación de tiza de pastel, lápices de color y rotuladores. Se utilizan papeles especiales donde se aplican sombras en el reverso con rotuladores negros u oscuros (muy utilizado en las empresas automovilísticas). El color se negaba a través del papel blanquecino y las sombras aparecen más difusas.

La interpretación de los conceptos requiere una superior comprensión de los elementos gráficos y técnicas de representación, combinados con una destreza no solo para presentar la idea y sus elementos, sino también para insinuar las texturas, etc.⁴⁵

Habrà de tener en cuenta los factores ya indicados de: profundidad y 2D, representación de materiales, textos, color, etc.. Igualmente, se habrá de elegir para cada situación cual es el medio idóneo, el mas rápido, aquel que mas ayuda; en definitiva el que proporcione el mejor resultado.

Al poder ver el aspecto general del producto en su globalidad y al poder predecir de alguna manera algunos de los problemas a resolver hace que este tipo de dibujo sea especialmente adecuado para la búsqueda y valoración de alternativas formales.

En algunos casos es utilizado el réndering como instrumento de venta. Sobre este hecho se pronuncian Mañá y Balmaseda⁴⁶ en contra de este tipo de utilización:

“En este sentido, pensamos que deberían superarse las actitudes de rechazo que presentan algunos Diseñadores frente al mismo y que hacen que se le utilice solamente como un instrumento de venta, desarrollado al margen del trabajo de investigación formal”.

⁴³ Powell, Dick: *Técnicas de presentación*, op. cit., p. 143

⁴⁴ Günter, Hugo Magnus: op. cit., p.184

⁴⁵ Swann, Alan: op. cit., p. 71

⁴⁶ Mañá, Jordi y Balmaseda, Santiago: *El desarrollo de un diseño industrial*. Instituto de la pequeña y mediana empresa industrial. Madrid, 1990, p. 49

El proceso de desarrollo de un concepto en sus primeras fases es rápido y estimulante, y puede conseguirse mucho en muy poco tiempo. Sin embargo, los procesos involucrados consumen cada vez un tiempo mayor según va evolucionando el trabajo; hay que aplicar el color con más cuidado, las perspectivas han de ser realizadas con mayor precisión y los esquemas deben ser cada vez más fieles. De todas formas en aspectos posteriores del proyecto, la técnica se vuelve más precisa, es el ejemplo del desarrollo del concepto previamente seleccionado. Es en las fases referentes al desarrollo de alternativas sucede lo mismo.

Para Swann⁴⁷, en el mundo profesional no hay controles absolutos sobre la forma en que cada uno hace su trabajo. El trabajo efectuado debe transmitir con precisión visual la idea inicial y ello de forma rápida y económica.

Un aspecto que requiere importancia es la referencia al tamaño del producto. Aunque en esta fase del proyecto el diseñador suele mostrar junto con estos dibujos modelos tridimensionales al cliente, se hace necesario una referencia a la escala natural pero en ocasiones esto se hace muy difícil. El diseñador suele recurrir a la inclusión de elementos conocidos al lado del diseño, como por ejemplo lapiceros, manos, etc.

Respecto al tamaño de los dibujos y como ya se indicó (principio del capítulo), los dibujos de conformación general suelen ser realizados en formato DIN A-3 ó DIN A-2. Por ejemplo casi todas las representaciones de automóviles se hacen a escala muy grande, lo que facilita un trabajo más desenvuelto⁴⁸. Las pequeñas imprecisiones desaparecen en la reducción posterior, y es precisamente esta técnica la que consigue efectos muy sugestivos.⁴⁹

Otro factor clave para ejecutar bien esta técnica es el conocimiento de los materiales propios del producto. En el diseño de una silla el dibujo no es la silla; simplemente representa una idea que se realizará en madera, en metal u otro material cualquiera. No es factible imaginar una forma real si no es en algún material, ya que no puede existir aparte de éste. Para ello el diseñador ha de conocer la representación gráfica de los diferentes materiales.

Se tienen ideas en madera, o en metal. Cuanto más se sabe acerca del material, mejores y más imaginativas son las ideas. Esta será para Robert Gillam⁵⁰ la verdadera imaginación.

Se recrean texturas de forma rápida con la ayuda del papel de lija o superficies rugosas que son colocadas debajo de los dibujos y rayadas hasta conseguir el efecto. La utilización de brillos por medio de tippex o tinta china blanca, ayuda a la visualización del objeto.

⁴⁷Swann, Alan : op. cit., p. 18

⁴⁸ Este hecho queda reflejado en entrevista personal con Dominique Leonard, diseñador de estilo del grupo Peugeot.

⁴⁹ Günter, Hugo Magnus: op. cit., pp.95-96

⁵⁰ Gillam Scott, Robert: *Fundamentos del diseño*, México, Editorial Limusa, 1991, p. 6

El fondo:

Cuando un objeto deba encontrarse sobre un fondo, se pega una plantilla con la forma positiva del objeto sobre el papel del rotulador y se opera con el color diluido sobre toda la superficie. Al objeto mismo puede aplicarse tiza de pastel pulverizada (sin empleo de disolvente) frotando el color en polvo con algodón en la plantilla nueva, la negativa, y fijándolo acto seguido.⁵¹

Diferencia entre dibujo de presentación y técnico:

Hay que señalar que el dibujo de presentación es muy diferente del dibujo técnico, que es el que servirá como referencia en la fase de desarrollo del producto.

Con una serie de dibujos de calidad, el diseñador puede ofrecer muchos enfoques e ilustrar diferentes compromisos entre, por ejemplo, coste y aspecto. En cuanto se toma una decisión, el diseñador está en condiciones de pasar rápidamente a la fase de maqueta, con la seguridad de haber resuelto correctamente todos los problemas técnicos, ergonómicos y de usuario.⁵²

PAPEL COLOREADO

Podría definirse como una herencia del carboncillo y el papel de estraza. El papel coloreado es idóneo para simular materiales transparentes, metales, muebles y para dibujar sobretodo objetos básicamente monocromáticos.

Para trabajar con papel coloreado se debe buscar un papel cuyo valor tonal sea lo más parecido al del objeto que se vaya a representar y se oscurecen las sombras con rotulador, pastel o lapiceros de color y se aclaran las zonas de mayor intensidad lumínica con polvo de pastel, lapiceros de color o témpera. Los valores tonales medios sobre un papel oscuro ofrecen reflejos de un contraste elevado dando vivacidad al resultado. Debido a este efecto esta técnica se adapta también a la representación de objetos transparentes y metálicos, debido a que por su naturaleza, emiten destellos intensos. El secreto del dibujo de superficies transparentes consiste en trabajar desde el fondo hasta la superficie, técnica que favorece el empleo de papel de color.

El proceso de realización consistiría en dar primeramente la forma del objeto sobre el papel con un lapicero claro. A partir de ahora se trabajará del oscuro al claro, todo lo contrario a como se trabaja con un papel blanco. Si el papel es muy oscuro se habrá de trabajar a partir del tono extremo y avanzar hacia valores más claros.

Como inconveniente de esta técnica puede citarse el que este tipo de papel no es transparente, por lo que el calcar el dibujo se hace difícil. Una técnica para conseguir traspasar un original consiste en impregnar el reverso de éste con pastel claro, se apoya la hoja sobre la base coloreada y se recorre el dibujo con un lápiz duro. Otra técnica es utilizar papel de calco similar al papel de carbón pero de colores. Por otra parte, esta técnica no es muy apropiada para dibujar objetos multicolores. Las zonas de color aisladas no presentan problemas pudiéndose

⁵¹ Günter, Hugo Magnus: op. cit., pp.92-95

⁵² Powell, Dick: *Técnicas de presentación*, op. cit.

aplicar el color con témpera u otro medio opaco, pero la base se impone a cualquier color transparente y lo desvirtúa. Powell(1985)⁵³ recomienda como soporte los papeles Ingres y Sugar, debido a que los lapiceros de color funcionan extraordinariamente bien sobre estas superficies. Trabajando con rotulador sobre papel coloreado se hace necesario planificar de antemano todos los trazos y trabajar de modo que el efecto de rayado constituya un ventaja. Pese a las ventajas que ofrece es un técnica que est  en desuso. Arends(1985)⁵⁴ hace igualmente referencia a este hecho.



Imagen 41



Imagen 42

⁵³ Ibidem, p. 102

⁵⁴ Arends, Mark: *Product rendering with markers*. New York, Editorial Van Nostrand Reinhold, 1985.p. 125

MIXTA

Se podría definir como una técnica compuesta por la utilización de diferentes medios, de este modo se puede encontrar también definida como técnica de mezclado. Se mezclan diferentes materiales siendo en el diseño industrial un campo básicamente restringido a cuatro. Consiste en la utilización de rotuladores, pastel, lapiceros de color y témpera blanca. En diseño ésta será la técnica más utilizada por los diseñadores a la hora de presentar sus propuestas.

La técnica comienza en la representación formal del concepto a presentar. El soporte será preferentemente papel especial para rotulador del tipo Layout que ofrece una absorción perfecta para este tipo de material. Una de las características de este papel es la de no traspasar la tinta del rotulador al otro extremo, consiguiendo igualmente evitar que la tinta se corra a través del dibujo. Igualmente dado el carácter de transparente con que cuenta puede calcarse el original si lo hubiera. El dibujo formal puede realizarse con lápiz de grafito, de color o bolígrafo. A continuación se aplicarán las zonas más oscuras, siempre con rotulador, quedando las claras para ser aplicadas con polvo de pastel. Se definirán los contrastes mayores con lapiceros de color. Para las zonas de mayor intensidad de luz como pueden ser los reflejos, se exageran utilizando para ello brillos por medio de témpera blanca aplicada con pincel o tinta blanca aplicada con estilógrafo.

Entre sus ventajas cuenta con la rapidez de ejecución y la posibilidad que ofrece de simular de una manera rápida los diferentes acabados superficiales así como los distintos tipos de material con que cuenta el objeto. De este modo para simular una superficie elaborada en un material plástico brillante se recurre a trabajar las zonas oscuras con rotulador y las claras con pastel, utilizando la goma para generar sobre este pastel zonas de brillo consiguiendo en este caso el efecto deseado. Si por el contrario la representación que se ha de realizar consiste en un material cuya reflectancia es baja se recurre al uso masivo del rotulador, tanto para las zonas oscuras como para las claras, quedando la gradación tonal en base al mayor o menor número de pasadas del rotulador por la zona o al uso de un tono más oscuro.



Imagen 43

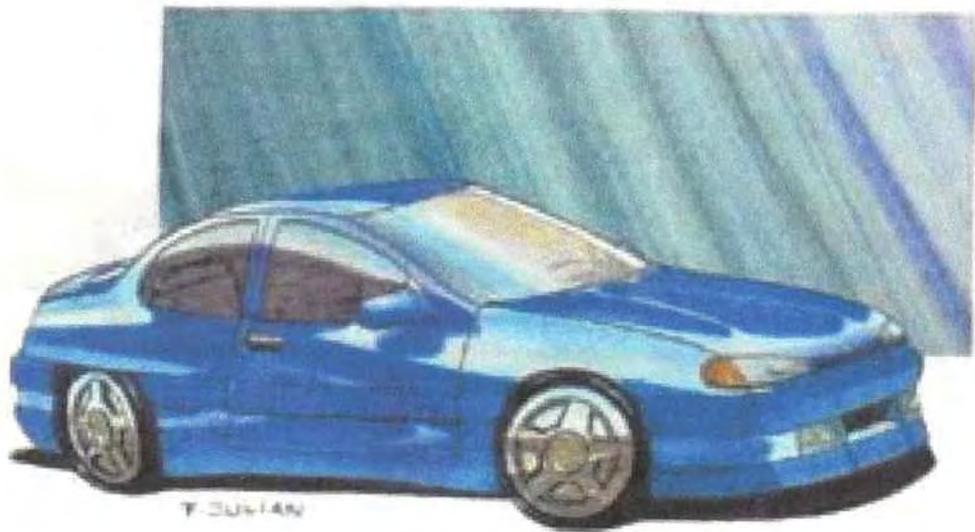
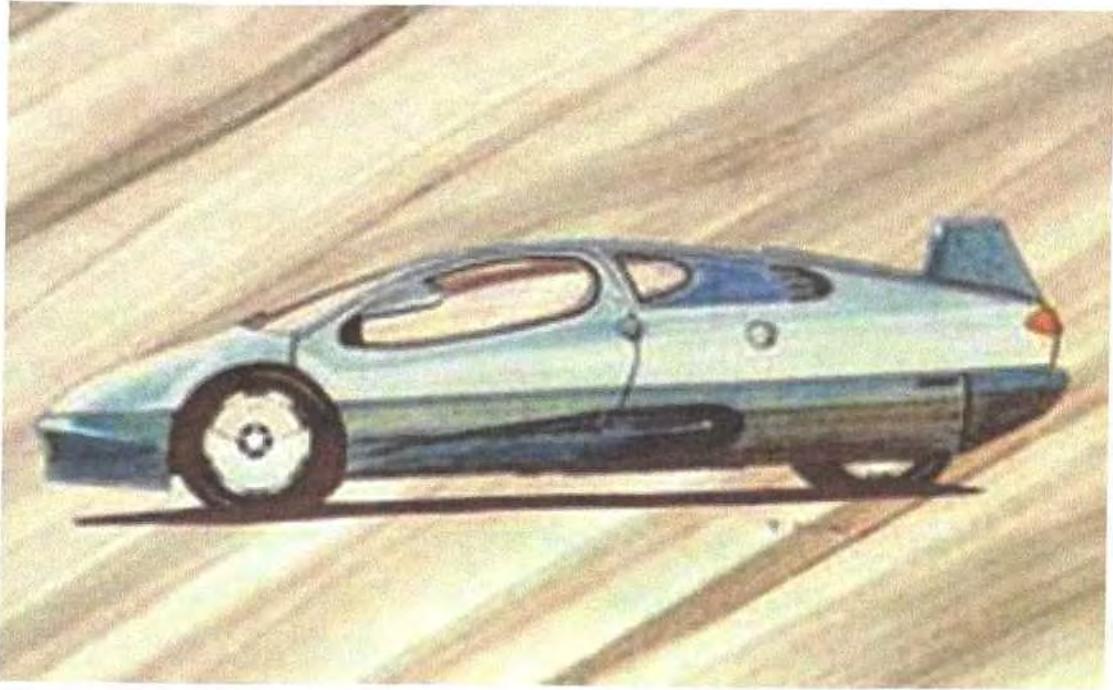


Imagen 44, 45, 46, 47

Esta técnica permite la simulación del material⁵⁵ del que se componen los objetos diseñados de una manera sencilla y rápida. Debido a las características de los materiales con que se trabaja, se destacan las mejores respuestas de cada uno de ellos a cada efecto. Se consiguen fácilmente acabados de aspecto plástico mate, plástico brillante, aspecto metal cromado, madera, superficies transparentes, etc.

Para el *plástico mate* se trabaja solo con rotulador, rotulador y lapicero color, o solo con pastel. Se ha de tener siempre en cuenta y en todos los casos el ángulo de incidencia de la luz.

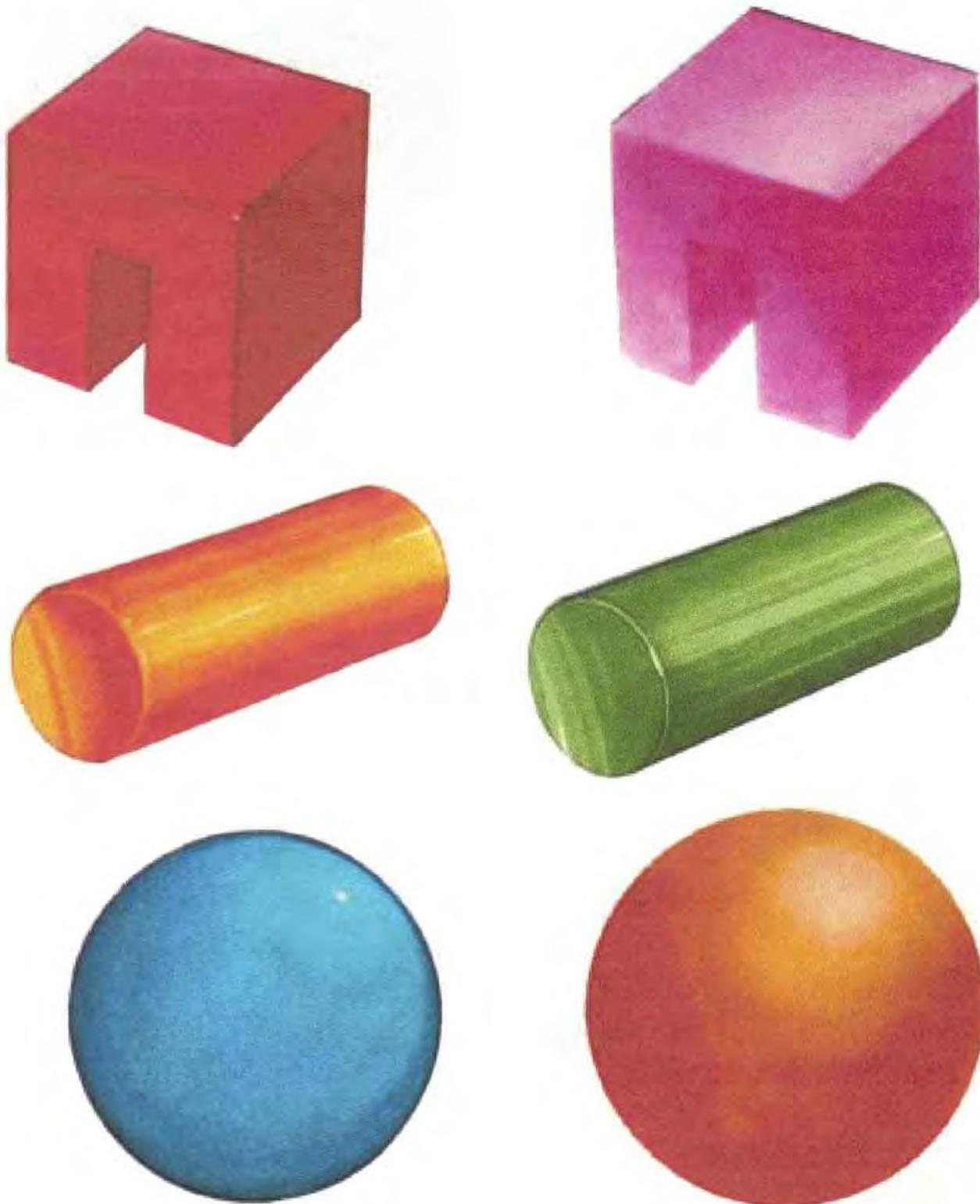


Imagen 48, 49, 50, 51, 52, 53

⁵⁵ Maier, Manfred : *Procesos elementales de proyección y configuración*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A. 1982, p. 11. vol. 2. En el curso de Basilea, en ejercicios elementales analizaban el cambio que se produce en los materiales al alterar su entorno, el trabajo de las superficies, el tipo e incidencia de la luz y las leyes de la composición. El efecto del material es fundamental en la elaboración y plasmación de los trabajos. Por ello, la relación entre el carácter, la forma y el color de los materiales.

Para el plástico brillante se trabaja solo con pastel, haciendo el reflejo de la superficie más clara solo con un borrado de goma. Otra posibilidad es la utilización de rotulador en las zonas más oscuras y pastel en las más claras, procediendo igualmente al borrado en la zona más clara.

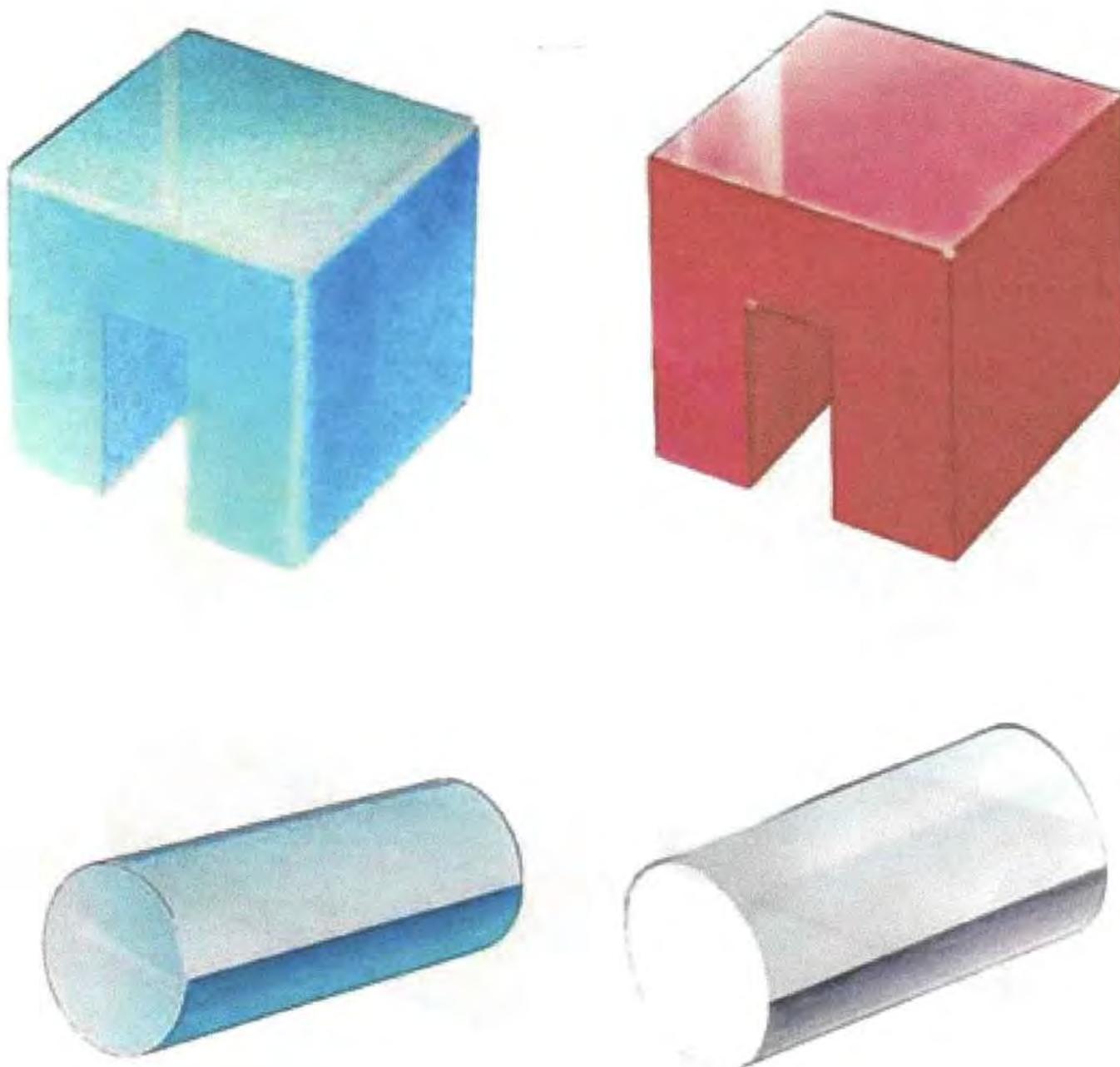


Imagen 54, 55, 56, 57

El aspecto cromado se consigue utilizando rotulador para las partes más oscuras, lápiz color resiguiendo algunas caras y pastel para las zonas más claras. Un aspecto importante es el tener en cuenta los elementos que se ubicarán al lado del objeto ya que éstos quedarán reflejados en él y a la vez transmitirán parte de su color.

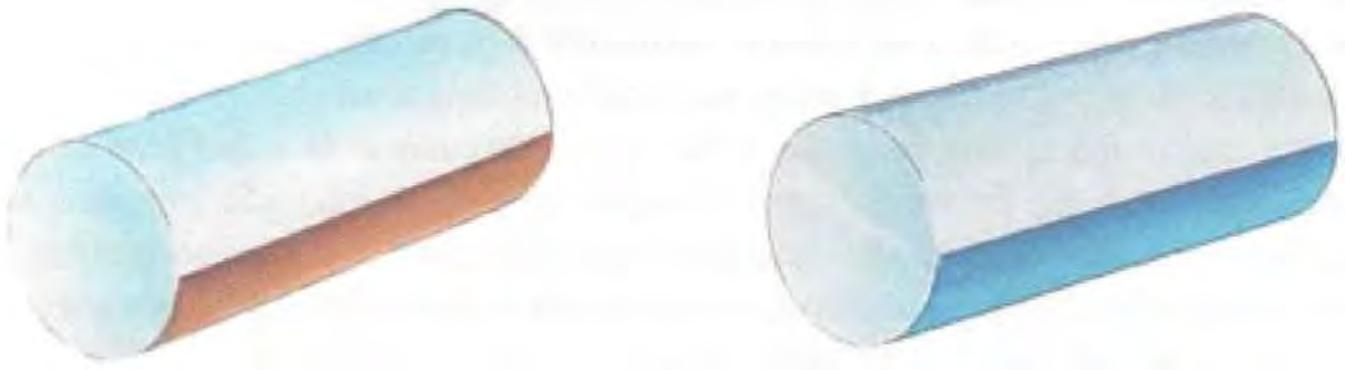


Imagen 58, 59

Para la representación de la madera se puede recurrir a dos técnicas, una consistente en diluir pastel con algún disolvente y hacerlo discurrir por el papel con un algodón intentando simular las vetas de la madera. Para ello se elegirán los colores que más se aproximen al tipo de madera a representar. La otra técnica consiste en realizar trazos con rotuladores. A esta técnica se le suele sumar el uso de lapiceros de color para acrecentar el efecto.

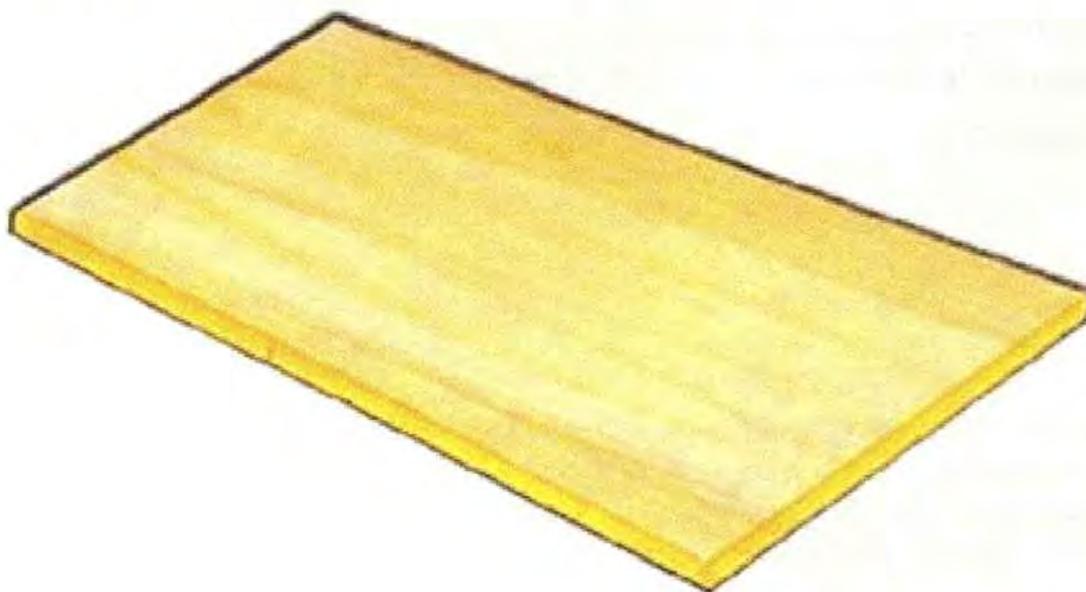
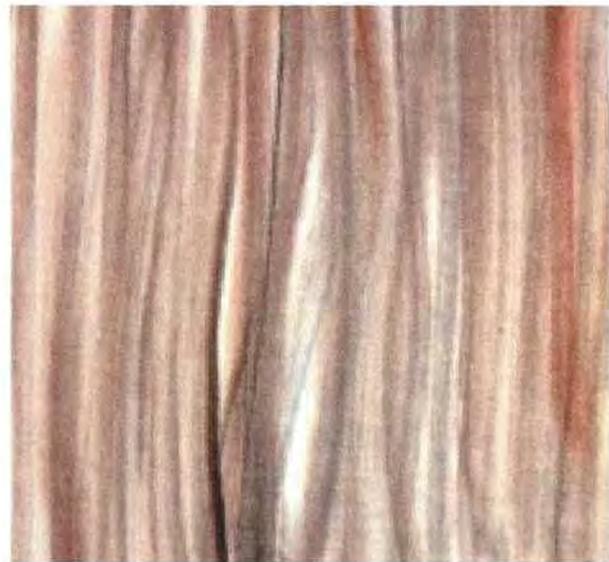


Imagen 60, 61, 62

La representación de superficies transparentes se generan de diversas formas. Una consiste en trabajar directamente con rotulador y posteriormente generar reflejos con un lápiz blanco. Otra consiste en dar una capa de pastel claro si la superficie es oscura y trazar líneas con la goma o dar pastel oscuro si la superficie es clara y proceder al borrado. En estos casos siempre se habrá trabajado primero con el rotulador. Una tercera forma consistiría en trabajar con rotulador más claro algunas de las zonas que se encuentren debajo de la superficie transparente y otras zonas con el mismo color pero más saturado.



Imagen 63, 64, 65, 66

Otro efecto importante es la representación de texturas. La textura por lo general sugiere una sensación táctil que acompaña una superficie. La comparación de las características de textura de los objetos son una parte fundamental de la comprensión y la aplicación de la textura al diseño.⁵⁶ Ver las estructuras de las cosas es muy importante⁵⁷, aunque sean las de la parte más superficial, lo que se llama textura es decir, la sensibilización de una superficie mediante signos que no alteran su uniformidad. Hablando del curso básico de diseño visual, Munari⁵⁸ dice que no es solamente la forma lo que se ha de estudiar sino también la apariencia, el estudio de las superficies.

⁵⁶ Van Dyke, Scott : *De la línea al diseño*, México, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1984, p. 22.

⁵⁷ Los impulsos para trabajar con materiales se remontan a los profesores del Bauhaus y a movimientos de las artes liberales de los últimos cincuenta años. El curso de la Escuela de artes y oficios de Basilea tenía como objetivo conocer las relaciones recíprocas entre el material, la técnica y la forma, las cualidades táctiles y ópticas, y en enriquecer el sentido del tacto.

Maier, Manfred : op. cit., p. 10. vol.2.

⁵⁸ Munari, Bruno: *Diseño y comunicación visual*. Editorial Gustavo Gili, S.A., 1973. pp. 22-23

Este libro se basa en un conjunto de 50 lecciones sobre Comunicación Visual que dio en el Carpenter Center for the Visual Arts de Cambridge, Massachussets, en 1967 por encargo de la Harvard University.

Los efectos de textura como pueden ser la piedra o materiales rugosos se consiguen con cualquier material de dibujo, haciéndolo pasar por una superficie rugosa que se colocará debajo del papel. Se puede colocar papel de lija u otro material que transmita tras el rozamiento la textura que más se adecue a la necesidad requerida.

*“La percepción de un dibujo o una textura pueden cambiar inmediatamente con los colores utilizados a su alrededor, y por ello es mejor experimentar con una gama de dibujos y texturas para conseguir el efecto deseado”.*⁵⁹

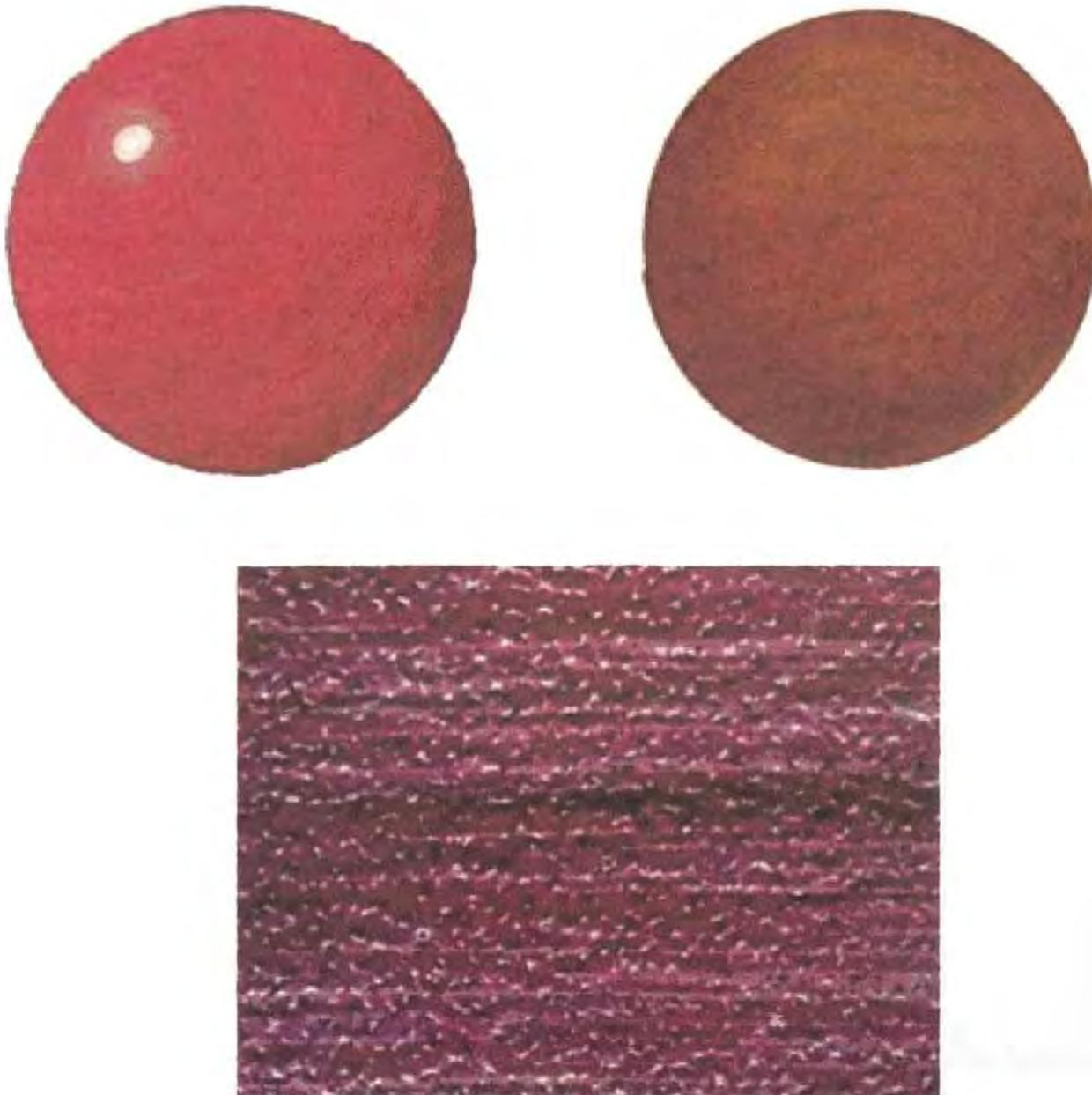


Imagen 67, 68, 69

AEROGRAFO

Técnica más usada en ilustración que en el diseño de productos. Los diseñadores la han utilizado básicamente para presentaciones finales y algo menos para reuniones de trabajo. En ello habrá contribuido por una parte el coste del material y por otra lo laborioso de su realización. Actualmente los dibujos de presentación están siendo sustituidos por los medios informáticos.

⁵⁹ Berry, Susan : *Diseño y color*, Barcelona, Editorial Blume. 1994, p. 15.

La técnica consiste una vez realizado el aspecto formal del objeto en crear máscaras, esto quiere decir, en tapar las zonas de color que no se desean pintar en ese momento, dejando al descubierto aquellas que se vayan a trabajar. Para ello se utiliza película de enmascarar, la cual deberá de ser cortada con un cutter, cuchilla o bisturí. El soporte deberá ser especial para aerógrafo, permitiendo pegar y despegar esta película de enmascarar.

Para la realización de trazados rectos se recurre al uso de reglas, al igual que para efectos de difuminado. En muchas ocasiones se utilizan pinceles para ciertas zonas que no han quedado perfectamente definidas.

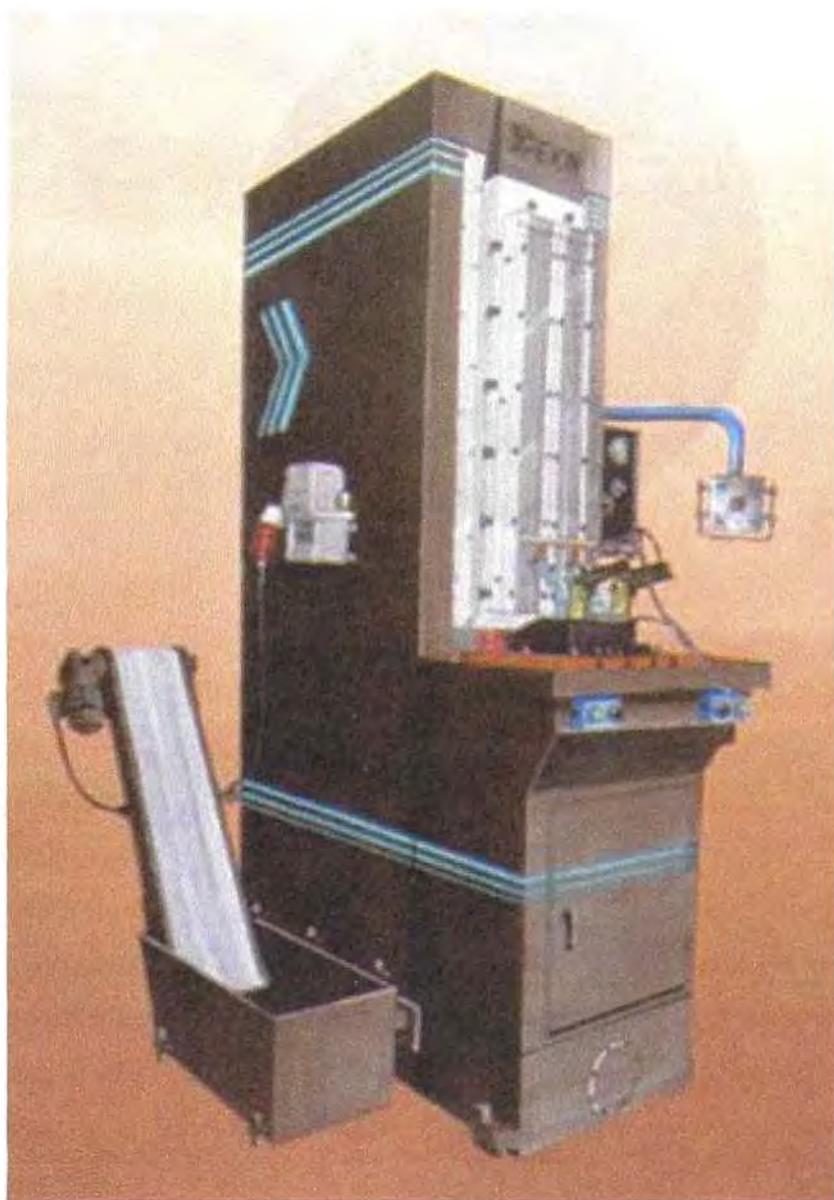


Imagen 70

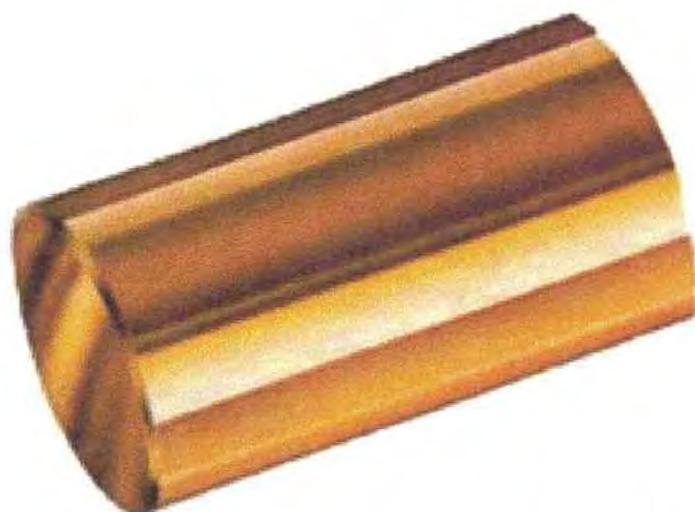


Imagen 71, 72, 73

EL DIBUJO DESCRIPTIVO

Dibujos donde priman los aspectos de construcción, manejo y funcionamiento. Los dibujos descriptivos transmiten cierta información sobre el producto y son un elemento necesario en muchos diseños de presentación. Pueden ser completamente esquemáticos, como por ejemplo los mapas del metro de Londres o de París, o incluir elementos como cortes o secciones. Si bien los dibujos descriptivos forman parte del repertorio de todos los diseñadores, son los diseñadores industriales y los arquitectos quienes más los utilizan para mostrar cómo un diseño transmitirá la información o instrucciones que es preciso incluir en él. Entre la amplia variedad de dibujos descriptivos que se pueden utilizar se encuentran la sección transversal, los esquemas de corte, diagramas de circulación, dibujos despiezados en el orden de colocación de las diferentes partes de la pieza, pictogramas, diagramas narrativos, etc.⁶⁰

En opinión de Simpson⁶¹, el diseñador también ha de ser capaz de realizar proyecciones ortográficas, diagramas esquemáticos, diagramas y gráficos de flujo, dibujos secuenciales e ilustraciones a mano alzada. Cada uno de ellos cumple una función concreta y consiste en transmitir información. Cada uno ayuda a describir una función, una característica, un proceso.

El uso de texto en muchos casos se hace necesario, incluso hay procesos en fases más avanzadas del proyecto donde la representación del modelo volumétrico es fundamental, pero existen situaciones donde un dibujo describe mejor, de forma más clara y rápida aquello que se quiere demostrar. Por ejemplo, para explicar los componentes internos de un taladro de mano sería una locura la realización de una maqueta por el costo de tiempo y dinero, sería elevado; otra posibilidad es la presentación de planos técnicos, pero el problema surge cuando algunos interlocutores tienen dificultades en la lectura de dibujos técnicos; es en estos casos donde se comprueba la eficacia de un buen dibujo descriptivo.

El producto ha de ser siempre el punto de referencia. Como ya se indicó, tanto el uso de fondos, figuras, texto, color, etc., no han de distraer el concepto del diseño, sino apoyarlo.

OBJETOS EN CORTE O SECCION

Simpson los denominará ilustraciones silueteadas (un gran corte o rotura) presentan invariablemente una imagen de tres cuartos, en perspectiva, de la parte exterior de un objeto, seccionado de manera que se puedan ver los detalles internos u ocultos.

Los cortes permiten ver los planos interiores del objeto o parte de ellos, y con frecuencia ofrecen simultáneamente una visión tanto interior como exterior de la

⁶⁰ Mulherin, Jenny: op. cit.

⁶¹ Simpson, Ian: op. cit., p. 129

forma del objeto. Los cortes transversales que muestran las capas o niveles de un objeto pueden ser muy detallados.

Para Powell⁶² serán objetos en sección: un gran corte, una rotura, esquemas. Dirá que es un recurso excelente para describir su disposición interna y funcionamiento. Señala que hay que seleccionar con rigor qué partes se cortan y cuándo. Hay que centrarse en las partes que exigen principalmente la descripción. Señala que la perspectiva ha de ser rigurosa, correcta. Los errores de perspectiva se harán obvios al dibujar el interior. La línea de corte se ha de marcar con un color vivo para evitar confusiones.

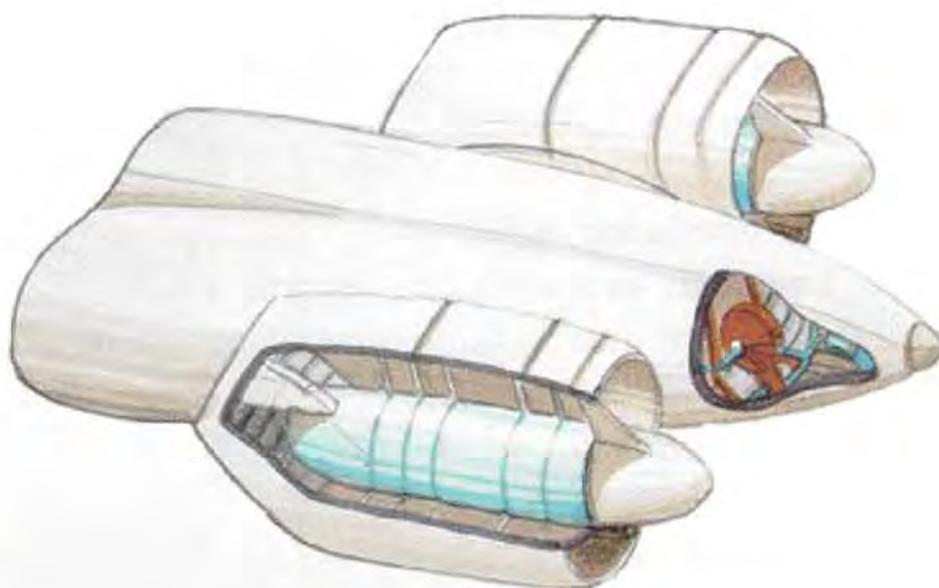


Imagen 74

IMAGENES SECUENCIALES

Se podría definir como otra forma de lo que más adelante se comentará con el nombre de diagramas esquemáticos o de flujo. Se ve por fuera y luego se ve por dentro.⁶³ Podría igualmente formar parte de los objetos en corte si éste se realizara solo a una parte del objeto.

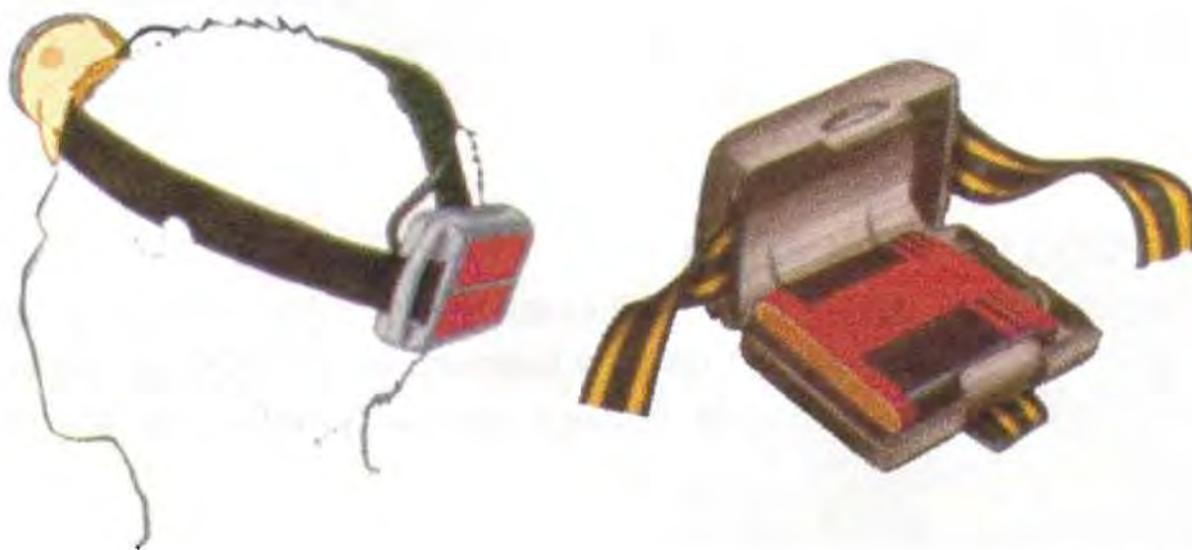


Imagen 75

⁶² Powell, Dick: op. cit., p. 140

⁶³ Simpson, Ian: op. cit., p. 130

PERSPECTIVAS DE DESPIECE

También denominadas diagramas operacionales (Mulherin, 1987)⁶⁴. G. Rodríguez los define como la manera de visualizar la estructura por medio de una perspectiva en la que los componentes están desarticulados. Cada pieza o grupo consta de varios elementos que pueden representarse separadamente, independientes unos de otros. Pero si se agrupan de forma que el dibujo ya da una idea bien clara de su posición relativa y la forma en que van montados los elementos, se tiene lo que se llaman perspectivas de despiece o vistas explosionadas. El principio consta por tanto en separar los elementos componentes de forma que no se pierda la idea de su posición relativa.

Para Simpson⁶⁵ el dibujo en explosión es un medio para establecer la relación entre las piezas constructivas y se dibuja en el orden en que el objeto se monta o se desmonta. Las distintas partes que componen todo el montaje se dibujan de tal manera que cada una de ellas resulta fácil de reconocer e identificar en caso de que haya que sustituirla, pero sin que quede aislada de sus vecinas inmediatas. Esto significa que aunque se presente el objeto desmontado, todavía es posible hacerse una idea de la imagen completa, totalmente montada. Cuando el objeto comprende demasiadas piezas, a menudo hay que hacer una serie de ilustraciones, cada una de las cuales aparece como un submontaje del objeto completo. French y Svensen⁶⁶ comentarán la importancia de una buena representación más que un trabajo artístico.



Imagen 76

⁶⁴ Mulherin, Jenny: op. cit., p. 73. Los diagramas “operacionales” son cuatridimensionales, en tanto que muestran la mecánica del objeto y su montaje o conexión. El tipo de dibujo, tan eficazmente explotado, que muestra cómo encajan las diferentes partes de un objeto representándolas suspendidas en el aire alrededor del objeto, es un diagrama operacional. Y también lo es el dibujo “comprimido”, menos convencional, en el que, por ejemplo, las distintas piezas de un lápiz forman un acordeón dentro del perfil del propio objeto. Las distintas fases de elaboración por las que atraviesa un lápiz pueden sumarse gráficamente en la forma del mismo lápiz.

⁶⁵ Simpson, Ian: op. cit., p. 128

⁶⁶ French, Thomas y Svensen, Carl: *Dibujo Técnico*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1975. Para ciertos fines, o cuando las formas son difíciles de interpretar, es conveniente recurrir al sombreado o iluminación de ciertas partes de las piezas o conjuntos. En la industria es más importante conseguir una buena representación de la forma de una pieza o conjunto que un buen trabajo artístico

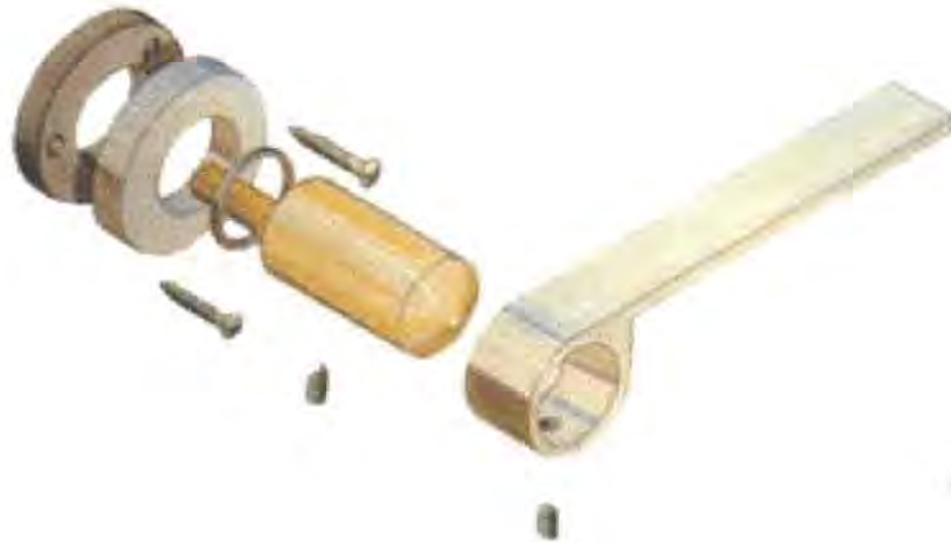


Imagen 77

Respecto al tipo de perspectiva a aplicar se suele recurrir al dibujo isométrico ya que no genera distorsiones en las proporciones de cada una de las piezas. Cuando se pretende solamente representar el número de piezas de que consta el objeto y su ubicación entonces se suele emplear la perspectiva cónica. En algunos casos con el mismo punto de vista para todas las piezas y en otras ocasiones con distintos para cada una de las piezas. En ocasiones se realizan sobre acetatos que se colocan sobre el original. Los dibujos en explosión transparencia cumplen la misma función; el exterior aparece como una superficie transparente en aquellas partes donde hace falta ver los detalles.⁶⁷ Powell⁶⁸ dirá que pocas veces emprende un diseñador despieces exactos ya que su construcción es muy laboriosa. En muchas ocasiones un despiece esquemático ayuda a describir la disposición de los componentes internos de un aparato y su relación con los internos.

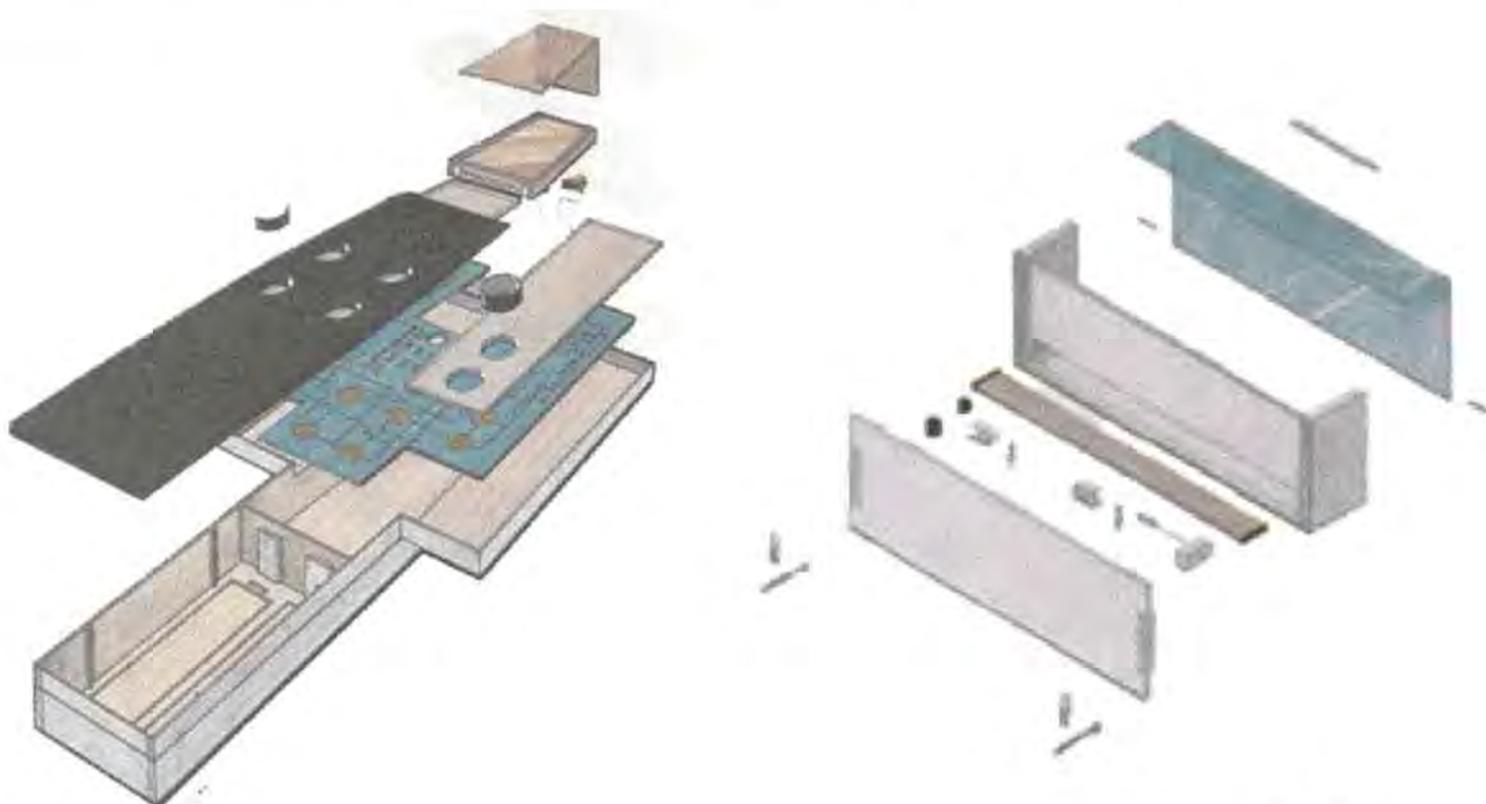


Imagen 78, 79

⁶⁷ Simpson, Ian: op. cit., p. 127

⁶⁸ Powell, Dick: *Técnicas de presentación*, op. cit., p. 142

LA VISTA EN DETALLE

En ocasiones y debido a la escala a la que se trabaja puede suceder que ciertas partes que el diseñador considera importantes de mostrar queden representadas a un tamaño menor del deseado. Esta es una situación donde una vista en detalle, es decir, dibujar a una escala mayor esa parte del objeto que se quiere mostrar se puede aplicar. En la vista en detalle además de ampliar aquella zona de interés se suele acompañar de texto con el objetivo de clarificar lo expuesto. Los dibujos más ampliados proporcionan al diseñador una manera más ampliada de mostrar detalles de sus propuestas a los clientes. También, y en esto consiste su mayor fuerza, facilitan una visión conjunta del producto, aunque los detalles en ellos pueden ser difíciles de absorber por algunos.

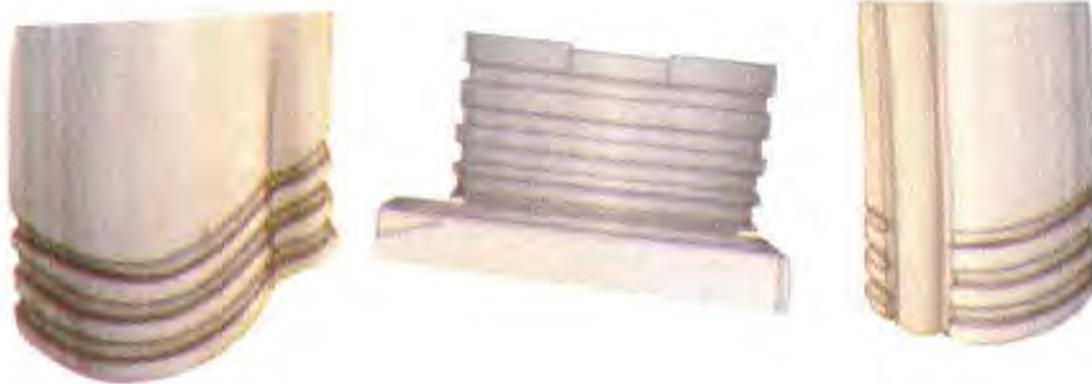


Imagen 80

DIAGRAMAS

G. Rodríguez⁶⁹ los define como una representación gráfica a través de dibujos geométricos en relación con las estructuras, funciones, uso, producción o aspectos de mercado de un producto, así como de sus interacciones. Para Simpson,⁷⁰ los diagramas presentan un esquema de los objetos de una forma lógica y a menudo estilizada. Para Laseau⁷¹ los diagramas pueden expresar la articulación estructural de un sistema.

- 1- Destilación: quitar del dibujo todo lo que no es importante.
- 2- Reducción: representar grupos de partes con un conjunto menos numeroso de símbolos facilita la comprensión del dibujo.
- 3- Extracción: mediante el contraste o el énfasis.
- 4- Comparación de características de los diferentes sistemas.

Algunos clientes tienen dificultad para leer los diagramas, en cuyo caso es preciso que en la presentación, por rudimentaria que ésta sea, se muestre con claridad cómo va a ser transmitida la información. Cuando hasta un tosco diagrama necesita explicación, es evidente que el mensaje no se ha recibido (Mulherin, 1987)⁷².

⁶⁹ Rodríguez, Gerardo: op. cit.

⁷⁰ Simpson, Ian: op. cit., p. 120

⁷¹ Laseau, Paul: *La expresión gráfica para arquitectos y diseñadores*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1982, pp 65-66

⁷² Mulherin, Jenny: op. cit., pp.17-18

Diagramas estructurales

Simpson los denomina de flujo y se caracterizan porque determinan los distintos componentes, partes y elementos que constituyen un producto, así como su interrelación.

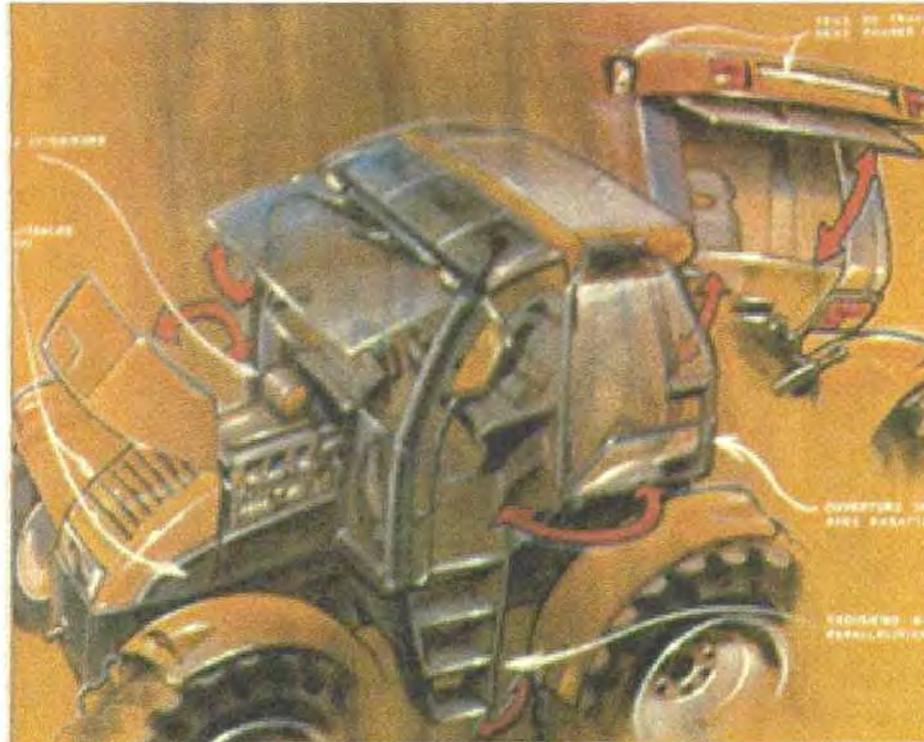


Imagen 81

Diagramas funcionales

Simpson los denomina esquemáticos: determinan las diversas funciones con que cuenta un producto, así como su interrelación. Un ejemplo de un diagrama esquemático es una ilustración donde aparece la típica mina de carbón y las relaciones entre la boca del pozo, los diversos túneles y pozos, los filones y los estratos rocosos que la rodean.

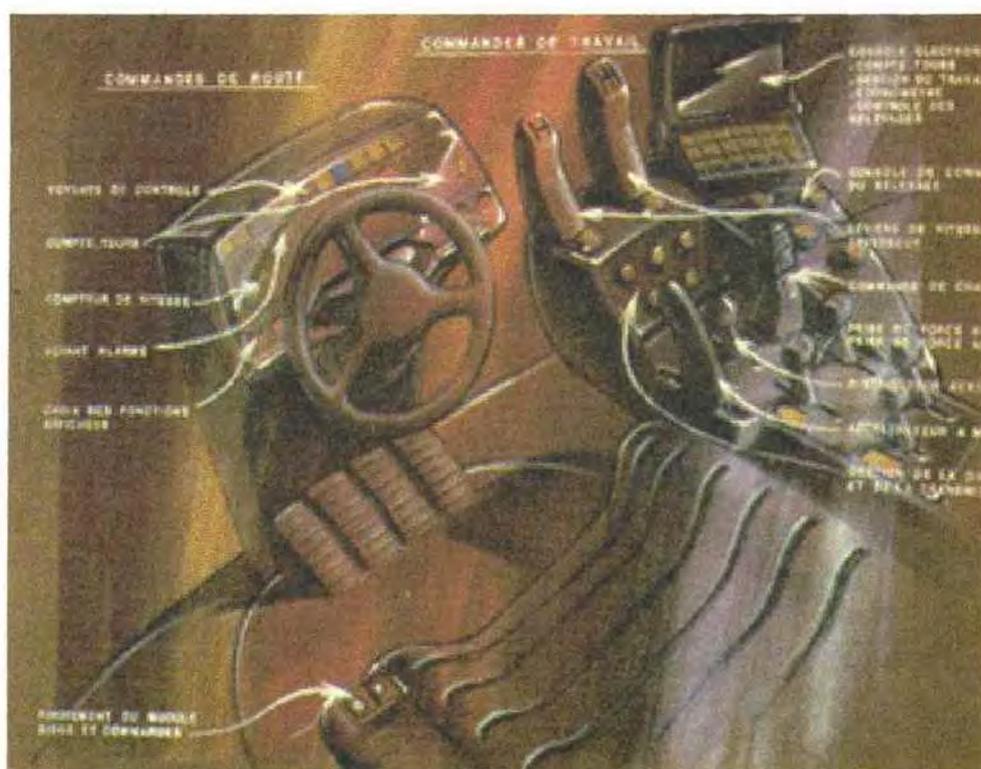


Imagen 82

Diagramas de uso

Determinan las distintas acciones que tiene que ejecutar el usuario en su interrelación con el producto (movimientos, esfuerzos, palancas...). Se denominan también diagramas ergonómicos. El elemento humano es fundamental en este tipo de diagramas. Se diseña por y para el hombre, mediante lo cual se hace innegable su referencia. Tanto en las fases de bocetaje, como de desarrollo de conceptos, la utilización de figuras humanas o de miembros es muy utilizada. En algunos casos sirve como referencia de tamaño, y en otros ayudará a describir con mayor facilidad partes del producto. Van Dyke⁷³ comentaba que estas figuras no requieren muchos detalles ni refinamiento. De otra parte, la utilización de figuras humanas transmite una cierta humanización al dibujo y elimina en parte esa posible frialdad de los objetos industriales. Para Van Dyke⁷⁴ será causa de urbanización y transmitirá realismo al dibujo. Para el estudio de los usos del producto y de los aspectos ergonómicos de éste la utilización de la figura humana ayuda en la comprensión en estos desarrollos. Todos estos aspectos tanto antropométricos como ergonómicos de un proyecto requieren del uso del dibujo para la realización de su estudio.

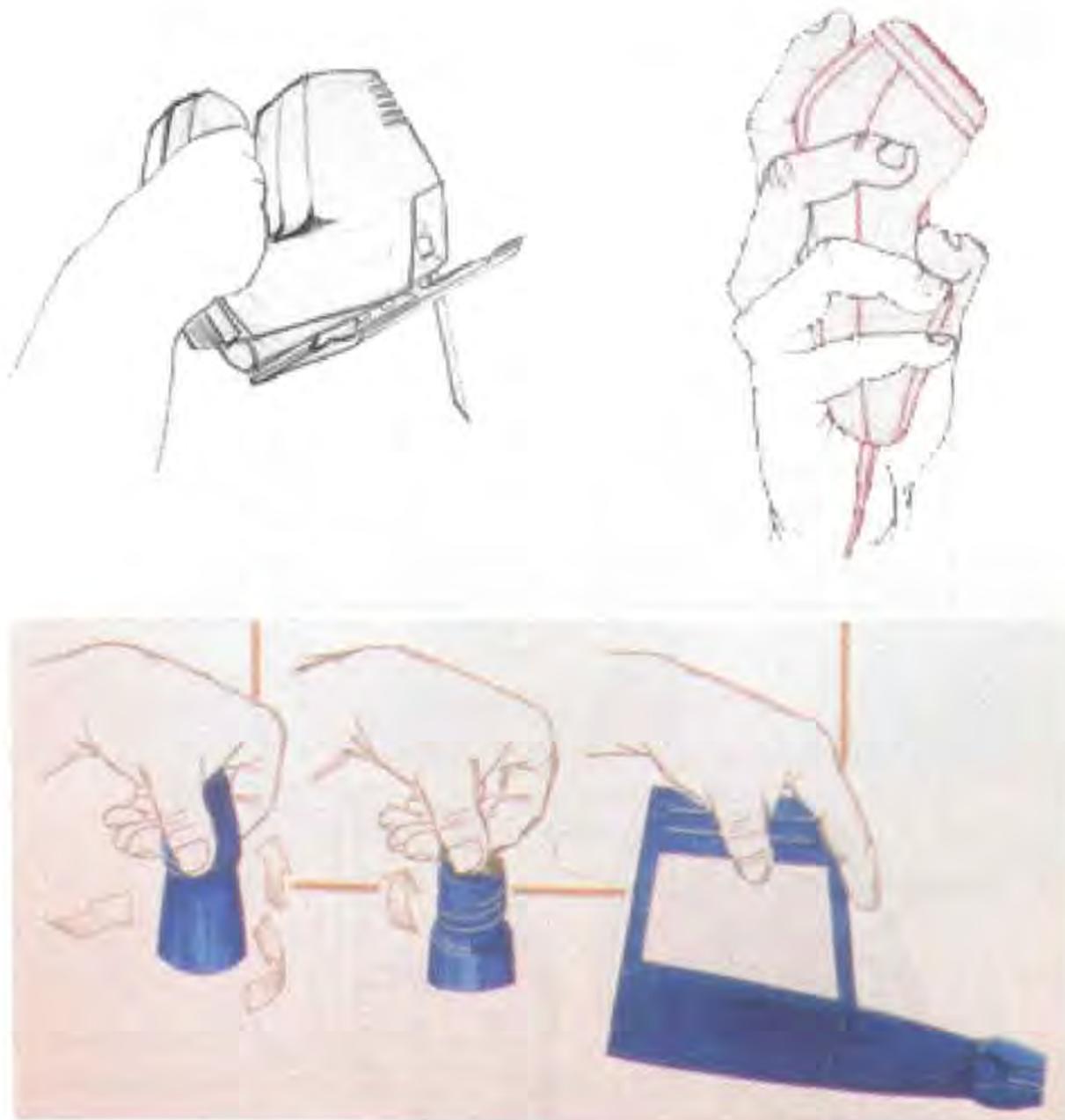


Imagen 83, 84, 85

⁷³ Van Dyke, Scott : op. cit., p. 117.

⁷⁴ Van Dyke, Scott : Ibídem.

Se prefiere, por lo general en este tipo de estudios, la utilización de maniqués. Estos maniqués suelen tener movilidad en las articulaciones, pero en lo que respecta a la representación de estos estudios, el dibujo de éstos es habitual. Se preferirá la representación de maniqués a la representación más realista del ser humano. Los maniqués en algunos casos son utilizados a escala 1/1. Una ayuda muy grande ha surgido en este campo con la utilización de ordenadores y en concreto de la realidad virtual. Actualmente van apareciendo programas informáticos en que se nos presentan a estos maniqués ya configurados sobre la pantalla y donde el diseñador sólo ha de indicar la situación y los parámetros para obtener posteriormente los resultados requeridos.

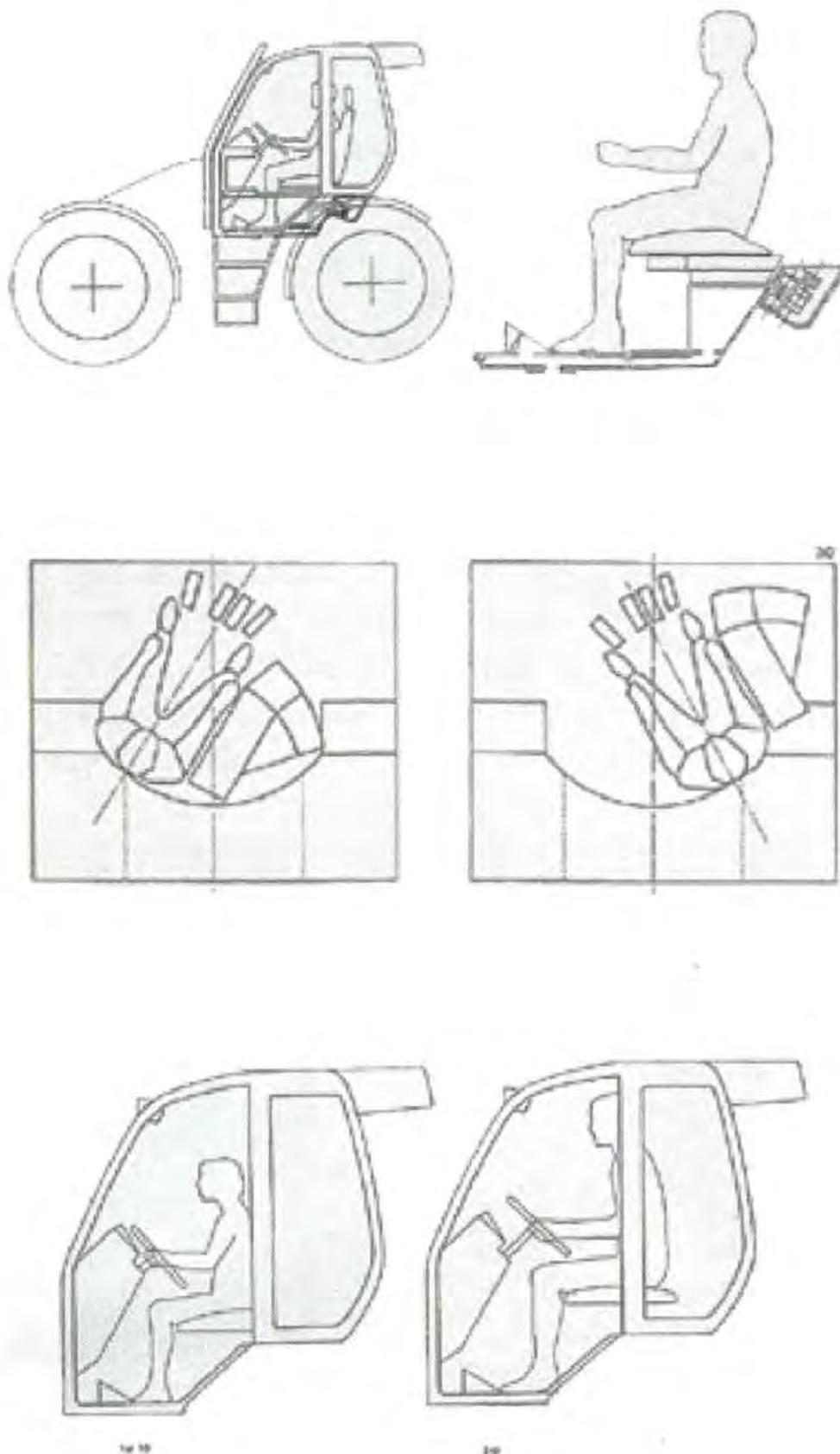


Imagen 86, 87, 88, 89, 90, 91

Diagramas narrativos

Los diagramas narrativos, o de paso a paso, también muestran el funcionamiento o el montaje de las cosas y normalmente se usan, en una forma simplificada, para indicar el funcionamiento de los aparatos de uso doméstico. De alguna forma copian, pero a modo de esquema, las perspectivas de despiece y los diagramas de uso.

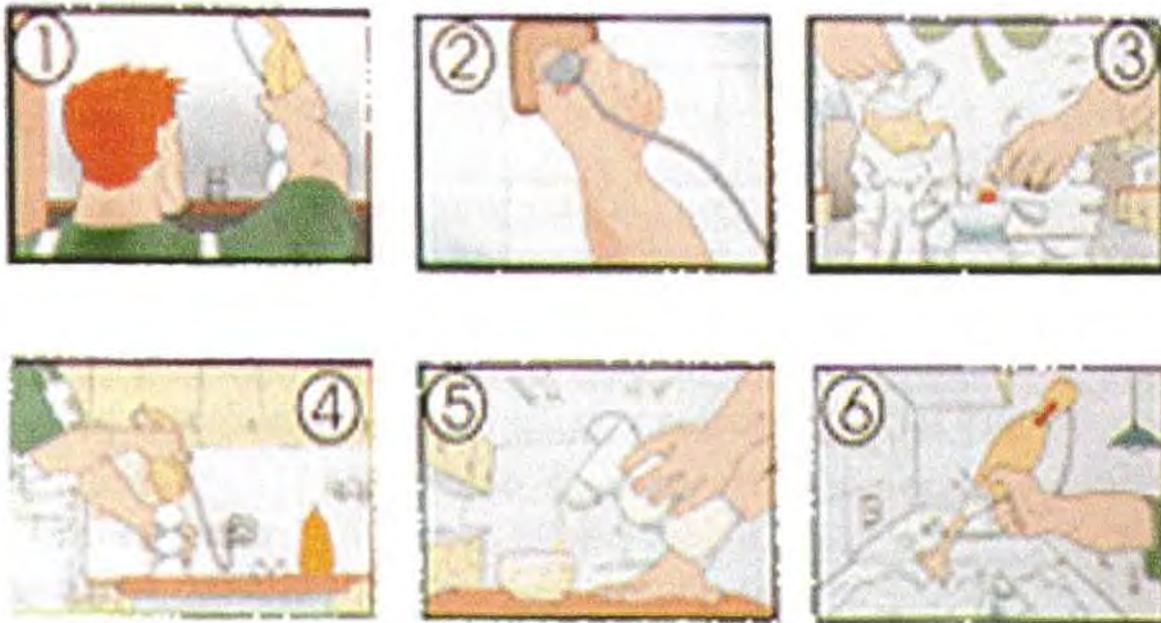


Imagen 92

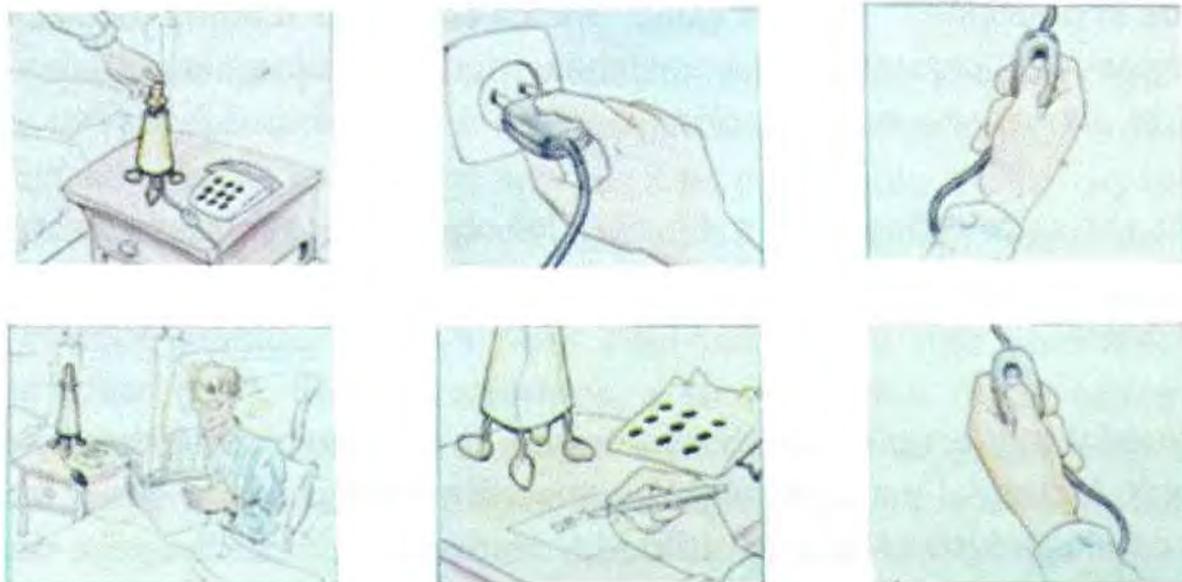


Imagen 93

Diagramas de flujo

También denominados cinemáticos. Utilizados para indicar el camino seguido por algún elemento, en donde se precisa demostrar algunas partes del diseño. En un diagrama de flujo se podría ver el camino que sigue la gasolina dentro de un vehículo, por ejemplo.⁷⁵

⁷⁵ Simpson, Ian: op. cit., pp. 120-130

Diagramas productivos

Reciben el nombre de cursogramas y señalan todas las operaciones por las que deberá pasar el producto en su fabricación. En ocasiones son denominados dibujos ilustrativos para fabricación (G. Rodríguez)⁷⁶. Son utilizados para muy diversos fines. Mientras unos se destinan a la ayuda en la interpretación de planos de piezas, otros ilustran sobre un proceso completo de fabricación. Se emplean para cualquier otro propósito siempre que su aplicación permita una mayor claridad de exposición y por lo tanto una interpretación más rápida y segura. Se presentan siempre en forma de perspectiva.

Diagramas de mercado

Son representaciones que muestran la estrategia a seguir para introducir comercialmente el producto diseñado en el mercado. En estos casos suelen ser las personas de marketing los encargados del desarrollo de estos diagramas. En algunos casos y si la empresa así lo sugiere, el diseñador trabaja en este tipo de diagramas pero siempre en colaboración con los responsables de marketing, ventas y comercialización.

DIBUJOS TECNICOS

El dibujo técnico es la clave de todos los demás. En él se decide la disposición final, se fijan las dimensiones, se resuelven las condiciones ergonómicas y se determinan los métodos de producción.⁷⁷ G. Rodríguez⁷⁸ indica como los dibujos técnicos sirven para comunicar las características precisas dimensionales, materiales y de superficies para proceder a la fabricación.

*“El Dibujo técnico define de forma precisa los objetos y sus formas. Resulta el más adecuado para transmitir información sobre el funcionamiento y componentes del futuro objeto”.*⁷⁹

El dibujo industrial moderno encuentra su origen en los procesos industriales, y es gracias al dibujo industrial y a su fiabilidad que será reemplazado el saber hacer del artesano. El dibujo industrial que es utilizado desde el S. XVIII despegó desde las leyes de la perspectiva. La creación de objetos técnicos obliga a hacer planos y proyecciones a partir de cálculos. Esta nueva racionalización de los procesos de concepción del producto dará nacimiento a un estilo industrial, diferente del estilo técnico del artesano Jocelyn de Noblet.⁸⁰ Desde el plano de conjunto en adelante los dibujos se producían con pluma técnica y tinta, sobre hojas especiales con un margen y un recuadro en el que se situaba información acerca del dibujo, su número particular y su relación con otros dibujos, el nombre del diseñador, la

⁷⁶ Rodríguez, Gerardo: op. cit., p. 93

⁷⁷ Pipes, Alan: *El diseño tridimensional, del boceto a la pantalla*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1989, p. 126

⁷⁸ Rodríguez, Gerardo: op. cit., p. 94

⁷⁹ Mañá, Jordi y Balmaseda, Santiago: op. cit., p. 49

⁸⁰ Noblet, Jocelyn De: *DESIGN, le geste et le compas*. Paris. Editions du Club France-Loisirs, 1988, pp. 23-24

fecha, un símbolo indicador de la proyección utilizada, la escala y el título del dibujo. Los artículos fabricados en serie se confeccionan siempre a partir de dibujos técnicos. El dibujo técnico es el lenguaje de la industria. Es el lenguaje a través del cual el diseñador o el técnico, por un lado registra sus ideas y la información exterior y, por otro las comunica a otras personas para su materialización práctica. Para que el dibujo técnico sea verdaderamente útil y cumpla los requisitos de medio de expresión y comunicación debe tener varias características: que sea gráfico, universal y preciso.

El dibujo técnico es un lenguaje gráfico en el que las palabras se sustituyen por representaciones formadas por líneas, cifras y símbolos. Es el modo más directo y simple de comunicación entre técnicos, con el taller, con la obra, con el montaje, etc. La característica de universalidad es también básica. De igual forma que en lenguaje oral y escrito es diferente para cada idioma, la universalidad de la expresión gráfica hace que una representación gráfica pueda ser comprendida por diseñadores con independencia del idioma. Los dibujos hechos correctamente podrán usarse no solo en el país propio, sino también, con pocos cambios, en otros países de diferente idioma. La norma UNE I-032-82, equivalente a la norma ISO 128 establece dos sistemas de proyección: El sistema europeo y el sistema americano. Los dos sistemas de representación se basan en una proyección cilíndrica ortogonal, y la diferencia fundamental entre ellos está en la situación de la pieza en el espacio. En el sistema europeo la pieza se sitúa en el primer diedro o cuadrante, y en el sistema americano en el tercero.

Es de gran importancia que todos los diseñadores sigan unas normas claras y precisas en la representación para no interpretar erróneamente el diseño o el producto. Estas reglas se establecen en cada país por medio de los organismos de normalización como es el caso de AENOR (Asociación Española para la Normalización) en España, AFNOR en Francia, DIN en Alemania, ANSI, ASA y ASTM en Estados Unidos, ISO⁸¹ a nivel internacional, o más recientemente las Normas Europeas (EN). Estos organismos, a su vez, están relacionados entre sí para que no existan discrepancias entre las normas de unos países y las de otros. De hecho, la tendencia actual es la de adoptar las mismas normas para todos ellos. Las normas de aplicación para el dibujo se refieren a los sistemas de representación, normas de presentación (tamaño del papel, etc.), representación de elementos (vistas, cortes, símbolos, etc.), series de valores normalizados para elementos, etc. Por último, la precisión del dibujo es también necesaria, ya que en un plano o en un conjunto de planos debe quedar perfectamente plasmado todo lo necesario para llevar a cabo la ejecución material del proyecto (dimensiones, materiales, montajes, etc.). Actualmente existe la tendencia a unificar todas las normas equivalentes en una única norma. Sin embargo todavía en la industria se

⁸¹ En 1946, después de la Segunda Guerra Mundial, se creó la "International Organization for Standardization" conocida más generalmente por I.S.O. Dicha entidad fue creada para reunir mejor lo que hicieran los organismos que la precedieron y a las naciones en un estudio confiado de las normas que interesan al mundo entero. España participa y colabora con ISO desde 1957, fecha en la que se acordó su ingreso en dicho organismo que tiene su sede permanente en Ginebra.

Corbellá, David: *Elementos de normalización*. Madrid, Corbellá. 1970, p. 5.

sigue utilizando la norma DIN en designaciones de elementos normalizados.⁸² Los dibujos técnicos, conocidos con el nombre de dibujos en proyección, proporcionan detalles exactos y medidas precisas. La representación de las piezas de las que se compone un diseño suele hacerse por medio de proyecciones ortogonales diédricas. También se emplea el sistema de proyecciones axonométricas y perspectivas caballera y cónica. El sistema más en uso es el primero, por su facilidad, rapidez de trazado y representación en el plano. La representación de una pieza se realiza de manera que el plano resulte claro y completo y no existan dudas al interpretarlo. En el dibujo técnico, para representar las piezas, se aplican unas normas determinadas, basadas en las leyes de proyección ortogonal.⁸³ Los responsables del desarrollo de un producto han desarrollado la mecánica aplicada claramente a la resistencia de los materiales y al cálculo de la resistencia de una estructura compleja. Será preciso pasar del cálculo a la forma, y por esto es necesario pasar por el dibujo industrial.

French y Svensen⁸⁴ indicarán la necesidad de conocer el dibujo técnico con sus reglas de proyección, no tan solo para poder representar el diseñador o ingeniero sus propios dibujos sino también para interpretar lo que otros han dibujado. Para French y Svensen⁸⁵ un dibujo se hará una sola vez, pero habrá de ser leído varias veces, por lo que serán más numerosos los que se ven en la necesidad de leer dibujos que los que los han de ejecutar. Dirán que la mejor manera de llegar a leerlos es aprender a hacerlos.

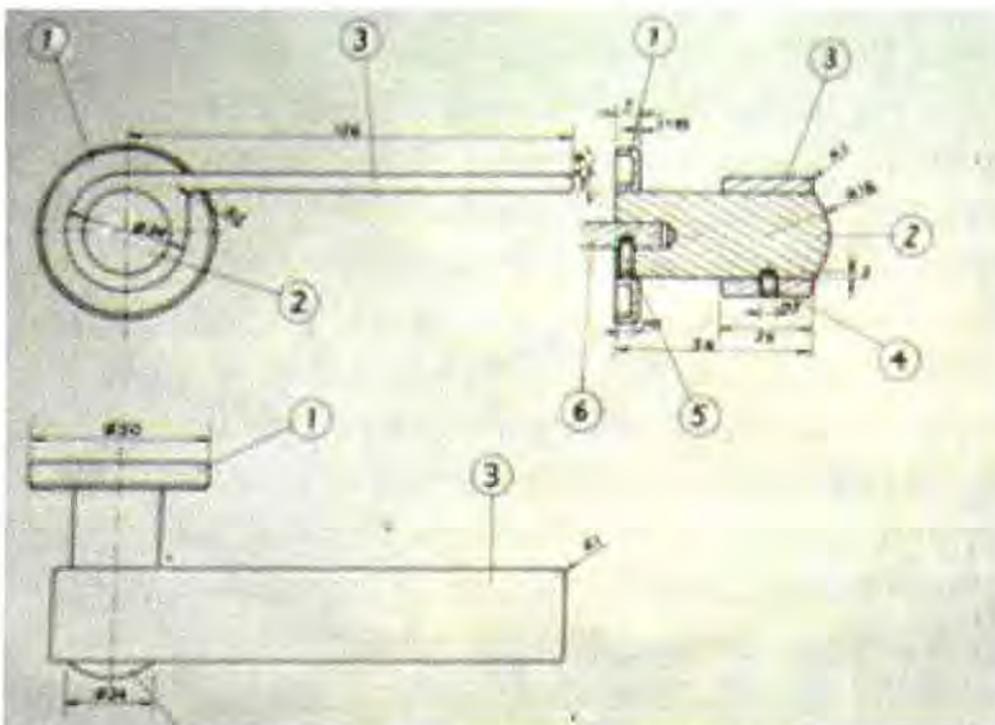


Imagen 94

⁸² Félez, Jesús y Martínez, María Luisa: *Dibujo Industrial*. Madrid, Editorial Sintesis., 1996, p. 19

⁸³ Mata, Julián; Alvarez, Claudino y Vidondo, Tomás: *Dibujo mecánica 2*. Barcelona, Ediciones Edebé. 1981.

⁸⁴ French, Thomas y Svensen, Carl: *Dibujo Técnico*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1975, p. 10

⁸⁵ *Ibidem*, p. 11

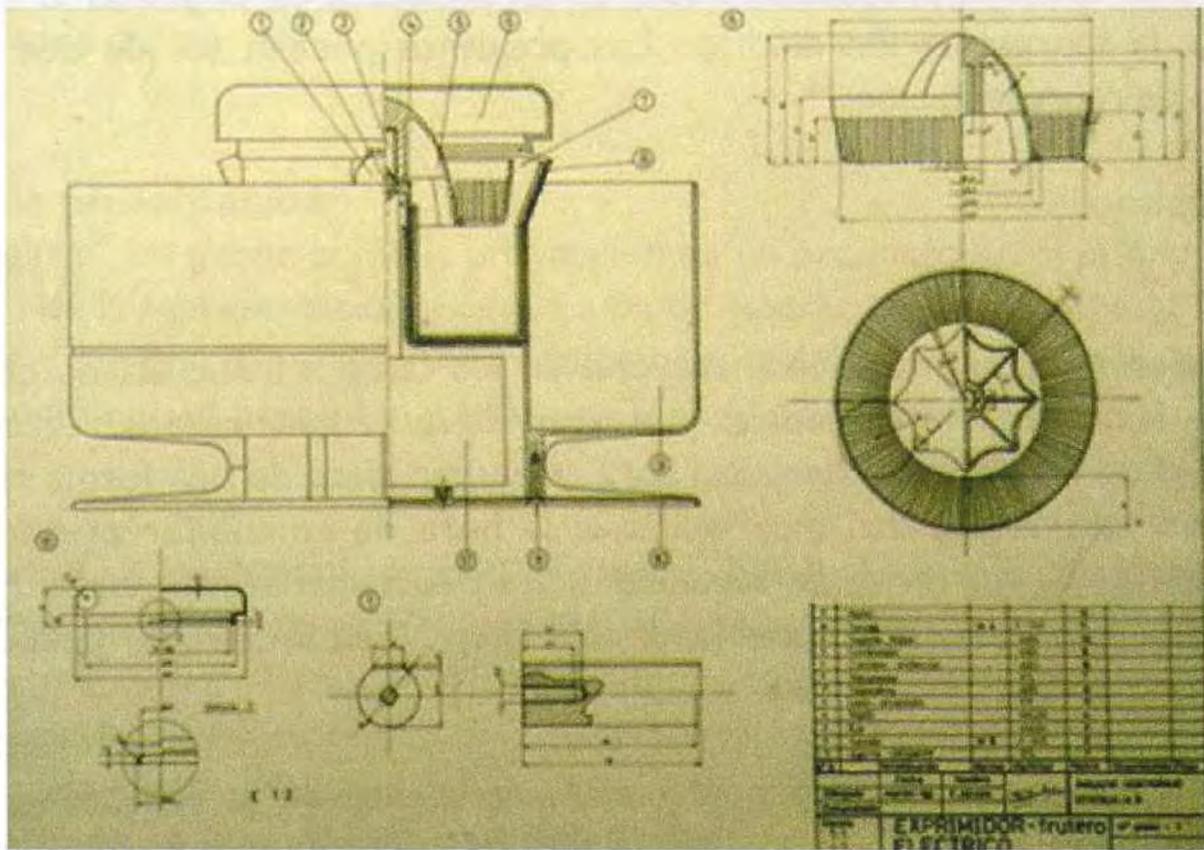


Imagen 95

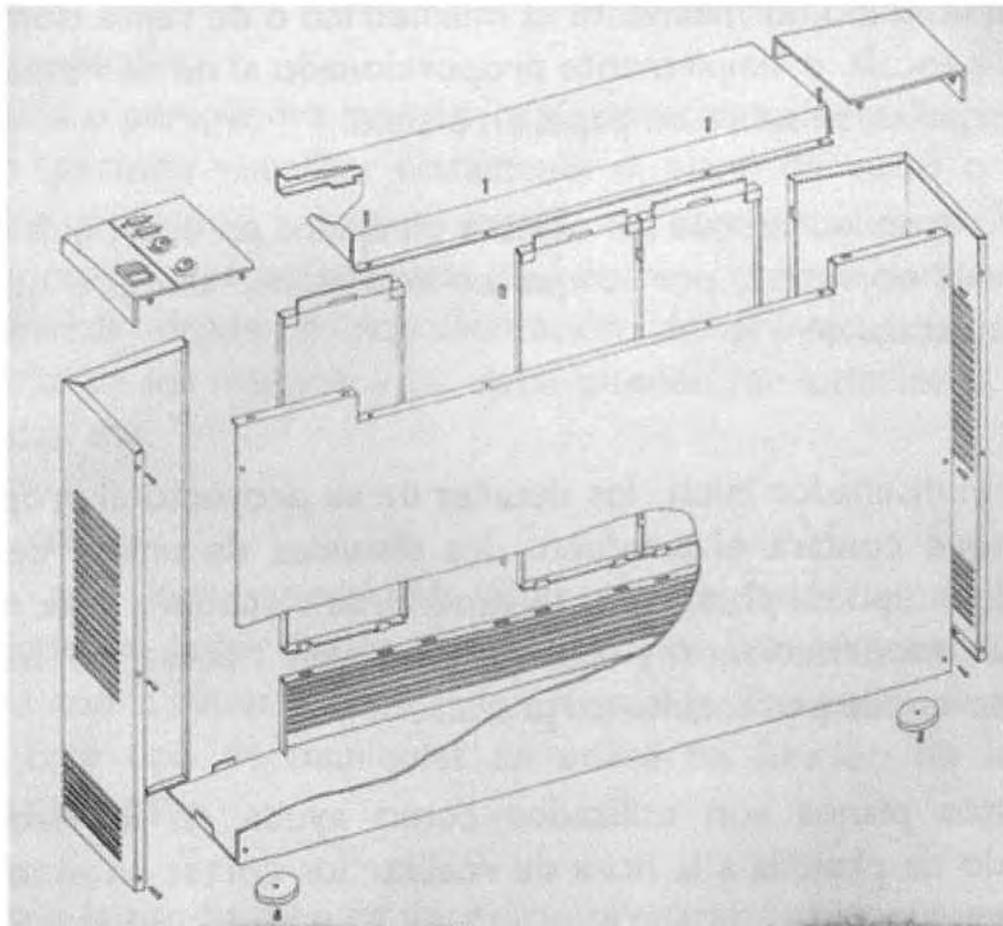


Imagen 96

Preplanos

Pueden definirse como la proyección inicial de un producto en el primer o tercer cuadrante de la representación diédrica. Los preplanos pueden ser de dos tipos según el tipo de representación:⁸⁶

- Croquis
- Dibujo o plano

Croquis:

Es una representación realizada en la mayoría de los casos a mano alzada que no utiliza necesariamente formas, medidas y normas. Sirve de base para la realización de un dibujo o de un plano. La habilidad para croquizar ideas de una forma rápida, precisa y clara es una cualidad muy valiosa a la hora de comunicar el diseño a terceras personas. Es una forma de organizar ideas y recordarlas más tarde. Puede ofrecer diversas soluciones a un problema determinado en un tiempo pequeño y con un costo razonable.

La perfección del croquizado depende fundamentalmente de la práctica que se tenga. Los croquis realizados con rapidez requieren explicaciones complementarias. Si el croquis debe aportar información precisa y cuidada, éste se debe elaborar con cuidado.

Una de las características del croquizado es que sólo requiere papel, lápiz y borrador. El papel utilizado normalmente es milimétrico o de rejilla isométrico, si el croquis se realiza a escala, o simplemente proporcionado si no se respeta la escala. Igualmente puede realizarse sobre un papel en blanco.

Félez y Martínez⁸⁷ recomiendan que los objetos dibujados en el croquis deben estar en sus proporciones correctas, por lo que es importante siempre que se pueda realizar el dibujo a escala.

Dibujo o plano:

Con su ejecución el diseñador inicia los detalles de su proyecto al proponer ya las dimensiones con que contará el producto, los sistemas de unión, detalles de la estructura, etc⁸⁸. Este tipo de planos, por lo general, se ejecutan a lápiz realizándose en ellos todas las modificaciones y ajustes que sean necesarios hasta que el concepto de diseño quede perfectamente precisado.

En ocasiones, estos planos son utilizados como ayuda en la elaboración de maquetas, sirviendo de plantilla a la hora de realizar los cortes en el material para generar el volumen.

Una vez concluida la realización de los preplanos se acostumbraba a calcarlos a tinta para mostrarlos como planos de presentación a quien hubiera solicitado el diseño. Actualmente se trabaja con ordenador, incluso estas primeras fases se

⁸⁶ Félez, Jesús y Martínez, María Luisa: op. cit., p. 20

⁸⁷ Ibídem, p. 43

⁸⁸ Rodríguez, Gerardo: op. cit., p. 94

realizan con programas CAD. La ventaja de poder ir modificando los medios directamente y la precisión que ofrecen hacen que el uso del ordenador en estas fases sea cada día mayor.

Planos de presentación

G. Rodríguez⁸⁹ los define como la proyección de un producto en el primer o tercer cuadrante de la representación diédrica a fin de ilustrar de forma general las partes de que se compone. Chevalier⁹⁰ los denominará también anteproyecto. Los planos más comunes que se presentan y corresponden a esta clasificación son:

Plano de vistas o montea:

Vista en plano horizontal, frontal y lateral del producto a producir sin un acotamiento detallado. En ocasiones también se dibuja la perspectiva isométrica del producto.

Plano en vista explosionada:

Representación en perspectiva isométrica y en explosión del producto a fabricar contemplándose en ella todos sus componentes, los cuales se codifican y registran en una lista de materiales en donde se describen, cuantifican y determinan las materias primas de cada una de las piezas que conforman el producto. Se utilizan fundamentalmente en catálogos de repuestos.

Plano de cortes y detalles:

Realizado en vistas o perspectiva isométrica de caracteres formales, estructurales o funcionales que permite visualizar claramente el plano de vistas o despiece. Los cortes y detalles dibujados a mayor escala, así como las anotaciones escritas, facilitarán la ilustración. Las perspectivas podrán ser cónicas, isométricas, oblicuas, etc. Pueden abarcar desde la representación de proyectos a la de la más insignificante parte de los mismos, y las vistas pueden ser exteriores, interiores, en sección, detalladas, etc.⁹¹

Plano ergonómico:

Representación, por línea general, en vistas y en ocasiones en perspectiva del producto diseñado en interrelación con el usuario. Por lo general, este tipo de plano se elabora con la ayuda de maniqués, lo cual facilita enormemente el trabajo al proyectista. Este tipo de maniqués se utiliza en función de los percentiles necesarios para cada caso.

En la fase previa a la producción es necesario preparar una documentación técnica que recoja los requisitos, normas y especificaciones de los distintos sistemas o piezas que van a configurar el producto. Esta documentación suele elaborarla la Oficina Técnica de la empresa y se dirige a quienes se van a responsabilizar de la

⁸⁹ Rodríguez, Gerardo: *Ibidem*. p. 94

⁹⁰ Chevalier, A.: *Dibujo Industrial*. México, Noriega Editores. 1992.

⁹¹ French, Thomas y Svensen, Carl: *op. cit.*, p. 92

producción, bien sea el departamento de fabricación de la propia empresa o fabricantes externos a quienes se subcontrata.

Cuanto más exhaustiva es la documentación preparada, menos margen queda para errores de interpretación que adulteren la idea del producto que desarrolló el diseñador. Esta consideración, siendo obvia, es particularmente importante cuando se piensa subcontratar parte de la fabricación a proveedores ajenos a la empresa.⁹²

Planos técnicos para la producción

Se refieren a la proyección de un producto o componente del mismo en el primer o tercer cuadrante de la representación diédrica a fin de ilustrar precisa y detalladamente la información necesaria para la construcción, tanto del objeto completo como de sus diferentes piezas.

El dibujo técnico para fabricación ha de comunicar a los responsables de fabricar los componentes del producto y montarlos con elementos adecuados de otras fuentes para crear el objeto acabado. En tal sentido, los dibujos tienen que ser completos e inequívocos.

A fin de evitar cualquier malentendido, los dibujos de producción han de ser muy codificados, y para el ojo inexperto pueden parecer confusos y difíciles de interpretar; no suele ser fácil ver la forma del objeto en la información de dimensionamiento y tolerancia. Estos planos hacen posible transmitir a todos los servicios de producción la concepción técnica y los condicionantes de fabricación que lleva implícitos. Es por ello que están sujetos a unas reglas definidas por la normalización que evitan todo error de interpretación.⁹³

Leer un dibujo para fabricación significa estudiar las vistas del objeto para ver lo que cada línea significa, deducir la forma de las superficies que cierran el objeto, y la posición relativa de ellas. De esta manera se obtendrá una imagen mental del objeto. Si los dibujos han de servir para la fabricación, hay que indicar también las dimensiones.⁹⁴

Un dibujo de fabricación tiene que llevar toda la información necesaria para terminar una pieza o una máquina o estructura completas. El dibujo describirá completamente la forma y tamaño, y especificará las clases de material a emplear, los procesos de fabricación y la exactitud requerida. Todo plano para la producción debe estar compuesto por el dibujo propiamente dicho, situado dentro de un recuadro o marco, y por el cuadro de rotulación o cajetín. Este cajetín o cuadro de rotulación contiene toda la información necesaria para identificar el plano.

⁹² Mañá, Jordi y Balmaseda, Santiago: op. cit., p. 53

⁹³ Chevalier, A.: op .cit.

⁹⁴ French, Thomas y Svensen, Carl: op. cit, p. 205

Se pueden diferenciar distintos tipos de planos dentro de los realizados para fabricación:

Plano de conjunto o general:

Representación que muestra una instalación, una construcción, una máquina, un aparato, etc., en condiciones de funcionamiento y, por consiguiente, montada con todos sus componentes.

El plano debe contener toda la información necesaria en forma de vistas adecuadas para poder identificar todas las piezas que lo componen, poder ubicarlas y situadas en el conjunto e incluso poder interpretar el funcionamiento del conjunto.

Si no es suficiente un solo plano de conjunto para la definición del contenido necesario, se pueden utilizar varios dibujos de grupos parciales o subconjuntos y un dibujo general donde se defina el montaje de estos grupos. En el plano de conjunto, cada pieza queda identificada por un número correlativo, empezando por el 1, denominado marca.

Plano de montaje:

Representación que reúne las partes, grupos, etc., con todas las indicaciones y cotas necesarias para su montaje. En el plano de montaje se ve la relación y proporción de las piezas que componen el conjunto. Se muestra igualmente con claridad los distintos subconjuntos, el lugar, la relación y la recíproca concordancia de unos con otros. Los detalles de cada pieza se representan en planos aparte. El plano de conjunto se completa con la lista de piezas o plano de despiece.

Plano de despiece:

Dibujo de una pieza aislada que contiene toda la información necesaria para la definición de la pieza, de modo que sea posible su fabricación por lo que debe incluir todas las indicaciones necesarias para la misma.

Los planos de pieza terminada se utilizan para definir las piezas individuales en el plano de conjunto. Para un plano de despiece debe elegirse el conjunto de vistas que lo definan mejor. Debe procurarse elegir el menor número de vistas posibles. Siempre que se pueda, las piezas deben disponerse de la misma posición que en plano de conjunto, es decir, en su posición de funcionamiento.

Este tipo de planos debe contener toda la información necesaria para la posterior construcción y ejecución de la pieza, teniendo en cuenta las cotas, signos de mecanizado, tolerancias, etc.

Plano colectivo:

Representación de tamaños diferentes de partes homogéneas en un mismo dibujo mediante cotas paramétricas, donde la cifra de cota se sustituye por una letra, adjuntándose una tabla donde se dan los valores de las cotas paramétricas y otros datos de interés para cada elemento individual de la familia representada en el plano.

Esquema:

Dibujo que representa de forma simbólica el diagrama funcional y de componentes de una instalación o un montaje determinado. Este tipo de plano o dibujo puede ser de varios tipos: esquemas eléctricos, esquemas electrónicos, esquemas hidráulicos, esquemas neumáticos, esquemas cinemáticos, etc..

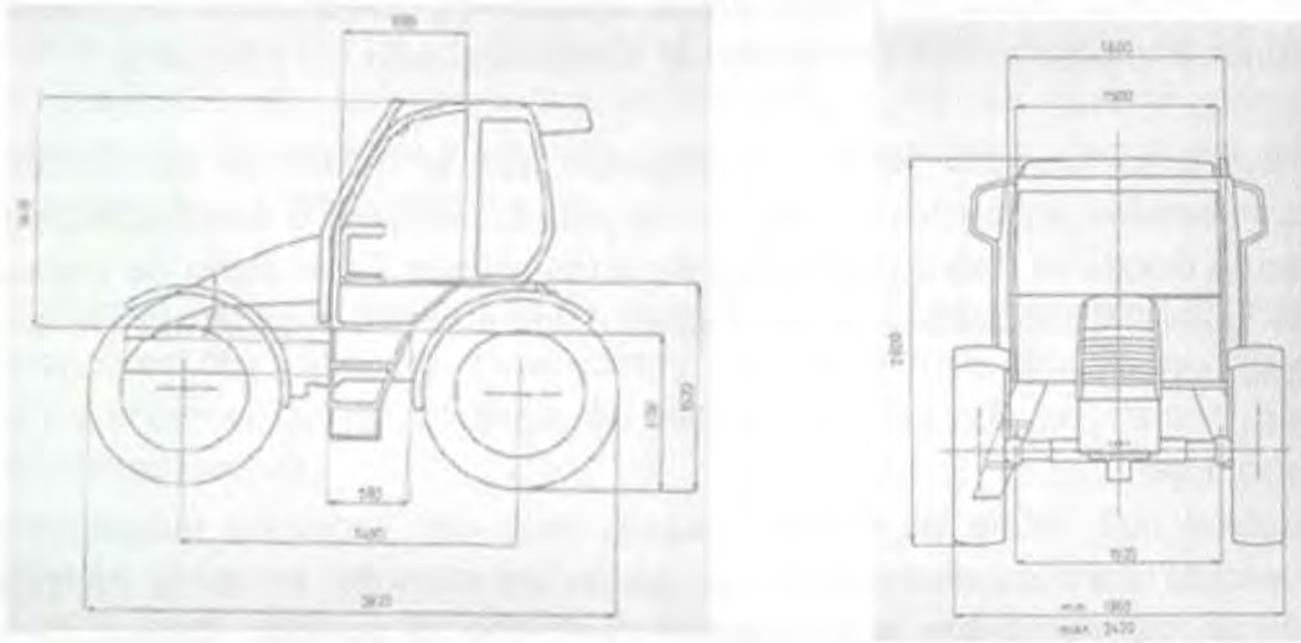


Imagen 97, 98

CAPITULO II

TECNICAS TRIDIMENSIONALES DE REPRESENTACION

En toda realización de un proyecto de diseño, llega un momento crucial y es el paso a la tridimensionalidad. La maqueta proporciona la primera imagen tridimensional realista del objeto. Un dibujo nunca puede reemplazar a una maqueta y es un error iniciar la producción de un objeto sin haber invertido en ella; pero construir una buena maqueta y más aún un modelo, cuesta mucho tiempo y dinero, por lo cual, raramente se confeccionan muchos ejemplares. Por otra parte, empezar a construir una maqueta ata al diseñador desde un primer momento a un estilo y unas medidas difíciles de modificar. Frente a eso, con una serie de dibujos de calidad, el diseñador podrá ofrecer diferentes enfoques y compromisos entre, por ejemplo, coste y aspecto. Cuanto más avanzado está el proceso, más difíciles y caros son los cambios. Henry Ford ya dijo: “*todo comienza en el tablero de dibujo*”, indicando que los cambios más asequibles, efectivos y menos costosos son al principio, en el tablero de dibujo.

Otro asunto diferente es la realización de premaquetas, objetos tridimensionales de rápida y fácil realización, que ayudarán en ciertos casos a visualizar el objeto, ya sea al nivel de medidas o de armonización del conjunto. Un plano técnico o un boceto plano resultan normalmente engañosos, sobre todo cuando el cliente no está acostumbrado a este tipo de presentaciones. En este caso se construye un maqueta que muestre el aspecto real del objeto en tres dimensiones y dé una idea de su tamaño, volumen y aspecto.⁹⁹

Cuando se realizan maquetas durante el transcurso de un proceso de diseño con el objeto de visualizar el producto final, se logran las mayores condiciones de percepción del objeto, siendo éste el mejor medio utilizable para verificar sus características.¹⁰⁰ En cuanto se toma una decisión, el diseñador estará en condiciones de pasar a la fase de modelo, con la seguridad de haber resuelto en gran medida los problemas técnicos, ergonómicos y de usuario.

Todos los aspectos de uso, tanto antropométricos como ergonómicos de un proyecto requieren del uso del dibujo y de maquetas para la realización de su estudio. Actualmente se han desarrollado programas informáticos en que se presentan a estos maniqués ya configurados sobre la pantalla y donde el diseñador sólo ha de indicar la situación y los parámetros para obtener posteriormente los resultados requeridos.

⁹⁹ Mulherin, Jenny: op. cit., p.144

¹⁰⁰ Taboada, Emil y Napoli, Roberto: *El diseño Industrial*. Centro Editor de América Latina S.A. Buenos Aires, 1977. p. 62

Al crear esquemas bidimensionales sólo se da una relación con respecto al observador. Puede decirse que el diseño tiene una sola faz.¹⁰¹ Ya no ocurre lo mismo cuando se proyectan composiciones en el espacio real. En el diseño de productos industriales se ha de tener en cuenta y trabajar varias caras. La representación tridimensional facilita la lectura. A diferencia de la composición bidimensional que debe mantenerse dentro del formato, la composición tridimensional por muy efectiva que sea la observación, fracasa si no lleva a explorar sus relaciones variables. Este es un problema difícil.¹⁰² Por esta razón el caballete del escultor es giratorio. Hace girar continuamente su composición mientras trabaja. La estudia desde todos los ángulos. Cada plano y contorno tiene un nuevo valor y expresión al cambiar su relación con respecto a él o a la de él con respecto a la obra. La escultura como creación de volúmenes. Entender y, sobre todo, experimentar la materia, lleva a la conclusión de que la escultura es la mejor forma de poseer el volumen con el que se establece de inmediato la relación peso, expresión, proporción, ritmo, forma y vacío (Bernal y Martínez)¹⁰³. Las tres dimensiones con que opera el diseñador industrial predispone a identificar el objeto diseñado y también los procedimientos de trabajo con la escultura. Pero si se considera además la importancia creciente del modelado para conseguir formas cómodamente ergonómicas, la relación con la escultura es aún mayor, plenamente orgánica, llena de armonía y proporción.¹⁰⁴

Revisando la historia puede encontrarse como la utilización de modelos tridimensionales ha venido siendo una práctica habitual a lo largo de los tiempos. En Egipto en las tumbas se acompañaba al difunto con sus objetos más valiosos. Como a muchos de los muertos no se les podía acompañar con algunos de sus objetos preferidos (barcas, carros, etc.) se les depositaban maquetas, representaciones a escala reducida. Las maquetas ya se conocían en la antigua Grecia. Del campo de la arquitectura han quedado muchos datos. Para Kostof¹⁰⁵ no hay duda que los modelos en cera, al menos para los detalles, eran una costumbre corriente, como muy tarde, a finales del S.V a.C.

La Edad Media heredó ese método de preparación de un edificio; cuando a Arnolfo di Cambio se le confió la construcción de la Catedral de Florencia en 1286, presentó una maqueta, y otras varias siguieron a medida que el edificio avanzaba y se modificaba. La última de ellas fechada en 1367 estaba hecha en ladrillo.¹⁰⁶

¹⁰¹ Gillam Scott, Robert: *Fundamentos del diseño*, México, Editorial Limusa, 1991, p.138

¹⁰² *Ibidem.* p. 139.

¹⁰³ Bernal, Jesús ; Martínez, Arturo : *Diseño Artístico (Nº3 Bachillerato)*, Madrid, Ediciones SM, 1986, pp.71-73.

¹⁰⁴ Ya que el diseñador industrial maneja el dibujo a mano alzada y la perspectiva, igualmente por medio de la representación gráfica, se puede observar el juicio que hará de ambas Leonardo da Vinci respecto a cuál de las 2 contiene más inventiva y cuál es más difícil y perfecta: concluirá que es la pintura por dos razones:

1. *El control del color y el claroscuro*, que mientras en el pintor es total, en el escultor no existe.
2. *El color y la perspectiva*, que hace aparecer a las cosas más cercanas o más lejanas, que el en pintor es vital (naturalmente habla del arte de representación de su tiempo)y en el escultor no existe.

Extraído de Tratado de la Pintura.

¹⁰⁵ Los libros del Erecteion muestran pagos al escultor Agatanor que hizo una maqueta de cera para el acanto de las tapas de cofres del techo, y al grabador en madera Meseo por las rosetas del techo.

Kostof, Spiro: *El arquitecto. Historia de una profesión*, Madrid, Ediciones Cátedra, 1984, p.24

¹⁰⁶ Se conserva una bella maqueta de madera para San Petronio, en Bolonia, que data de 1514, y la maqueta de madera del Palazzo Strozzi hecha en 1485.

Las maquetas no daban más que una idea general de las apariencias y el tamaño de un edificio, y parece que les faltaban detalles. Estos y muchas otras cosas se dejaban a las discusiones entre el arquitecto-diseñador y los responsables de la ejecución de los diseños.¹⁰⁷ Otro ejemplo se puede encontrar en la catedral de Florencia. En 1420 se encargó a Brunelleschi y a Guiberti que prepararan una maqueta final de la cúpula. Esta fue terminada en 1436, pero a pesar de la supremacía entonces indiscutible de Brunelleschi como arquitecto, se hizo un concurso para el diseño de la linterna que había de coronar la cúpula. Es probable que la maqueta de madera que aún se conserva en el Museo de la Catedral sea la que se presentó. Las maquetas, así como los diseños, se preparaban en primer lugar para ser aprobadas por el patrón, aunque raramente se seguían de modo fiel. Las maquetas también eran útiles a los constructores para la realización de un edificio. El Renacimiento continuó la tradición medieval.¹⁰⁸

En los años cincuenta los diseñadores industriales utilizaban pequeños modelos plásticos de arcilla y maquetas de yeso (u otros materiales similares) de rápida solidificación para el mismo propósito. Estos estudios plásticos son muy importantes, ayudan enormemente a visualizar las relaciones complejas de las cuales se ocupa el diseñador.¹⁰⁹

Con la irrupción de nuevos materiales desde mitad de los años sesenta va a empezar a cambiar la manera de realizar las maquetas. Actualmente se utilizan en su mayor parte materiales plásticos tales como el PVC, PS, Metacrilato, maderas artificiales, Poliuretano, Resinas, Siliconas, etc. Hoy en día el sentido de algunas maquetas radica en poseer aquello que no se puede alcanzar, por ejemplo la réplica de automóviles, barcos, etc. Para el diseñador será un instrumento de trabajo.

Hasta estos años (se empieza a generalizar en los años 80) la construcción de maquetas había evolucionado muy poco (se construía como hacía siglos). A partir de aquí, con la electrónica, el CAD, el láser, esto ha cambiado. Para Bürdek las posibilidades de simulación por ordenador abre nuevos caminos, de manera que el paso de objeto a espacio y viceversa será cada vez más fluido.¹¹⁰

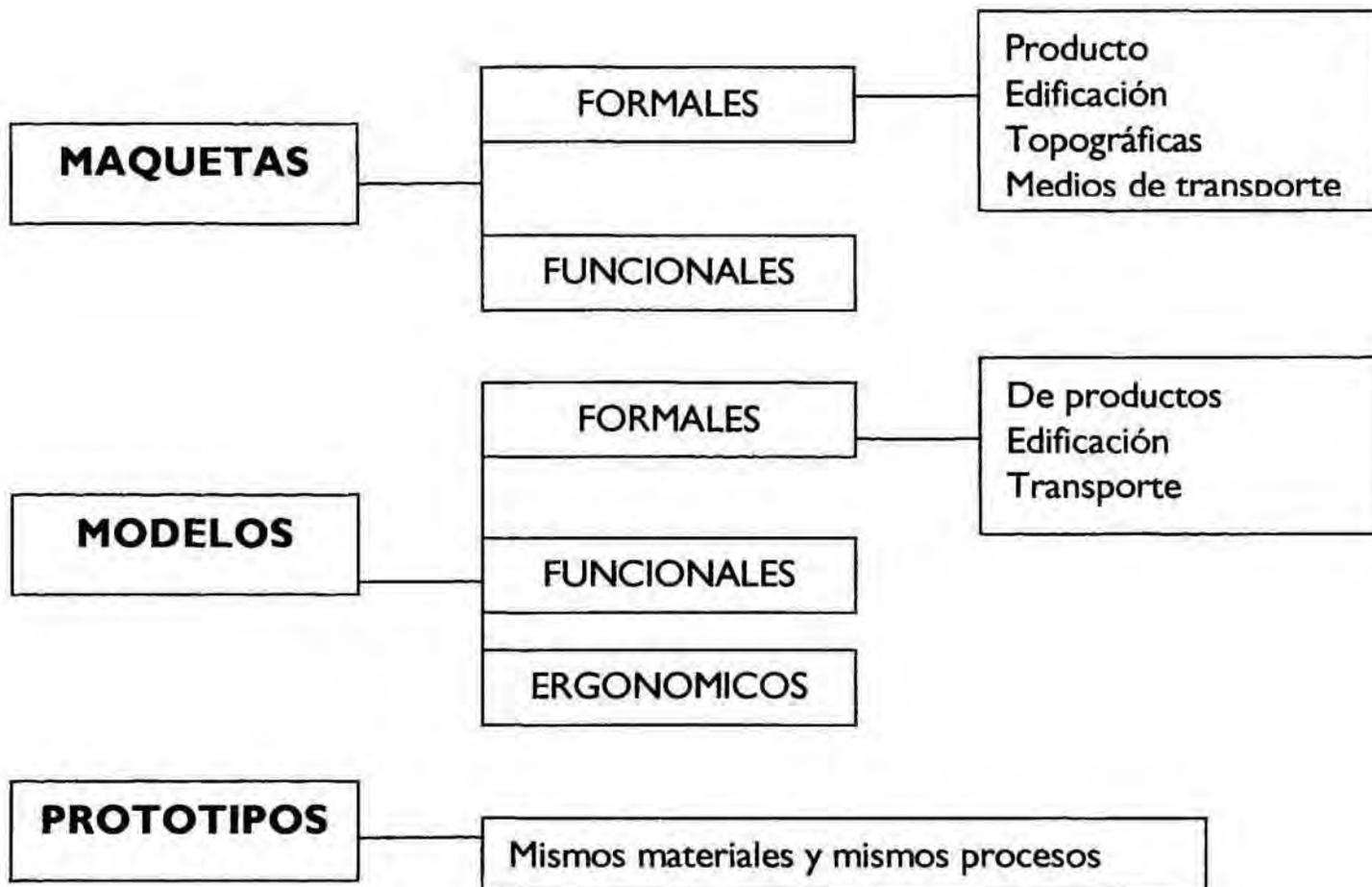
Los términos maqueta, modelo y prototipo, se utilizan en numerosas ocasiones de manera indefinida, sin conocer realmente definiciones y diferencias, así como ventajas y atributos. Así se puede hacer una clasificación de las técnicas tridimensionales o representaciones en volumen en tres tipos: maquetas, modelos y prototipos.

¹⁰⁷ *Ibidem.* pp.110-111

¹⁰⁸ *Ibidem.* pp.110-111

¹⁰⁹ Gillam Scott, Robert: *op. cit.*, p.139

¹¹⁰ Bürdek, Bernhard E.: *Diseño: historia, teoría y práctica del diseño industrial*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1994, p. 248



REALIZACION DE MAQUETAS

En toda realización de un proyecto de diseño, llega un momento crucial y es el paso a la tridimensionalidad. La maqueta proporciona la primera imagen tridimensional realista del objeto. En muchas ocasiones, es posible facilitar la imaginación de formas o la solución de intersecciones complejas mediante modelos tridimensionales. Para hacer estos modelos, en los que la textura, el color y muchas veces las dimensiones no son aún importantes, suele recurrirse al uso de las espumas rígidas de plástico y, en menos grado, a la madera y el papel debido a su falta de neutralidad formal. Su elaboración facilita la consideración de los aspectos formales y táctiles, especialmente si son producidos directamente por el diseñador.¹¹¹

Maqueta, es la representación en dos o tres dimensiones de un proyecto a realizar en un futuro, intentando aproximar a la realidad la posible realización final que se efectuará a posteriori.

Cuando se habla de una representación de maqueta en dos dimensiones, se está refiriendo a las aplicaciones dentro del diseño gráfico, en relación a folletos, carteles y embalajes. En dicho caso la presentación de la maqueta del producto será al final un impreso o folleto. Se presentará la maqueta con un formato definitivo, con distribución de textos (masa), distribución de posibles imágenes e ilustraciones (todo

¹¹¹ Mañá, Jordi y Balmaseda, Santiago: *El desarrollo de un diseño industrial*. Instituto de la pequeña y mediana empresa industrial. Madrid, 1990. p. 49

ello sin concretar texto, ni imágenes reales), indicación del número de tintas, colores, doblados, hojas. Se intenta conseguir una aproximación al futuro producto, lo cual, en relación del proceso de trabajo realiza unas funciones claras: previsión de costes (papel, selección de colores, trabajos fotográficos, manipulación, impresión, composición textos) y una previsión de tiempos (tratamiento fotográfico, composición, acopio de materiales e impresión). Asimismo, dicho tipo de maqueta es el vehículo óptimo de discusión y definición del diseño del folleto por parte del cliente, en relación a las propuestas del diseñador y de los objetivos que se quieren alcanzar. Para cualquier trabajo en diseño gráfico, es básico el trabajar adecuadamente esta fase inicial, con referencia a la especificación base, para facilitar el proceso de diseño.



Imagen 99

En el aspecto de maquetas en tres dimensiones (volumen), concretamente las realizadas en diseño, se debe efectuar ante todo una clasificación de éstas en dos tipos:

MAQUETAS FORMALES

Cuando el interés reside en su aspecto exterior. Este tipo de maquetas pueden dividirse en cuatro grupos:

- maquetas de producto.
- maquetas de edificación e instalación.
- maquetas de medios de transporte.
- maquetas topográficas.

Maqueta de producto

Se define como representación aproximada de un posible objeto o producto, que no existe y que se está comenzando su proyección. Normalmente se presenta a escala reducida, cuando su tamaño real se considera en exceso grande para su elaboración, y con aproximación al detalle, sin requerimientos precisos. A veces, y cuando la

escala es 1:1, se les llama “mock-ups”. Se utilizan especialmente en proyectos donde la forma es muy importante o su relación con los mecanismos suficientemente libre como para poder tratar ambos problemas por separado.¹¹²

Normalmente no se efectúan maquetas de productos o elementos que tengan medidas reducidas y la causa es la dificultad de realización. En estos casos se trabajan dibujos de presentación, elaborados con el fin de presentar esos detalles que por su tamaño se hacen difíciles de observar. Otro asunto diferente es la realización de maquetas rápidas, objetos tridimensionales de rápida y fácil realización, que ayudarán en ciertos casos a visualizar el objeto, ya sea a nivel de medidas o de armonización del conjunto. Cuanto más avanzado está el proceso, más difíciles y caros son los cambios. Como se indicó anteriormente, Henry Ford dijo: “*todo comienza en el tablero de dibujo*”, indicando que los cambios más asequibles, efectivos y menos costosos son al principio (en el tablero).

Se desaconseja por parte de los profesionales¹¹³ la preparación de maquetas en escala ampliada, pues pueden dar una sensación equivocada de volúmenes y de formas, pudiendo ser un cúmulo de errores y falsas interpretaciones. Así mismo se desaconseja el trabajo con la escala 1:2, pues es bastante distorsionante, ya que el objeto adquiere la sensación de escala real cuando no es más que una representación más pequeña. En ocasiones se efectúa una maqueta parcial del objeto o producto, cuando el interés radica principalmente en una zona de éste o cuando el producto es simétrico respecto de un eje y puede imaginarse fácilmente todo el conjunto. En ocasiones se recurre a la utilización de un espejo, viéndose de esta manera el resto del objeto. La maqueta de producto se utiliza dentro del proceso de diseño en las fases de conceptos y alternativas. Su función es facilitar el estudio y planteamientos iniciales en alternativas del producto, en estudios ergonómicos, de uso, configuración, forma y color.

Dentro del ámbito comercial y como apoyo a la venta o introducción de un nuevo producto, existen maquetas funcionales, seccionadas o de materiales transparentes, cuya misión es apreciar su funcionamiento interno o la disposición de sus componentes. Ejemplos: electrodomésticos, cámaras de vídeo o fotográficas, procesos industriales, etc.

Respecto al uso de materiales en la realización de maquetas, no se utilizan los materiales finales del producto en estudio, sino que se plantean materiales fáciles de manipular, de proceso fácil, poco pesados y económicos. También deben permitir dichos materiales una modificación o manipulación. Materiales usados son: espuma de poliuretano, madera, cartón, poliestireno, fibra de vidrio, resinas, zinc, plásticos, aluminios, latón, plastilinas, PVC espumado, Clay para modelar, elementos estandarizados de mercado (perfiles, elementos de ferretería, etc.) Igualmente y como tratamientos: papeles de colores y adhesivos. Dichas maquetas tienen una vida efímera, pues son utilizadas en el gabinete de diseño y oficina de desarrollo para

¹¹² *Ibidem.* p 49

¹¹³ Estudio y taller Baluart (Barcelona)

encontrar los conceptos más válidos, los cuales se desarrollarán en fases posteriores mediante modelos.

La última función de este tipo de maquetas es la presentación a nivel formal y de configuración de las distintas alternativas de un proyecto de diseño a presenta al cliente para concretar y definir conceptos básicos del futuro producto. Las aplicaciones más usuales se dan en proyectos de mobiliario, bienes de equipo, electrodomésticos, automoción, transporte, electrónica. Básicamente, las maquetas tienen para la mayoría de personas una función visual, ya que frecuentemente puede darse el caso de no tener por parte del cliente ó público un conocimiento claro de la lectura de planos o de representaciones gráficas.

Como final de este apartado, cabría destacar que dentro de cualquier fase conceptual y de diseño de alternativas, debe plantearse la realización de maquetas, ya que ayudan a tomar decisiones en relación con la elección de alternativas válidas del diseño (formas y configuración).



Imagen 100, 101



Imagen 102

Maqueta de edificación e instalación

Realmente este tipo de maqueta no tiene ninguna relación con las de producto y su objetivo primordial es cumplir la función de demostración y comunicación y va dirigida a edificaciones, obras de infraestructura e instalaciones, stands, los cuales son una muestra de soluciones a temas concretos relativos a proyectos generalmente ya definidos en sus orientaciones básicas. En maquetas de edificios es importante definir el entorno y lo que ya existe edificado, para poder valorar el conjunto.

Los materiales utilizados para este tipo de maquetas son: madera, resinas, poliéster, poliestireno, placas plásticas, espumas de poliuretano, zinc, latón, chapas de acero, aluminios. Asimismo existen elementos estandarizados para utilizar en las maquetas, en escalas habituales. Los elementos más normales son: vegetación, automóviles, ventanas, puertas, tejados, paredes de ladrillos, barcos, trenes, etc.

La escala más utilizada es la 1:87. No obstante para maquetas singulares no se aconseja utilizar elementos normalizados, pues reduce personalidad a la maqueta. Actualmente se tiende a realizar maquetas activas y en sección, para facilitar con ello la participación del espectador (maquetas iluminadas, con movimiento, fluidas, programadas). Las escalas de este tipo de maquetas, en construcción e instalaciones es de: 1:100 / 1:87



Imagen 103, 104

Maquetas de medios de transporte

Existe otro grupo de maquetas encuadradas dentro de la misma clasificación pero con personalidad propia, como son las de automóviles, trenes, aviones y buques. En ocasiones este tipo de maquetas son utilizadas en los estudios sobre aerodinámica.

Las escalas de este tipo de maquetas son:

Automóviles: 1:43 / 1:24 / 1:18

Trenes: 1:160 / 1:87 / 1:32 ó 1:24

Aviones: 1:72 / 1:48

Buques: 1:50 / 1:100 / 1:150 ó 1: 200

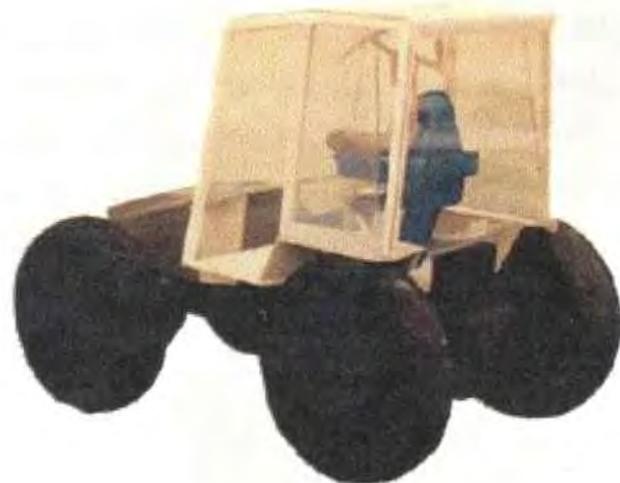


Imagen 105, 106, 107, 108

Maquetas topográficas

Realizadas principalmente en instalaciones topográficas y de territorios. Existen normalmente las siguientes escalas:

1:1.000 / 1:5.000 / 1:10.000 / 1:50.000

En las maquetas de edificación, de transporte y topográficas, estas escalas pueden variar en una misma maqueta, es decir la vertical y la horizontal. Las maquetas que no son de producto, debido a las grandes escalas de reducción, los detalles siempre son aproximados y no reflejan en numerosas ocasiones una realidad total.



Imagen 109, 110

MAQUETAS FUNCIONALES

Se denominan maquetas funcionales a las realizadas cuando se pretende demostrar algún aspecto en las funciones del objeto, como por ejemplo algún mecanismo, función, etc.

Las maquetas funcionales incluyen mucha más información que las maquetas formales (Jackson y Day, 1981)¹¹⁴ al poderse observar de mejor manera como se comportará el producto final, pero no tienen en cuenta ni las dimensiones finales del producto, ni los acabados superficiales que se aplican por ejemplo a los modelos. En muchos casos suelen ir pintadas todas ellas del mismo color con el fin de no distorsionar los aspectos formales ni la percepción de los mecanismos. En ocasiones puede producirse el intento de manipulación o de una presentación tendenciosa debido a intereses particulares. Por ello una buena presentación de un proyecto (en construcción) debe mostrarse en una exposición además de las maquetas los planos descriptivos, con el fin de que no exista ninguna duda de la realización final del proyecto.

¹¹⁴ Jackson, Albert y Day, David. *Manual de modelismo*, Madrid, Editorial Hermann Blume. 1990.

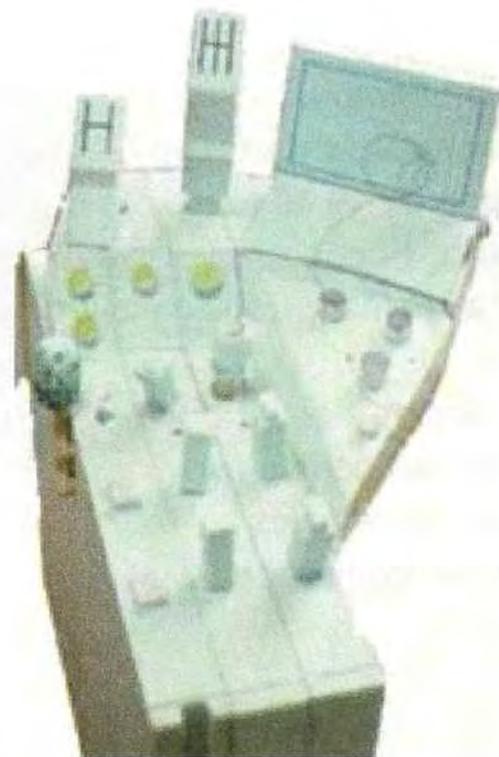
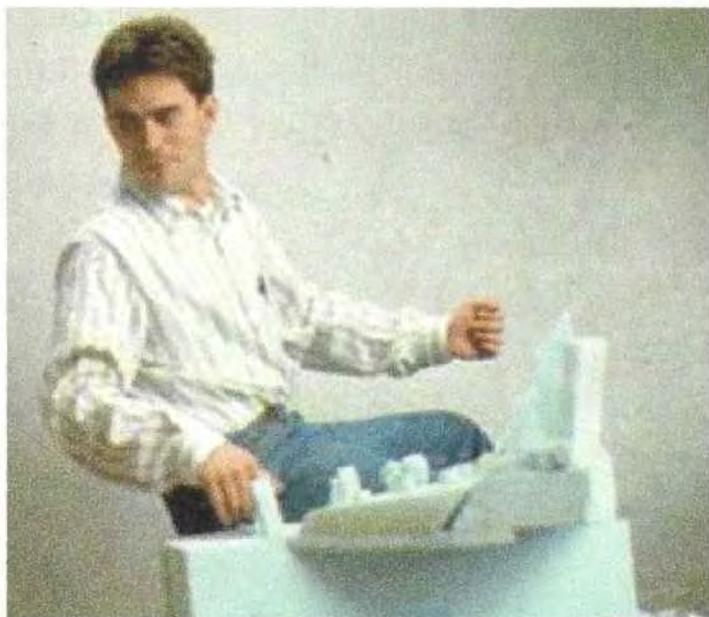


Imagen 111, 112, 113, 114, 115

CREACION DE MODELOS

Encaminados al desarrollo del producto. La utilidad de los modelos es tal vez mayor como función de conocimientos que el mismo dibujo. En opinión de Munari¹¹⁵ son realizados para satisfacer a algún cliente del diseñador que, careciendo de imaginación, no consigue ver el objeto propuesto o proyectado. Esta es una visión muy particular del caso, ya que la inversión en tiempo de un modelo es grande se hace necesario un estudio serio y detallado de los aspectos críticos del diseño. Ante esto, en cuanto se toma una decisión, el diseñador estará en condiciones de pasar a la fase de modelo, con la seguridad de haber resuelto en gran medida los problemas técnicos, ergonómicos y de usuario. El modelo como concepto general es la presentación (normalmente a escala real y en casos concretos a escala reducida) del objeto con su configuración, formas, texturas y con sus medidas exactas.

La búsqueda de la síntesis como forma de trabajo por parte de los diseñadores hace que los modelos adquieran gran importancia en su labor. Una vez que se ha encontrado el problema, que se ha entendido, el diseñador se mueve rápidamente para intentar expresar sus ideas por todos los medios posibles. Estas expresiones van cambiando progresivamente, desde bocetos, dibujos y modelos a escala, hasta modelos a escala real. Dichos modelos aportan, por sí mismos, una gran ventaja en el proceso, constituyéndose en el foco de acción de todos los que intervienen. Una propuesta de solución de manera que los miembros del equipo integran su pensamiento en esta dirección. La intención de trabajo, expresada en el modelo, ofrece además una guía para los colaboradores en fabricación, para los hombres que deben seleccionar materiales, acabados, etc. Desde luego, su papel es insustituible en la comunicación con clientes y usuarios potenciales, constituyendo una base de trabajo común para concretar requerimientos en características de producto.¹¹⁶

Los modelos cumplen diferentes funciones: por ejemplo, patente una demostración práctica de pruebas de materiales; o bien presentar un comedor manipuladores que permita apreciar el funcionamiento de una conexión, de una articulación o de un acoplamiento. Pueden ser construidos con muchos materiales, desde el cartón a la plastilina y a las materias plásticas.¹¹⁷

Dentro de los modelos se debe efectuar una división inicial:

- Modelos estáticos o formales
- Modelos funcionales
- Modelos ergonómicos

¹¹⁵ Munari, Bruno: *¿Cómo nacen los objetos?*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1983, p. 94

¹¹⁶ Arbonés, Angel Luis: *Nuevos enfoques en la innovación de productos para la empresa industrial*. Departamento Foral de Promoción y Desarrollo Económico. Diputación Foral de Bizkaia. 1990, p. 182

¹¹⁷ Munari, Bruno: op. cit., p. 93.

MODELOS ESTÁTICOS O FORMALES

En donde se muestra el volumen, su configuración formal, formas, texturas y con sus medidas exactas. Se podría hacer una división en dos tipos :

- modelos de productos y objetos.
- modelos de edificación o infraestructura (medidas a escala).

Modelos de productos y objetos

En este caso el modelo es la representación del objeto diseñado, ateniéndose a lo definido en los planos, en el ámbito de las acotaciones. Se intenta realizarlo en materiales cuya textura sea igual que el producto real. Con ello se consigue apreciar el producto en el volumen, color y textura, pero no será funcional. Los materiales utilizados en cada caso se intenta que sean los que se utilizarán en la producción o parecidos, por regla general macizos y con medidas exactas según planos del proyecto.

Otra particularidad del modelo es facilitar el estudio inicial del embalaje del producto. Otra aplicación importante es realizar modelos de simulación, muy utilizados por ejemplo en automoción.

Dentro del apartado de modelos de productos se pueden señalar igualmente los modelos estructurales. Estos modelos se centran en el estudio de la estructura interna. Pueden ser realizados con diferentes materiales. Suelen presentarse seccionados o permitiendo ver por dentro.



Imagen 116



Imagen 117



Imagen 118



Imagen 119



Modelos de edificación o infraestructura

Son modelos poco usuales, pero se utilizan en proyectos de canales, puertos y obras hidráulicas, para poder apreciar las relaciones entre fluidos (ríos, mares, diques, etc.) y elementos constructivos. Se presentan a escala reducida. Como caso concreto existe el modelo del gran puerto de Bilbao, a escala 1:75 que estudia LABEIN.

MODELOS FUNCIONALES

El proceso de diseño suele incluir como mínimo el ensayo de elementos mecánicos del objeto y de sus relaciones. Entonces es muy conveniente la comprobación de la viabilidad mecánica de los diversos subconjuntos mediante la fabricación de modelos parciales funcionales. Suele resultar conveniente el diseñar las piezas de estos modelos pensando en su construcción artesanal y facilidad de modificación. Esto abaratará el modelo y pospondrá la formalización final hasta estadios más avanzados del proceso, facilitando la obtención de resultados más maduros. Estos modelos no sólo sirven para detectar errores de concepto o para refinar los mecanismos, sino que suelen aportar buenas ideas de cara a la formalización final de los objetos.¹¹⁸

Se realizan con los mismos materiales pero se usan otros procesos. Otro procedimiento es el que se realiza con diferentes materiales pero cuyo fin es el estudio de sus funciones.

Un modelo funcional de un producto es una reproducción según planos constructivos y con incorporación de los materiales idénticos o lo más similar a los de la ejecución final del producto (serie), así mismo incorpora todos los mecanismos estándar o semielaborados (motores, interruptores, electrónica etc.), así como piezas de producción, que se usan en modelos anteriores o similares (dichas piezas en ocasiones se mecanizan o adaptan porque varían en algún detalle). Normalmente la configuración del modelo funcional no se ejecuta con los procesos de transformación o fabricación propios de la pieza serie, sino con otros alternativos, más simples, menos costosos económicamente, y obtenidos en menor tiempo. Por citar un ejemplo claro, una pieza de plástico que se obtiene por proceso de inyección, en la serie, en el modelo funcional, se podría obtener de distintas maneras, por ejemplo:

Fabricación manual:

- Con desbaste de viruta a partir de artículos semielaborados, como por ejemplo: tubos, planchas, barras y perfiles.
- A partir de materiales de modelado, pegados, soldados.
- Laminado manual con resinas (poliéster no saturado/epoxi de fibra de vidrio).

Conformado en caliente o en frío:

- Termoconformado en vacío
- Prensado
- Colada
- Modelo por inyección
- Moldes de resina

¹¹⁸ Mañá, Jordi y Balmaseda, Santiago: op. cit., p. 50

- Moldes de duraluminio
- Moldes de silicona

Existen otros procedimientos como es el denominado “rapid prototyping” del cual se hablará en el capítulo siguiente. Cabe indicar que un modelo funcional no cubre todas las expectativas que de un prototipo se esperan, pero en numerosas ocasiones sirve para ello. Por todo esto hay que estudiar en cada momento, valorar costes, tiempos y eficacia para tomar la decisión entre modelo, prototipo o realizar los dos.

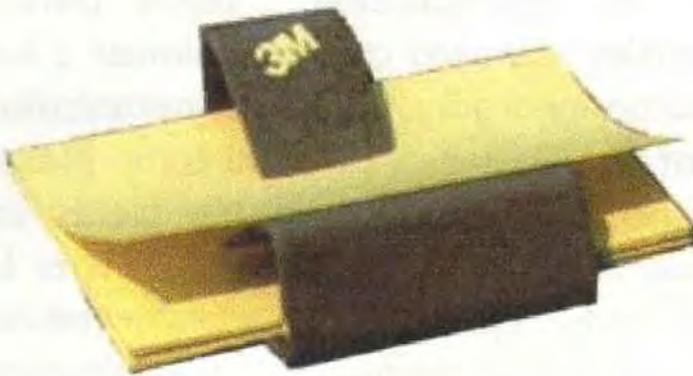
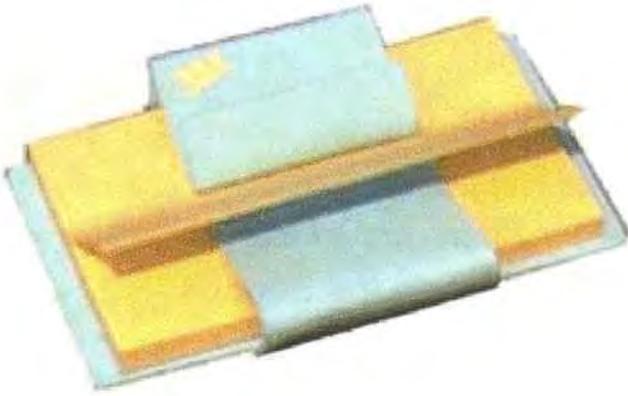


Imagen 120, 121, 122, 123, 124, 125

MODELOS ERGONOMICOS

Realizados para las pruebas de comprobación ergonómica. Pueden ser de dos tipos: estáticos y funcionales, siendo estos últimos los más utilizados. Se suelen acompañar de maniqués bidimensionales y tridimensionales. En muchas ocasiones los modelos son realizados teniendo en cuenta varios de estos aspectos. Se desarrollan modelos funcionales y ergonómicos a la vez, así como formales y estructurales.



Imagen 126, 127



Imagen 129

Imagen 128





Imagen 130

CONSTRUCCION DE PROTOTIPOS

Encaminados al desarrollo y producción. Los prototipos siempre son funcionales. El grado más cercano a la realidad del futuro objeto se conseguirá mediante la construcción de prototipos. Un prototipo es un aparato, sistema o producto, fabricado artesanalmente, que pretende ser un anticipo de los fabricados en serie.¹¹⁹

Los prototipos presentan los productos con la configuración definitiva, atendiéndose escrupulosamente a lo indicado en los planos y especificaciones. Realizados con los mismos materiales y los mismos procesos. Por ejemplo en el diseño de una pieza del objeto, el molde que se necesitará para la configuración real de la pieza no es necesario que sea del mismo material con el que se fabricará la pieza definitiva; por ejemplo acero; pero el proceso y el material de la pieza si lo serán.

A lo largo del desarrollo de un producto industrial, se habrá fabricado uno o varios modelos, un prototipo cuya configuración será totalmente semejante al producto final, con la diferencia de que éste se realiza con la maquinaria, procesos y equipos previstos para la fabricación normal en tanto que los modelos y/o prototipos serán normalmente fabricados por el estudio de diseño o el laboratorio de ingeniería.

¹¹⁹ *Ibidem*, p. 50

Sobre los modelos, Ingeniería realizará las pruebas que estime oportunas con la consiguiente realimentación al diseño. Sobre el prototipo, como práctica habitual, realizará una prueba denominada de *Calificación del prototipo* y que normalmente abarcará pruebas funcionales, ambientales, paramétricas y cuyo resultado deberá, con las adecuadas correcciones, constituir una validación del desarrollo. Sobre el prototipo se realizan ensayos de diversa índole que permiten detectar fallos que, una vez corregidos, se evitarían en producción o sugerir mejoras que incorporarían en los productos de serie.

Los ensayos a que se suele y debe someterse un prototipo son:¹²⁰

Ensayo funcional:

Es necesario verificar que el prototipo “funcione”, es decir, que proporcione las funciones para las que ha sido diseñado. Estos ensayos son, por regla general, los que sugieren mayor número de modificaciones que mejoran el funcionamiento del producto.

Evaluación características de uso:

Deben realizarse pruebas sobre el uso del producto que permitan orientar al futuro usuario sobre las precauciones que debe tomar en su utilización. Todos estos ensayos pueden hacerse, bien en los propio laboratorios de la empresa o en laboratorios y bancos de prueba de instituciones externas que expedirán las correspondientes certificaciones de los resultados:

- Adaptabilidad al uso
- Adaptabilidad. Constantes físicas/químicas
- Comprobación ergonómica
- Prestaciones, fiabilidad, repetibilidad
- Durabilidad
- Seguridad

Ensayos técnicos de resistencia de materiales:

Fractura, dureza, desgaste, etc.

Fabricación:

La fase de ensayos de los prototipos es la más adecuada para elaborar un presupuesto de fabricación que permita estimar con bastante aproximación los costes de producción.

- Procesos de producción
- Montaje
- Documentación específica
- Verificación de normas: hay que asegurarse el cumplimiento de las normas existentes, tanto nacionales como extranjeras (sobre todo si se piensa en la exportación). Deben sentarse en esta etapa las bases par la posible homologación del producto que, muchas veces, constituye una condición necesaria para su comercialización.

¹²⁰ Ibidem, p. 53



Distribución:

- Embalaje
- Transporte

Post-venta:

- Prueba de vida
- Estructuración de elementos de recambio
- Libro de instrucciones
- Estudio de útiles de intervención en reparación / montaje - desmontaje
- Documentación de servicio

Marketing:

- Estudio de mercado
- Aceptación comercial
- Publicidad
- Folletos comerciales

Estas pruebas quedarán confirmadas con las de calificación de la preserie a cargo de Calidad, y las pruebas de campo¹²¹ realizadas en colaboración con Calidad y el concurso, cuando se estime aplicable, de la función comercial.

En ciertos casos se fabrican varios prototipos, uno de los cuales se califica internamente por Ingeniería y el resto se coloca en manos de *clientes amigos* para, en colaboración con Calidad, seguir el comportamiento de los mismos y realimentar los datos que permitan, en esta fase, mejorar el producto y por tanto su especificación. En otros casos se fabrica un solo prototipo que es calificado por Ingeniería y es parte de la preserie, calificada por Calidad y, en ocasiones, el concurso técnico del departamento comercial.¹²²

Igualmente puede ocurrir que el producto solicitado sea único y fabricado como prototipo en cuyo caso la calificación posible la realiza Ingeniería y la posible prueba de campo o de aceptación se realiza con la colaboración del departamento de calidad y el concurso del departamento comercial estrechamente relacionado con el cliente, hasta conseguir su aprobación¹²³

¹²¹ Dada la gran variedad de tipos de productos y las problemáticas de diseño es muy difícil asignar el tiempo adecuado a las pruebas de campo.

¹²² Villanueva, Gerardo: "Calidad en diseño". Master en Disseny Industrial i Dessenvolupament de Producte, Universitat de Girona. 1992

¹²³ El caso por ejemplo de una central telefónica, un sistema de comunicación en el campo ferroviario, una instalación nuclear.

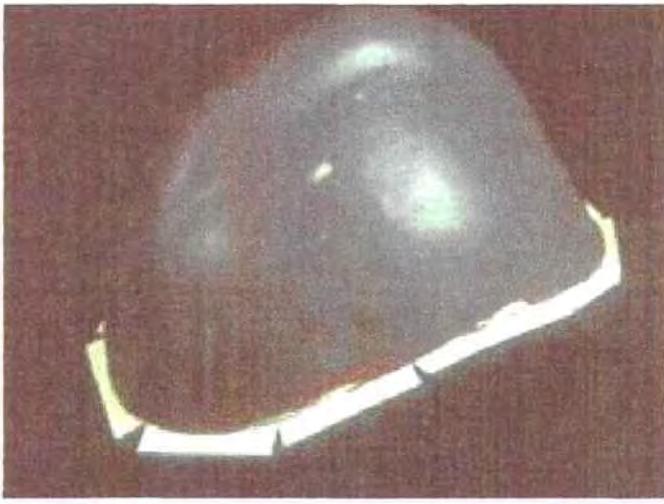


Imagen 131, 132, 133, 134, 135, 136

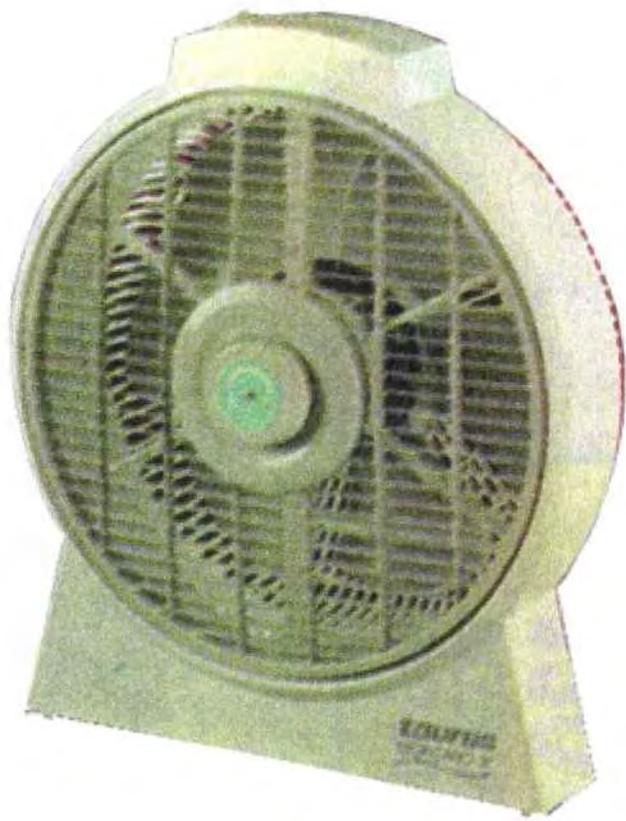


Imagen 137



Imagen 138, 139

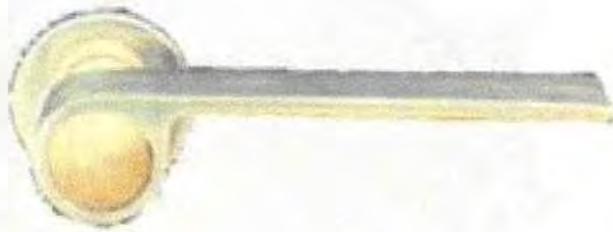


Imagen 140

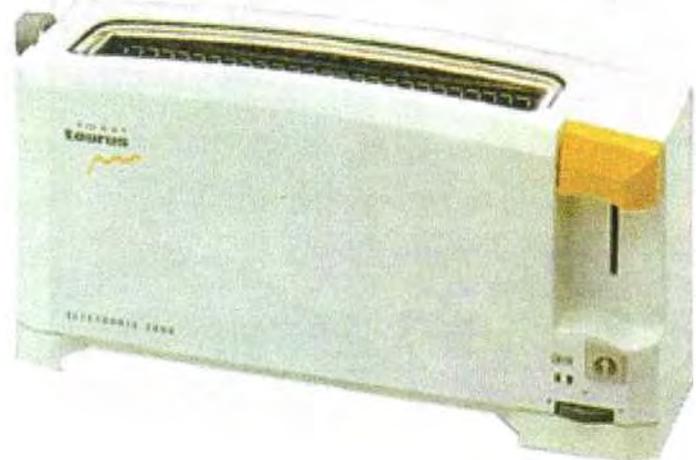


Imagen 141

CAPITULO III

TECNICAS ASISTIDAS POR ORDENADOR

VARIABLES GRÁFICAS EN INFORMÁTICA

Tradicionalmente la gente ha abordado el diseño conceptual con el papel y el lápiz, no con ordenadores, aunque los modelos de ordenador ofrecen numerosas ventajas. Las razones de esto incluyen el bajo coste de la herramienta (interfaz) el lápiz, la carencia de conocimiento especial sobre el software, la facilidad con la que se pueden hacer cambios y el hecho de que no es necesaria una gran precisión, no se requiere esta gran precisión para expresar una idea.¹²⁴

Resulta ciertamente chocante hablar de variables creativas en una época en la que las formas de representación gráfica han sufrido una evolución tan relevante como complementaria del hacer casi artesanal con que se conformaban los estilos de creación en la presentación de proyectos. La era Internet ha dado paso a un nuevo orden en el que el espacio representado pasa de tener un soporte puramente matérico a reproducirse bajo un campo de dominio eléctrico; las variables quedan encuadradas en contados atributos que reiterados mecánicamente forman estructuras de complejo entramado, las cuales solventan con relativa facilidad problemas tales como la tercera dimensión, sustituyendo maquetas por representaciones infográficas. Esta información no refleja solamente datos volumétricos o espaciales sino también de tipo técnico pudiendo solventar a su vez cuestiones como la valoración de los materiales a emplear o el impacto ambiental que producirán éstos. El aporte de nuevos instrumentos que desarrollasen la estructura del análisis proyectual ha llevado consigo a lo largo de la historia un enriquecimiento en el ámbito gráfico, que han hecho del dibujo el medio de expresión propio con el que infinidad de profesionales han mostrado la línea tanto de su estilo como de su obra.

Descubrimientos como la perspectiva, que había quedado escondida tras representaciones planas de marcada apariencia simbólica e icnográfica, supuso en el Renacimiento la creación de gran cantidad de ensayos que incluso tuvieron más trascendencia como método ilustrativo y tratadístico que como valor real del propio proyecto al que secundaban de manera explícita. Dicha perspectiva contenía una magnitud puramente sistemática alcanzada a través de principios invariables de carácter matemático, que consideraban a la proporción como base metodológica en la elaboración del proyecto; siendo transcendental la visión panorámica que ésta ofrece en cuanto principio genérico de la representación espacial del mismo, e interactuando a su vez directamente como generatriz de una serie de elementos

¹²⁴ Zeleznik, Robert C. / Herndon, Kenneth P. / Hughes, Jhon F.: *SKETCH: Un interfaz para dibujar escenas en 3D*. Brown University site of the NSF Science and Technology Center for Computer Graphics and Scientific Visualization. PO Box 1910, Providence, IR 02912. <http://www.cs.brown>

(simetría, equilibrio, contraste, movimiento...) que configuran el entramado del campo de la composición. El empleo en la actualidad de la perspectiva como variable proyectual ha quedado en muchos casos limitado por la ordenación modular proveniente de principios de siglo en el que los modelos propios del Bauhaus se extienden sistematizando el complejo mundo de la forma mediante el uso de perspectivas visualmente fáciles en las que el proyecto en sí cobra una expresividad a tono con el lenguaje del momento; incluyendo en el soporte una serie de variables adicionales como la tipografía o la fotografía.¹²⁵

Se puede observar como los procedimientos de aplicación en la realización de proyectos van aportando nuevas variables creativas, éste es el caso del *collage* como una técnica más, que si bien fue muy utilizada durante las primeras décadas de este siglo dada su plasticidad incluso como componente ideológico transmisor de nuevas ideas revolucionarias en una época de fuertes contrastes sociales y bélicos, en el presente se emplea asiduamente como herramienta en la práctica infográfica.

Aparte de técnicas tan particulares como puedan ser la perspectiva como sistema de representación de objetos o el collage como impronta gráfica, cabría destacar de forma más superlativa al elemento o atributo *línea*, como el elemento simple que considerado además de por su valor como extensión longitudinal, como variable versátil y reiterativa, da paso a multiplicidad de modelos sustituyendo a elementos de mayor rango espacial como el plano y el volumen.¹²⁶

En la era moderna y más recientemente en los últimos años con la aparición de los programas tipo CAD, la línea ha sido uno de los elementos sobre los que se ha realizado un estudio más a fondo como atributo que abarca una completa estructura de formas derivadas de su magnitud gráfica influyendo en la creación y depuración del software específico para creación artística y técnica.

Cuando se traza un proyecto de cierta complejidad mediante prácticas infográficas, se precisa una serie de requerimientos tales como la resolución gráfica o el factor de variabilidad de escala, los cuales deben tener una capacidad de representación gráfica que no desvirtúen las características del propio proyecto. Pues bien, la línea juega un papel muy importante en esta correlación, ya que tanto virtual como realmente es el elemento que puede sufrir una mayor transformación de modo visual o técnico interrelacionando de forma directa con elementos del espacio a los cuales en diversas ocasiones complementa en lugar de sustituir (planos, ejes, volúmenes...). Dada esta capacidad tan versátil con la que contribuye la línea como definidora o delimitadora de la superficie espacial, se produce una bifurcación en el campo de la programación del software para diseño, ya sea en su vertiente bidimensional o tridimensional, apareciendo dos grupos de programas específicos

¹²⁵ Moreno Vargas, F.; Vifias Limonchi, M.; Sorroche Cruz, A.: "Variables creativas en la presentación de proyectos". IX Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Geometría y diseño en la era Internet. Bilbao, Junio 1997. Universidad del País Vasco. Volumen I, pp. 273-274. Dpto. de Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería. Universidad de Granada. E. U. de Arquitectura Técnica.

¹²⁶Ibidem, p. 276.

que desarrollan todo su potencial: unos los llamados de *dibujo vectorial*, en base a la técnica, generando formas a través de expresiones matemáticas (propios para proyectos definidos bajo técnicas de cálculo estructural); otros, los programas de *dibujo de mapa de bits*, en base a una mayor plasticidad y a un trazo más pictórico, generados a través de la aplicación de atributos en un espacio delimitado por el punto o pixel, que en conjunto con otros forma la imagen (propios para proyectos definidos bajo pautas creativas y que no necesitan de una gran precisión).

Las variables creativas que presentan ambos grupos vienen a ser matizados en todo caso en el sentido en que los programas de dibujo vectorial aportan una serie de posibilidades añadidas a cada uno de estos elementos en donde la finalidad es establecer una mayor fiabilidad en la interconexión de éstos (por ejemplo, la línea como trazo curvo admite una posibilidad que son *las curvas de bezier*, que permiten delinear ésta con una mayor ductilidad sin desmerecer el nivel de precisión formal a conseguir).

Con todo, se puede afirmar la amplitud de campo que se le abre al diseñador dadas las proporciones y la calidad que pueden reflejar sus proyectos tratados con estas técnicas, si bien en la mayoría de los casos dichos proyectos van avalados y acompañados de una carga *artesanal* que es el verdadero germen del proyecto, dado que integra generalmente el boceto y el dato en el mismo campo, insertando una nueva variable que podría denominarse como creativa-descriptiva, dado que no es un elemento que implique una realidad gráfica, sino que describe e introduce un contenido. La inclusión de textos en bocetos, las anotaciones adicionales de carácter tipográfico superan o incluyen en ocasiones tanta o más información que la propia imagen gráfica.

Las imágenes infográficas representan objetos que todavía no existen, y se crean a partir de modelos que residen solo en la memoria de la máquina. El ordenador genera las imágenes utilizando los métodos de la geometría para la construcción en perspectiva y las leyes de la física para la representación del color y la luz. La geometría es la misma geometría descriptiva que aplica un dibujante a mano. La física es un poco más complicada. El dibujante conoce unas reglas básicas del comportamiento de las luces y los colores, pero no necesita usar formulas matemáticas. El ordenador sigue un camino algo más complicado. Alguien podría pensar que estos nuevos recursos ponen al alcance de cualquiera la capacidad de producir imágenes espectaculares a partir de proyectos mediocres, y además realizarlas sin tener ninguna habilidad para dibujar. Lo primero podría ser cierto, lo segundo, en opinión de Sainz y Valderrama,¹²⁷ es más difícil, porque controlar todas las variables de iluminación y color de un sistema de *réndering* requiere casi tanta práctica y conocimientos como los que hacen falta para dibujar a mano. Las variables gráficas del dibujo tradicional en el diseño son la figura, la textura, la luz y la sombra y el color.¹²⁸

¹²⁷ Sainz, Jorge y Valderrama, Fernando: *Infografía y arquitectura* Madrid, Editorial Nerea, S.A., 1992, p.119

¹²⁸ *Ibidem*, p.92

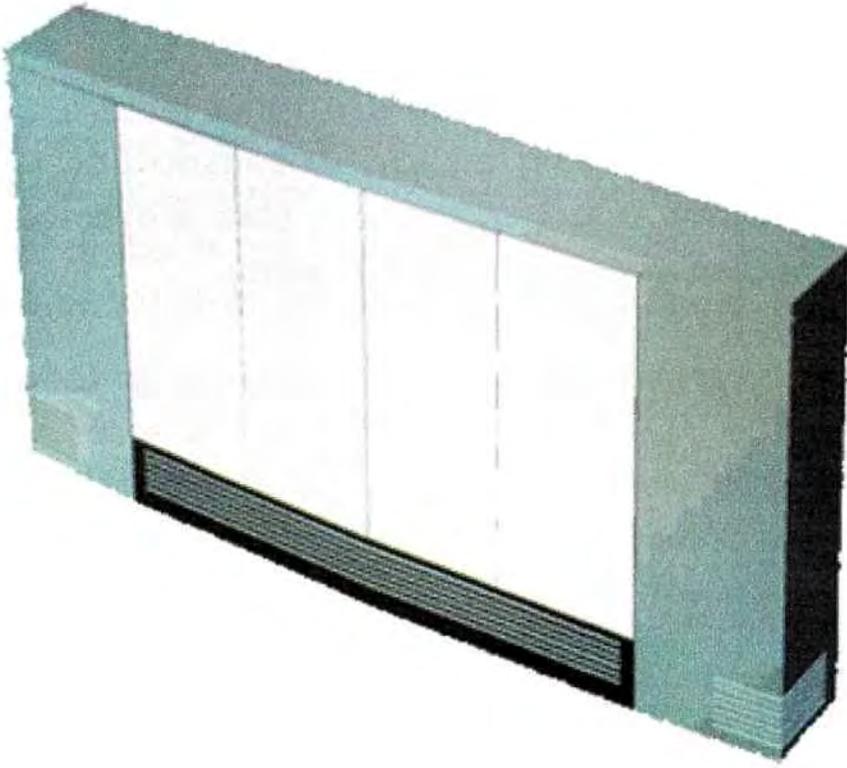


Imagen 142, 143

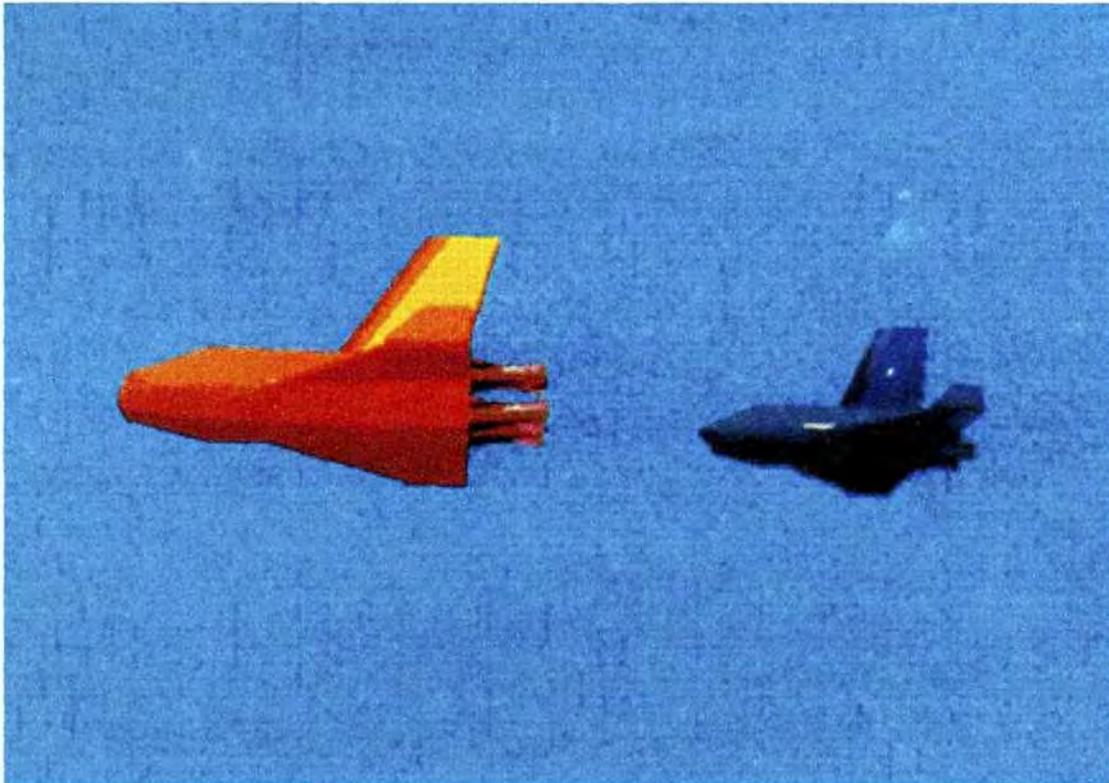


Imagen 144

LA CONSTRUCCIÓN DE FORMAS

Generación de gráficos por ordenador

El término *gráfico* siempre se ha utilizado a la ligera. Para la mayoría de la gente se trata de cualquier cosa realizada con ordenador que no sea caracteres de texto, desde líneas rectas hasta dibujos muy elaborados en tres dimensiones formados por millones de puntos pequeños. Parece ser que el único requisito previo para que algo sea un gráfico es que sea hecho con la ayuda de un ordenador y no se parezca a un texto.

Los gráficos informáticos se están haciendo tan importantes para el mundo de los ordenadores como lo pueda ser la visión para los seres humanos. Muy pronto, los gráficos tridimensionales estarán presentes en el trabajo diario de los científicos, técnicos, artistas e, incluso, en los hogares.

Pese a que los gráficos informáticos tienen ya más de 30 años, su mayor crecimiento se ha producido en el último decenio, gracias a que se han hecho más asequibles. Este ritmo de crecimiento está experimentando una aceleración exponencial, debido a que las aplicaciones, sobre todo de los gráficos tridimensionales, son cada día mayores. Los gráficos en tiempo real son exigentes, en cuanto a su demanda de hardware especializado y caro. Sin embargo, la tecnología de los semiconductores y la electrónica de consumo contribuirán, con su desarrollo, a la reducción de costes y, por tanto, a una mayor difusión de esta tecnología. Hoy en día, raro es el campo de la ciencia que no se beneficia de los gráficos generados con ordenadores. Claros ejemplos son los avances experimentados en el campo de la física atmosférica, en la biología o en la medicina.

Los gráficos generados por ordenador son un área en constante evolución que ha despertado mayor interés en todos los ámbitos de aplicación de la informática confirmándose un desarrollo creciente en los últimos años. El esfuerzo realizado por profesionales de la Informática Gráfica en el desarrollo de nuevos métodos de software y la constante mejora de la tecnología hardware ha permitido un avance en el conocimiento científico y técnico de áreas diferentes tales como las de Ingeniería, Arquitectura, Medicina, Bellas Artes, Publicidad, Diseño, etc., dónde la presentación y tratamiento de la información gráfica de una manera eficiente y atractiva es un objetivo fundamental.¹²⁹

Pero cabría señalar una diferenciación cuando se habla de gráficos por ordenador y esta es la concerniente a los gráficos en sí y la otra que engloba el procesamiento de imágenes. En cualquier caso, cuando se usa el término *gráfico* en el primer sentido se limita a denotar simples dibujos, poco más que la mímica electrónica de los dibujos a mano y los gráficos por ordenador son meramente esos mismos tipos de dibujos sencillos, generados por ordenador. Se puede crear, almacenar, recuperar y manipular dibujos gráficos electrónicamente y puede introducirse en el ordenador por medio de la visualización o de la fotografía.

¹²⁹ En *Cibercultura y nuevas tecnologías*. Nueva Epoca, N°.12 / Martes 24-3-1998

El uso de gráficos simples se asemeja a la construcción de sentencias o sumas usando sólo simples palabras o números. Los gráficos simples son fáciles de reproducir y no necesitan una gran potencia o velocidad de cómputo. Pero, normalmente, la gente quiere algo más que unos gráficos rudimentarios o de tarta. Se están empezando a demandar más dibujos que transfieran más información. Estos requieren presentaciones sofisticadas y complejas. Por esto, los elementos de sintaxis, estilo o computación deben entrar en juego. Las presentaciones de las imágenes y otras técnicas de visualización dan ese paso adelante y permiten un rango más amplio en la versatilidad de la expresión y la interpretación.¹³⁰

En cuanto al segundo de los casos se está haciendo referencia a la reproducción de imágenes. La similitud entre la presentación de imágenes y los gráficos radica en que ambos son manuales, mentales o reproducciones generadas por ordenador de la apariencia de algo e incluyen dibujos o pinturas. En cualquier caso, los gráficos por ordenador son percibidos como un entorno geométrico o lineal, mientras que la reproducción de imágenes son percibidas como un entorno de píxeles. Además, las imágenes son creadas y manipuladas normalmente por sistemas más sofisticados que los que se necesitan para los gráficos. Tomados como resultado de una computación directa, los entornos, modelos y documentos o imágenes reales son representaciones relativamente realistas del entorno. Las aplicaciones comerciales de presentaciones de imágenes son los sistemas de vídeo, las cámaras y los discos ópticos.

En el campo del procesamiento de imágenes, los avances actuales están permitiendo progresos tales que no sólo crean asombro, sino también alarma. Es precisamente en el campo de la cinematografía donde los avances en los gráficos informáticos ofrecen su aspecto más espectacular y conocido, realizando películas utilizando estos recursos.

Aspectos o temas que forman parte de los gráficos informáticos son:

- Animación por ordenador.
- Renderizados.
- Realidad Virtual.
- Aplicaciones de fuerte contenido geométrico.
- Programación lineal y entera aplicadas a problemas geométricos.
- Multimedia & Hypermedia.
- Modelado de curvas, superficies y sólidos.
- Diseño Asistido por Ordenador.
- Procesamiento digital de imágenes.
- Simulación gráfica.
- Hardware gráfico.
- Estándares gráficos.
- Autoedición gráfica.
- Fractales y caos.
- Gráficos educativos.

¹³⁰ Herrera, Carlos. García, Víctor. Romero, Ramsés: <http://hobbes.fie.utp.ac.pa/FIE/JTE/IX/rvantec.htm>

El uso del CAD y las 2D

Algunas de las características que diferencian a una aplicación de CAD del resto de las aplicaciones gráficas del ordenador:

- El uso de gráficos vectoriales.
- La racionalización del proceso de diseño.
- La utilización de herramientas avanzadas que comprenden la asociación de elementos no gráficos al diseño.¹³¹

Centrando el uso del CAD en sus aplicaciones en el diseño de productos industriales Harmut Esslinger, jefe de Frog-design¹³², señaló en 1988 tres campos de aplicación de la tecnología CAD/CAM en el diseño:

- Dibujos en tres dimensiones para representar y presentar.
- Confección de imágenes para el ordenador. Instrucciones.
- Construcción de maquetas con ordenador.

Respecto al primero de estos puntos, el CAD ayuda al diseñador en la representación y presentación de los resultados proyectuales, en especial en la modelación de sólidos, es decir, la representación tridimensional de objetos. En lugar de las costosas maquetas (prototipos), se hace necesaria la representación generada por el ordenador. Como medios de edición sirven la representación de la pantalla, diapositivas que pueden hacerse directa o indirectamente de ésta, impresiones en papel de la pantalla que pueden realizarse por medio de impresoras o videoproyecciones.

Desde ahora la representación de conceptos de diseño puede tener lugar con los sistemas CAD. La elección de diversos puntos de vista permite considerar el proyecto desde todos los ángulos. Las variantes de forma y color se pueden elaborar en el ordenador con una mayor rapidez y economía que con los procedimientos tradicionales.¹³³ La información almacenada en la base de datos puede usarse para analizar características funcionales y simular el funcionamiento en condiciones variadas, eliminando así la necesidad de construir modelos de trabajo.¹³⁴

No obstante, en todas estas posibilidades, se han de definir claramente los límites de representación del CAD. Una maqueta inmaterial, aún siendo buena, en muchos casos únicamente puede secundar y completar una maqueta real o emplearse como variante. Esto se pone claramente de manifiesto por ejemplo en el diseño de bienes de equipo. El desarrollo de máquinas o aparatos complejos requiere un esfuerzo desproporcionado para la visualización de los *conceptos* de diseño. Los costes de este trabajo apenas se amortizan con el a menudo pequeño número de ejemplares producido. Por contra, las pequeñas maquetas a escala poseen un carácter de juego

¹³¹ Pazos, Jesús A.: *Introducción al diseño asistido por computador*, Madrid, Mc. Graw Hill, 1995, p. 1.

¹³² Después de tres años, Frog-design consiguió por primera vez en 1987 obtener beneficios en el terreno del CAD/CAM para la empresa. Burdek, B.: op. cit., pp. 323

¹³³ Pipes, A.: op. cit., p.132

¹³⁴ Luzadder, Warren J.: *Fundamentos de dibujo en ingeniería*, México, PrenticeHall Hispanoamericana S.A., 1988, prefacio

de niños, y no permiten tener una impresión exacta del tamaño natural.¹³⁵ En productos donde el manejo tiene una gran importancia (sillas, sofás, etc.), no se puede renunciar a las *maquetas reales*. Las representaciones del CAD en estos casos pueden aplicarse de forma complementaria o como medio de presentación.

Gracias a los sistemas CAD, los diseñadores tienen tiempo para probar ideas alternativas con la confianza de que siempre podrán volver al diseño original si no parece probable que vaya a prosperar la variante que se está probando. Tanto si los dibujos ortográficos bidimensionales derivan de una superficie o modelo tridimensional, como si se elaboran desde cero a partir del boceto conceptual original, el diseñador tiene la garantía de que el dibujo CAD será preciso, legible, coordinado y fácil de corregir si el cliente cambia de idea o si un componente adquirido en otras fuentes resulta tener dimensiones diferentes de las especificaciones.¹³⁶

Los programas CAD permiten diseñar con mayor rapidez y precisión trabajos que antes resultaban complejos, laboriosos y con grandes posibilidades de error. Lo que antes parecía un lujo, que muy pocas empresas se podían permitir, hoy está al alcance de cualquier usuario.¹³⁷

El hecho significativo de que un número creciente de industrias instalen máquinas de elaboración controlada por ordenador, conduce también a una transformación de la forma de trabajar en la producción - construcción y diseño. Los avances técnicos de las últimas décadas, fundamentalmente en lo que se refiere a la informática, han hecho del ordenador un elemento familiar, bien como instrumento de entretenimiento, bien como herramienta de trabajo imponiendo una revisión en los métodos tradicionales de producción y trabajo.

El CAD y CAM forman parte de un concepto integral en el que proyecto, construcción, adquisición, producción y distribución se controlan de manera centralizada por ordenador. La transmisión general de datos entre los diferentes departamentos o empresas distribuidoras participantes en un proyecto, que ya se realiza desde hace algunos años en la industria del automóvil especialmente por razones de coste, se está perfilando también de manera creciente en otros sectores de la industria. Los resultados de los proyectos adquieren un carácter inmaterial, es decir, se envían por medio de una transferencia de datos del estudio de diseño a la empresa.

Dado que el dibujo técnico no tiene por qué constituir el núcleo del diseño, parece más razonable echar un vistazo a los principios del dibujo. En muchos casos, se precisa un dibujo con vistas a la comunicación de un proyecto diseñado del que se desprendan las medidas aproximadas para la construcción. Esto resulta bien fácil con ayuda del CAD. Partiendo de dibujos bidimensionales se puede además generar con rapidez una isométrica tridimensional o incluso un dibujo en perspectiva (3D).

¹³⁵ Burdek, B.: op. cit., pp. 328 - 329

¹³⁶ Pipes, Alan: op. cit., p. 323

¹³⁷ Pazos, Jesús A.: op. cit, prólogo.

Sin embargo, como cualquier otro medio, el Dibujo Asistido por Ordenador será todo lo bueno que permita la habilidad y la imaginación del operador.¹³⁸ Los programas CAD pueden representar geometría en dos o tres dimensiones. La elección del programa dependerá de las necesidades de la empresa.

Los programas en tres dimensiones tienen todas las funciones de los de dos dimensiones además de las siguientes:

- Se puede visualizar la pieza tal y como es en realidad.
- Permiten el estudio de encajes e interferencias.
- Conocimiento de propiedades básicas.
- Posibilidad de simulaciones de mecanizado, dinámicas y estáticas.
- Permiten el intercambio de ficheros con aplicaciones dedicadas a la simulación o el cálculo como los paquetes de cálculo por elementos finitos.
- Pueden realizar una representación realista del objeto (sombreados con color y texturas).

La creación del modelo tridimensional se realiza en las siguientes fases:

- Creación de la geometría bidimensional.
- Creación de las superficies de la pieza.
- Creación del cuerpo tridimensional.

La geometría bidimensional de una pieza se construye por medio de puntos, arcos, círculos, rectas y curvas especiales. Estos elementos se acompañan de una serie de atributos, que son:

- *Tipo de línea utilizado:* continuas, trazos, centros, etc.
- *Color:* cada elemento puede llevar asociado un color.
- *Grosor:* los elementos de dibujo pueden aparecer en la pantalla y el trazado impreso con un grosor determinado.
- *Altura del plano Z donde está contenido:* en la pantalla se trabaja con la proyección de los elementos sobre un plano Z, paralelo a la pantalla del ordenador, pero éstos no tienen por qué estar incluidos dentro del mismo plano Z.
- *Capas, hojas de trabajo, etc.:* dependiendo del programa reciben diversos nombres. Los elementos de dibujo se pueden agrupar de varias maneras, por ejemplo se pueden agrupar todas las líneas que constituyen un rayado, de tal forma que si el usuario no desea visualizarlas en determinados momentos se pueden desactivar o realizar otro tipo de manipulación con ellas.

Los programas CAD permiten la definición de los elementos geométricos de diversas formas de acuerdo a las necesidades del usuario. Los puntos se pueden definir de las siguientes maneras:

- Digitalizándolos en la pantalla por medio de un ratón, un lápiz óptico, etc.
- Mediante coordenadas X e Y o polares, absolutas o relativas a un punto anterior.
- Puntos característicos de otros elementos de dibujo: punto final de una recta, centro de un círculo, punto de intersección entre dos elementos, etc.
- Puntos proyectados sobre un elemento o sobre una superficie.

¹³⁸ Simpson, Ian: op. cit., p. 44

Las rectas quedan definidas por:

- Dos puntos digitalizados sobre la pantalla.
- Dos puntos definidos por coordenadas.
- Un punto y una dirección.
- Un punto y la relación con otro elemento: perpendicular a otra recta, tangente a un arco, etc.
- Relación con dos elementos: recta que sea tangente a un círculo y perpendicular a una recta, por ejemplo.

Los círculos se definen por:

- Centro y radio o diámetro.
- Dos puntos.
- Tres puntos.
- Tangente a otros elementos, conocido o no el radio o el diámetro.

Los arcos se definen como los círculos pero necesitan una condición más: el ángulo comprendido o la cuerda.

Es posible dibujar curvas especiales. Éstas pueden ser elipses, o una serie de puntos ajustados por modelos matemáticos como Bezier, Splines o Nurbs si el programa es muy avanzado.¹³⁹

EL TRATAMIENTO DE LA LUZ

Las actividades de diseño se desarrollan en el espacio habitual de tres dimensiones. Este espacio no es idéntico al espacio euclídeo de tres dimensiones que manejan los matemáticos. Cuando la luz incide en las formas tridimensionales, se ven como un esquema de luz y sombra. Se les denominarán elementos plásticos. Cuando la luz incide sobre este esquema, será visto como una configuración de contrastes y gradaciones de valor. Cualquier material tridimensional que se pueda modelar ya sea a mano, con herramientas o con máquinas, será un elemento plástico¹⁴⁰.

¹³⁹ Félez, Jesús y Martínez, María Luisa: *Dibujo Industrial*. Madrid, Editorial Síntesis. 1996, p. 54

¹⁴⁰ Gillam Scott, Robert: op. cit., p.141. Estos elementos se dividen en tres clases, pero por su interacción, originan un cuarto elemento plástico inmaterial.

1. Sólidos: algo que tiene volumen, que se expresa por proyección en las tres dimensiones del espacio. Puede ser íntegramente sólido como un bloque de piedra, hueco como la terracota o un edificio. Su calidad visual es la misma.
2. Planos: en geometría un plano solo tiene dos dimensiones, largo y ancho. En el espacio no es posible expresar un plano sin espesor.
3. Líneas: en geometría una línea tiene tan solo una dimensión: largo. Pero no puede expresarse el largo como un material sin darle espesor. Aun así, la cantidad de masa que una forma de esa clase puede contener y seguir aún siendo interpretada como una línea, es un asunto relativo.
4. Espacio: las actividades de estos tres elementos materiales originan otro: el espacio, en sí, se convierte en un elemento plástico. Los otros son importantes sobre todo como un medio de organizar espacio.

La composición de estos 4 elementos facilitará la labor del diseñador al enfrentarse a programas de dibujo en 3D.

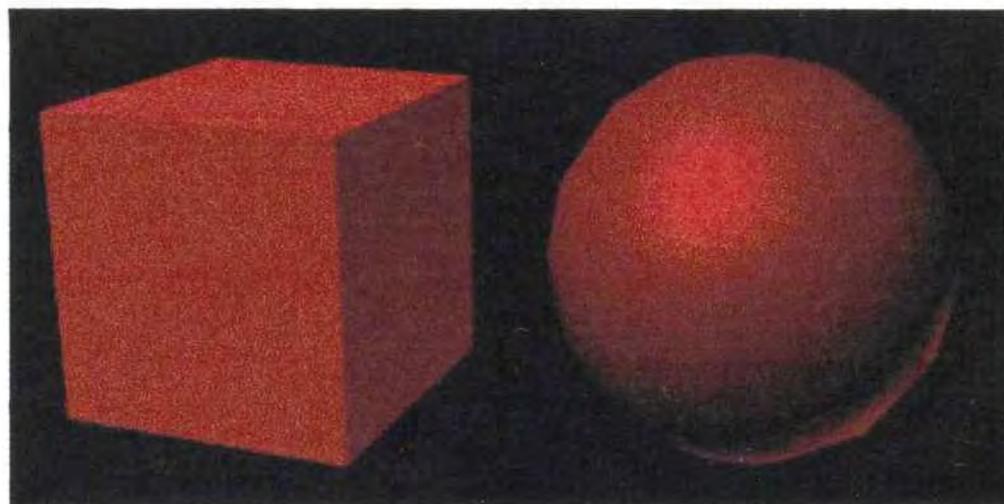
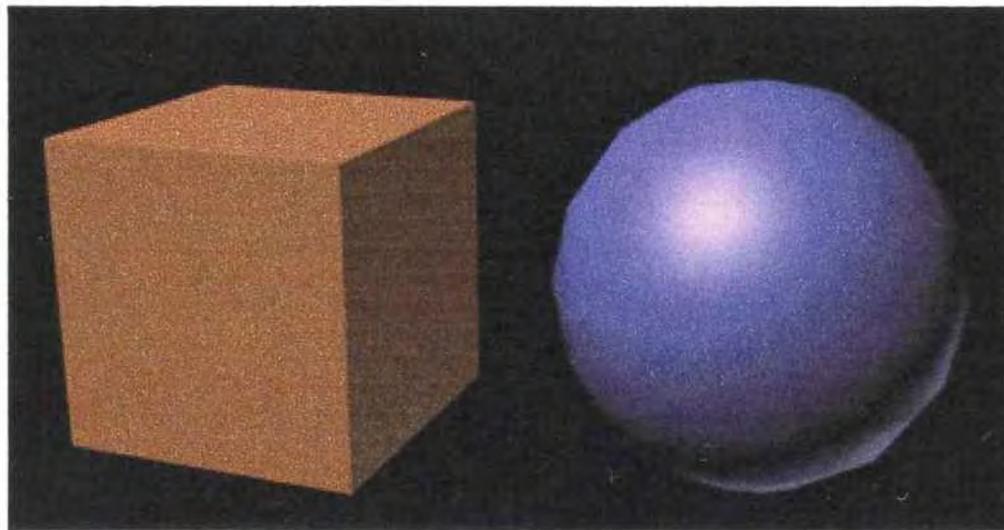
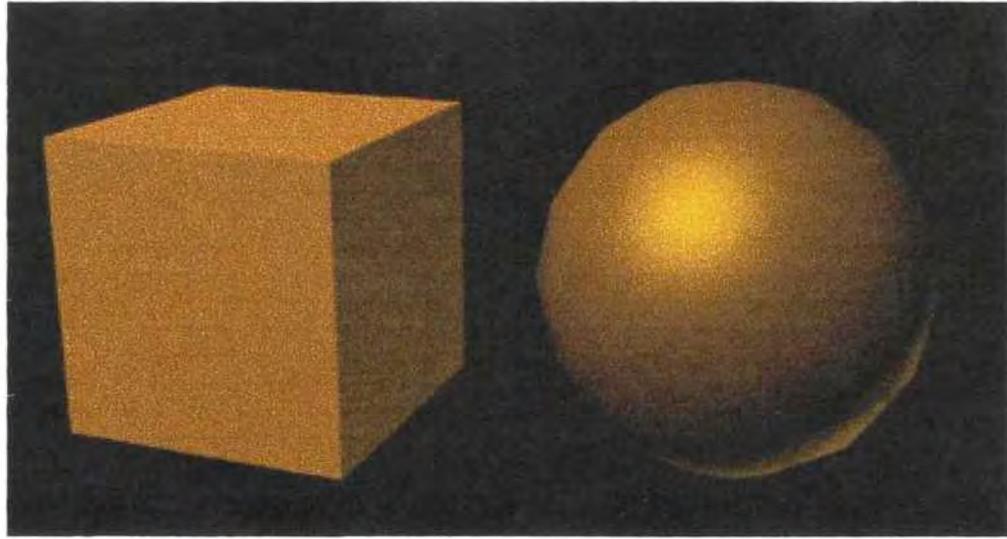


Imagen 145, 146, 147

Entendiendo que el material de un objeto realizado con un programa de ordenador puede definirse por sus colores, las propiedades de la superficie y la iluminación, es de destacar la importancia de este último factor en la credibilidad de los diseños. Por ejemplo, dos esferas una gris mate y otra gris brillante, realizadas con materiales diferentes, pero teniendo en cuenta que ambos materiales tienen el mismo color. La única diferencia será la extensión de la mancha blanca en la que se reflejará la fuente de luz.

El ordenador aporta sensibles ventajas con respecto al dibujo tradicional. En pocos segundos el dibujo que se tiene delante aparecerá en las condiciones de iluminación que se elijan. La iluminación del modelo plantea también el problema de las sombras que se formarían en la realidad, y que por lo demás es relativamente simple, porque puede resolverse del mismo modo que las líneas ocultas.¹⁴¹

El ordenador, trata el tema del claroscuro de un modo distinto al del dibujo tradicional. Diferencia entre iluminación y sombreado. La iluminación tiene en cuenta las características de las superficies y las fuentes de luz. Para las superficies se utilizan dos modelos de reflexión: la difusa y la especular. La primera es la que producen los acabados mates, y su efecto es el mismo con independencia del punto de vista del observador; la segunda, es la que se aprecia al observar una superficie brillante, y su efecto es distinto dependiendo de la posición en que se mire.

A la hora de iluminar los objetos diseñados los programas informáticos establecen tres rangos de iluminación diferentes. Las fuentes de luz son de tres tipos: ambiental (un día nublado), direccional (un día soleado) y posicional (una bombilla). Poniendo como ejemplo la iluminación realizada sobre una esfera pueden establecerse tres rangos de iluminación diferentes:¹⁴²

Ambiente: la parte inferior posterior a la incidencia de la luz se muestra entre sombras, dado que resulta iluminada por la luz general de ambiente.

Difusa: la parte del medio recibe la luz de una lámpara, por lo que se muestra más clara.

Especular: la mancha clara en el lugar en donde se refleja la luz hacia la cámara.

Estos tres tipos de iluminación influyen de forma muy decisiva en el aspecto del material.¹⁴³

¹⁴¹ Sainz, Jorge y Valderrama, Fernando: op. cit., p.95

¹⁴² Immler, Christian: *El gran libro del 3D Studio*, versión 4. Barcelona, Marcombo editores, 1995, p.435

¹⁴³ En programas como el 3D Estudio a la hora de generar la iluminación de los objetos diseñados, se puede elegir entre tres fuentes diferentes de iluminación, siendo estas:

Ambiente: define la claridad general de ambiente que no parte de ninguna fuente de iluminación determinada. Esta luz no arroja sombras.

Omni: define un punto de luz que ilumina uniformemente en todas las direcciones desde un punto. No arroja sombras.

Spot: define una fuente de iluminación dirigida que lanza un determinado cono de luz desde un punto. Estos focos lumínicos son los únicos que proyectan sombra.

El ordenador suele diferenciar también entre el sombreado (shading) y las sombras (shadows). El sombreado es una forma de dar volumen a un objeto simplemente a base de diferenciar la iluminación de sus distintas caras y las sombras son el claroscuro más realista, a base de combinar esas mismas sombras propias con las arrojadas. A todo ello hay que añadir efectos todavía más realistas como los reflejos, las transparencias, la refracciones, etc. ¹⁴⁴

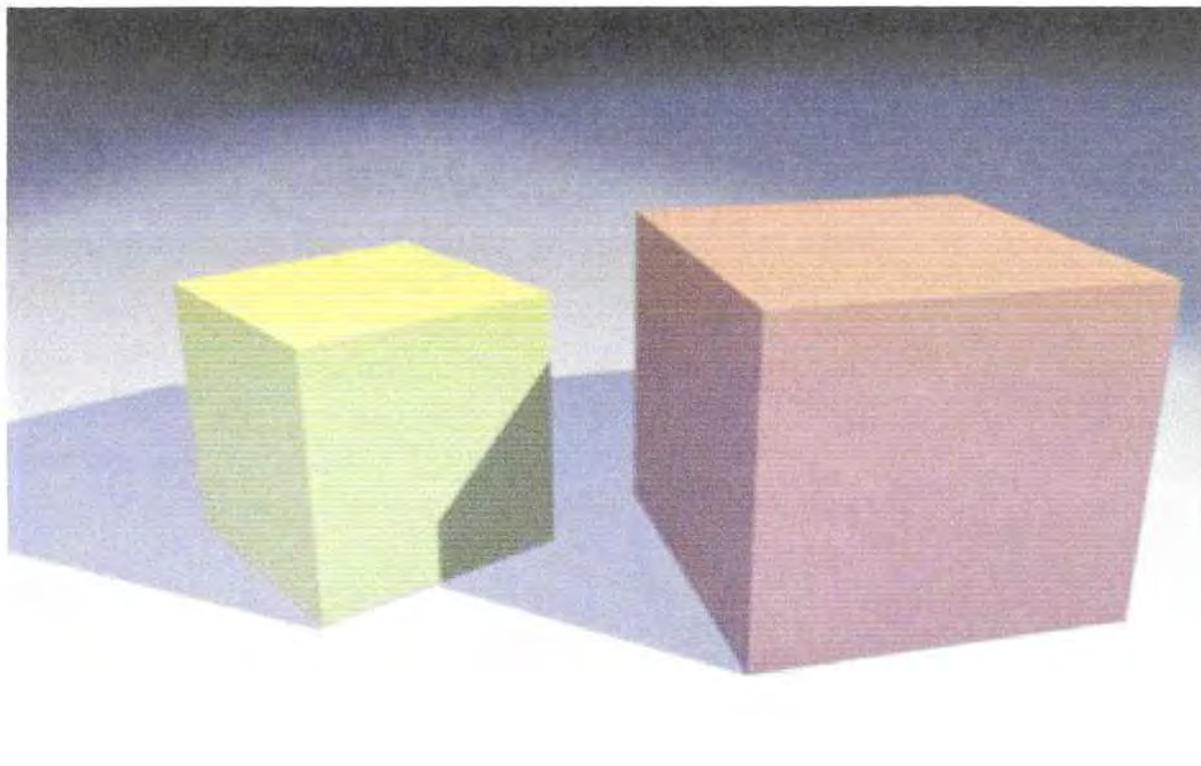
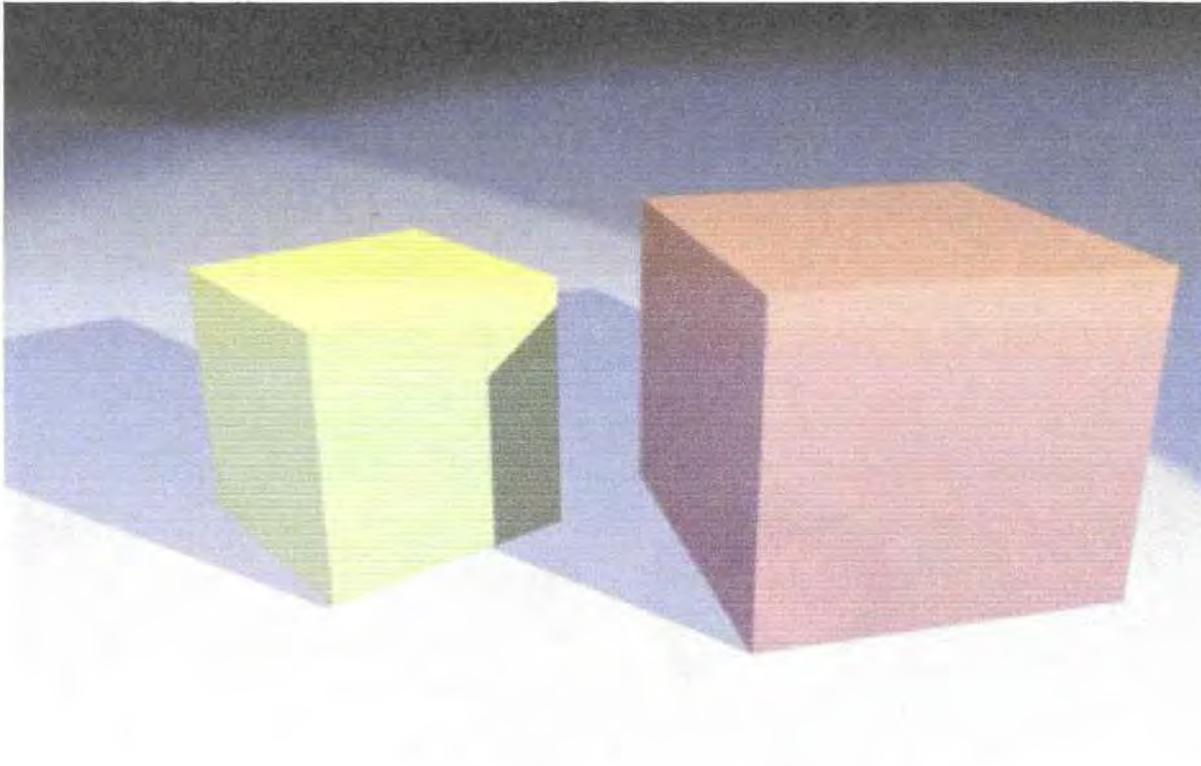


Imagen 148, 149

¹⁴⁴ Sainz, Jorge y Valderrama, Fernando: op. cit., p. 96

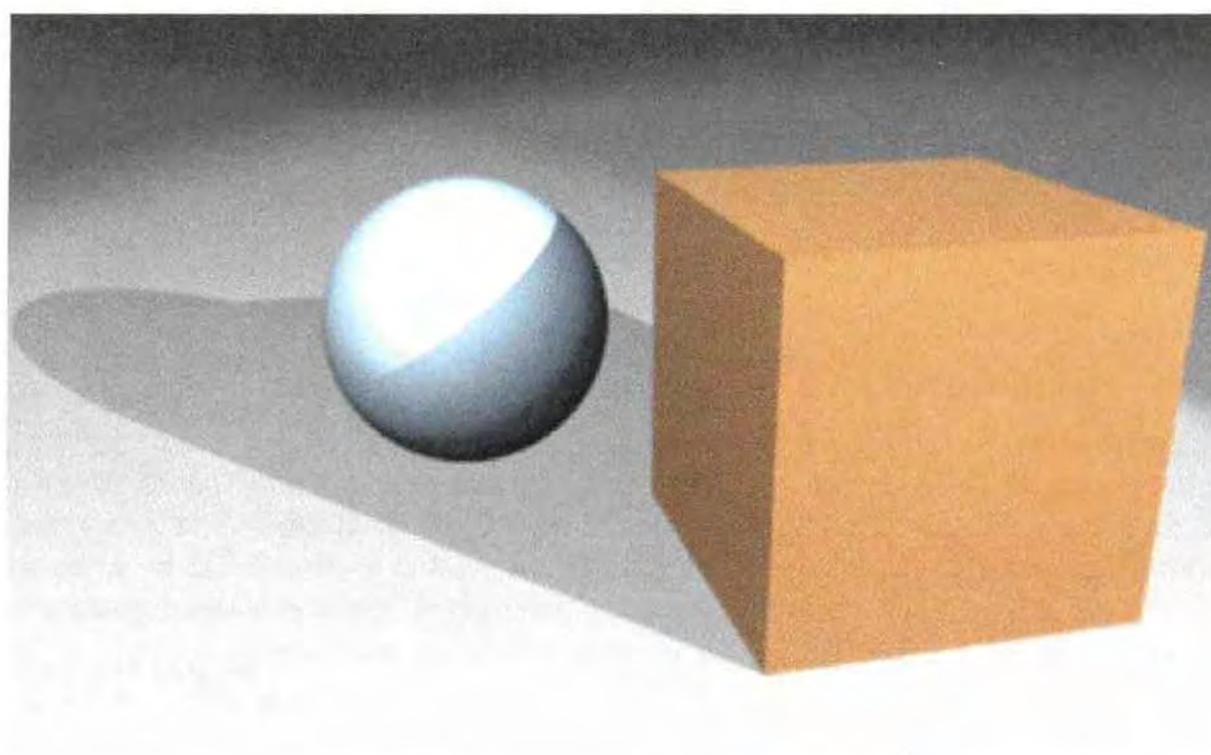
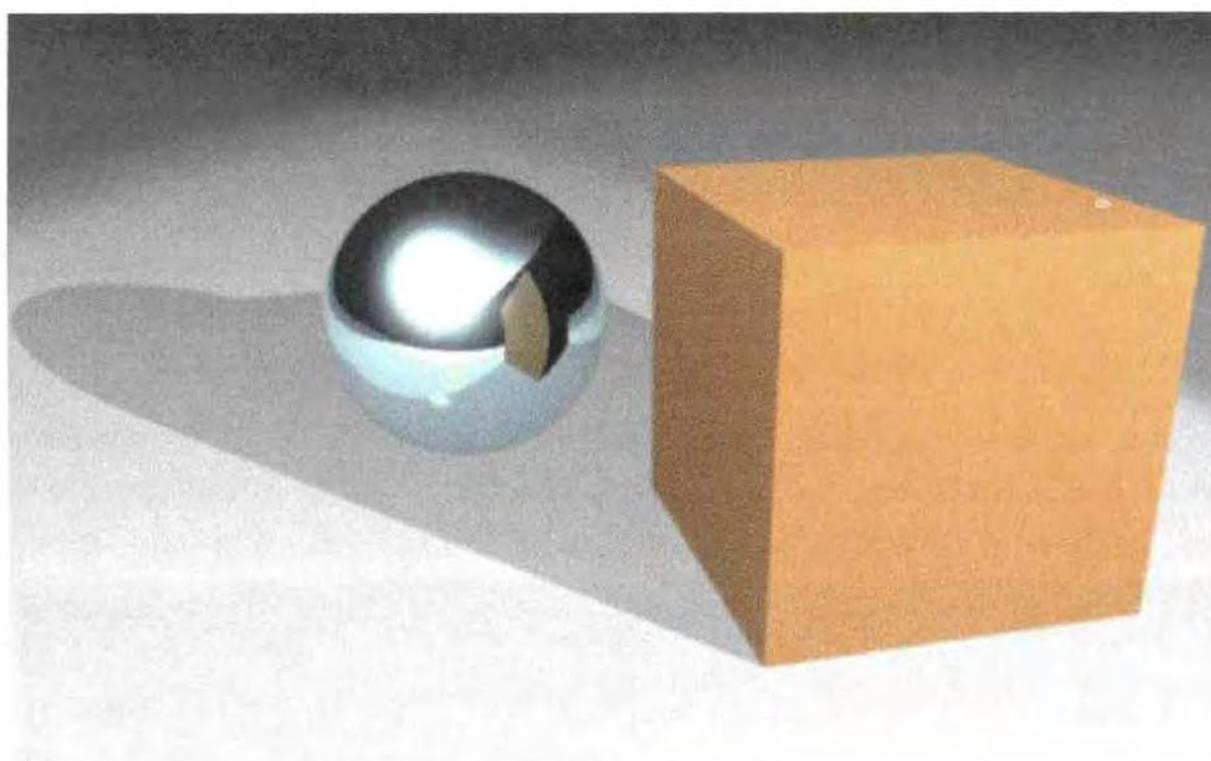
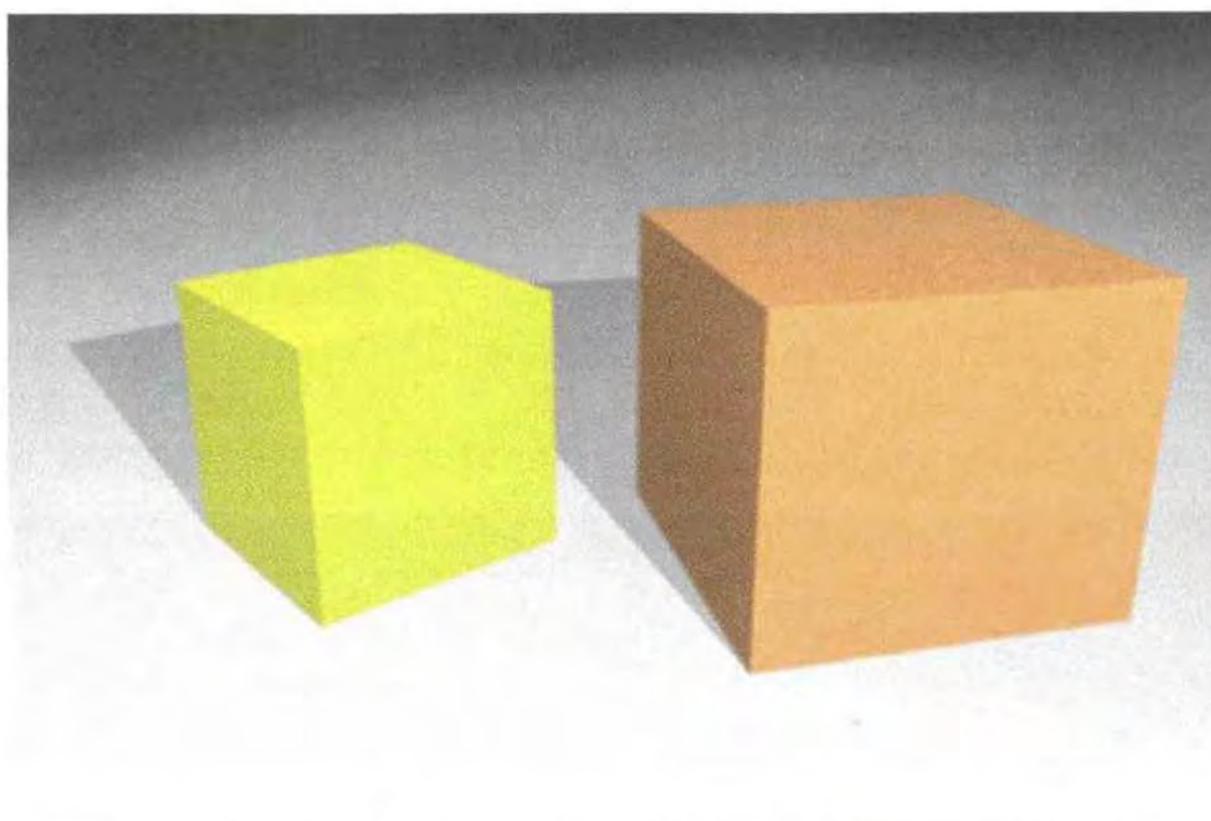


Imagen 150, 151, 152

EL TRATAMIENTO DEL COLOR

En el proceso de impresión por cuatricromía, se utilizan cuatro colores. Los tres básicos: magenta, cyan y amarillo más el negro. Con estos cuatro colores distribuidos en forma de nubes de puntos diminutos se consigue reproducir todo tipo de color y textura sobre papel. Los colores básicos luz son tres : rojo, verde, azul. Con sus combinaciones binarias se obtiene el magenta, cyan y amarillo. La suma de los tres primarios da como resultado el blanco y la ausencia de los tres negro. A diferencia de la cuatricromía, estos colores son reales homogéneos en toda su forma. Es decir, que no se puede hacer una separación de colores primarios por observación con un cuentahilos.

Desde el punto de vista infográfico, se debe de estudiar el uso del color, tanto en las imágenes de la pantalla del ordenador como en las copias que producen las impresoras. Así pues, la capacidad cromática de un sistema depende fundamentalmente del hardware. La oferta de colores por parte del sistema informático está muy por encima de cualquier sistema tradicional. Se pueden utilizar paletas de más de 16.000.000 de colores con la única limitación de la capacidad de resolución que permita el equipo. Pero lo mas importante es que las pantallas y las impresoras utilizan modelos cromáticos, no solo distintos sino opuestos. Los colores de la pantalla se obtienen según un sistema aditivo, en el que los diversos rayos de luz se van sumando (sistema conocido por sus siglas en inglés RGB). Este método es ajeno al mundo del dibujo de diseño tradicional, que siempre se ha basado en la mezcla de tintas, es decir, en el sistema sustractivo. Este es el método que se usa para las impresoras, y consiste en restar luz a partir de un papel blanco, de este modo, los colores primarios serán el cyan, el magenta y el amarillo y su combinación produce el negro (este sistema con la adición del negro, se conoce como cuatricromía CMYK).

Se establecen en pantalla por tanto dos sistemas de colores, RGB (rojo, verde, azul) o en valores HSL (color, saturación, luminosidad).

RGB: la luz blanca se obtiene por adición de rayos de color rojo, verde y azul. Con las distintas mezclas de estos tres colores es posible representar cualquier color.

HLS: se basa en la teoría de la esfera de color. El círculo cromático constituiría el ecuador de esta esfera. En los polos se encuentran los colores blanco y negro, los que en rigor no son colores en sí. El centro de la esfera es gris, una mezcla proporcional de todos los colores. El valor H(Hue) de colorear, define el ángulo en sentido horizontal que se corresponde con el "valor". El valor L(Luminance) de claridad, define el ángulo en sentido vertical. El valor S(Saturation) para la saturación de colores, define el distanciamiento del color del punto medio de la esfera de colores.¹⁴⁵

¹⁴⁵ Immler, Christian: op. cit., p. 346

Así al dibujar con el ordenador habrá de aprender el diseñador a usar un método cromático en el que no está familiarizado. Además, deberá afrontar los problemas derivados de la conversión de los colores, de un método a otro, es decir asegurarse que la imagen que sale de la impresora corresponde lo más exactamente posible a la que se ha diseñado en la pantalla.¹⁴⁶ Existen programas que imitan las técnicas clásicas de dibujo, Painter (de Fractal Desing, AXA, Watercolor, etc.). En algunas aplicaciones orientadas hacia el diseño gráfico, la paleta de colores está en referencias Pantone e incluso desde el ordenador se hace la separación de colores para imprenta.

Resolución del monitor y limitaciones de hardware:

En el caso de imágenes a color generadas por ordenador, la pantalla del monitor se compone de una multitud de puntos que se iluminan, llamados pixels. La definición del monitor se mide en número de pixel por pulgada cuadrada. Esto define el tamaño del grano de la imagen. Si el número de pixels por unidad de área es muy pequeño con respecto al número de puntos que ofrece la cuatricromía, no se conseguirá una gradación o transición de colores buena.

El número de colores simultáneos que el hardware es capaz de generar, la llamada "paleta de colores", condiciona el salto de color entre pixels contiguos. En resumen, un equipo CAD con buena resolución gráfica tendrá un monitor de elevado número de pixels por pulgada cuadrada y sobre todo una paleta de colores muy grande. El número mínimo de colores suele ser de 256, actualmente los equipos suelen incorporar de origen ya una paleta de 16 millones.

Debido a que el número de pixels por pulgada es difícil de superar a partir de ciertos valores, para aumentar el realismo de las imágenes se aumenta el número de colores intermedios. Se da el caso que para reproducir ciertas texturas en patrones de diseño textil es necesaria una paleta de más de 16 millones de colores.

Colores en 2D y 3D:

Hasta ahora se ha hecho referencia al caso de figuras planas. Areas cerradas coloreadas con colores planos o texturadas. Este es el campo del diseño gráfico o publicitario fundamentalmente. El proceso de colorear objetos tridimensionales es técnicamente más complejo. Para conseguir una paleta de 16 millones simultáneos en 3D, normalmente hay que añadir hardware específico. El nivel de cálculo varía tremendamente en función del grado de complejidad de la geometría y sobre todo del método de cálculo de la imagen resultante. No es lo mismo sombrear un conjunto de objetos con un nivel de resolución bajo y cada cuerpo por separado, que hacerlo considerando las posiciones relativas, las sombras arrojadas, las transparencias y las reflexiones de unos cuerpos sobre otros. Una misma imagen mediante un sombreado básico puede ser generada en unos segundos, mientras que realizarla con sombreado hiperrealista puede llevar muchos minutos sobre el mismo ordenador.

¹⁴⁶ Sainz, Jorge y Valderrama, Fernando: op. cit., p.107

Actualmente con la velocidad de cálculo de los nuevos ordenadores, estos tiempos se van acortando considerablemente.

Color como propiedad de un cuerpo:

Cuando se habla de color en 3D, no puede dejarse de referir a objetos. El color es una de las propiedades inherentes de un objeto, así como el volumen, la masa, la posición etc. Las caras o superficies de un objeto son entidades independientes, que pueden ser coloreadas de forma diferente. Además del color una superficie se define por otras propiedades físicas como transparencia, brillo, reflexión y acabado o textura. Variando estos parámetros se obtienen diferentes respuestas en la percepción de los objetos. Para la realización de imágenes de gran realismo intervienen dos conceptos más, la radiosidad y el "Ray tracing".¹⁴⁷ Por último, la función de mapas con textura e interpolación en perspectiva permite barrer imágenes 2D y transformarlas en superficies 3D con la perspectiva adecuada.

Utilidad del ordenador:

Como ventajas principales deducidas de la correcta utilización de equipos CAD en lo que a color se refiere, se puede destacar tres: test de colores, comparación simultánea y presentación. Estas tres ventajas tienen unas características comunes: velocidad de respuesta, bajo costo de las modificaciones y proceso dinámico de desarrollo.

La primera y más evidente ventaja es la facilidad con que se puede colorear un objeto y modificarlo hasta conseguir resultados satisfactorios. Cambiar de color, brillo, transparencia, etc., son propiedades del objeto a estudio. La diferencia respecto del método tradicional es evidente.

La segunda ventaja es la comparación simultánea. Uno de los aspectos más gratificantes del trabajo con ordenador es la facilidad para obtener copias de un original y modificarlas. De esta manera se puede representar una familia de distintas opciones y observarlas simultáneamente obteniendo referencias comparativas directas.

La tercera gran ventaja es la presentación. Ya en sí gozan de buena aceptación las imágenes generadas por CAD. Además si se hace uso de la extensa gama de impresoras y trazadores gráficos como herramientas de presentación 2D, el resultado es impecable. A esto se añade una presentación dinámica o animación recogida en vídeo, con imágenes ambientadas en una situación concreta. Las explicaciones sobre los detalles son comentarios de las imágenes que se están viendo. El resultado es un paso más hacia la sensación de que la ficción se aproxima a lo real.

¹⁴⁷ Radiosidad: es el grado de color reflejado sobre un cuerpo proveniente de otro próximo.

Ray tracing: simula las imágenes reflejadas, provocadas por fuentes de luz de objetos cercanos sobre las caras del cuerpo en estudio.

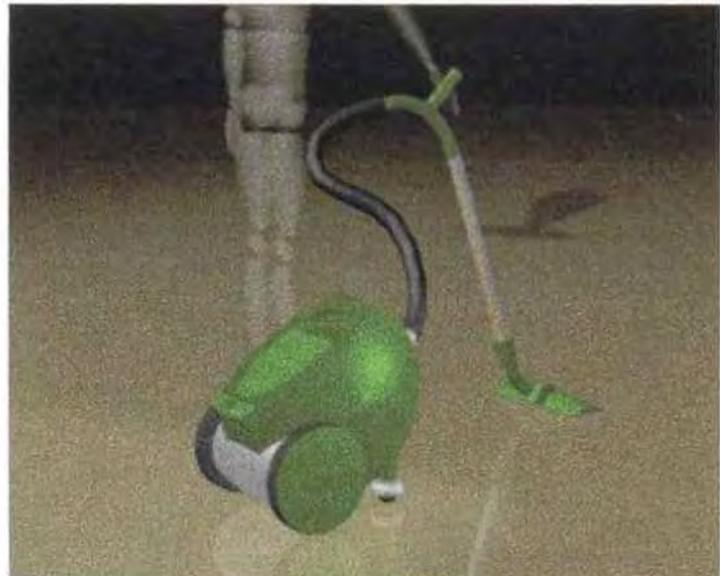


Imagen 153, 154, 155, 156