



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

## CAPITULO III

# ESTRATEGIA EMPRESARIAL

## INNOVACION Y PRODUCTO

Los factores de innovación y diseño industrial son fundamentales en el proceso de desarrollo de nuevos productos, facilitando en gran medida incrementar la competitividad. Por ello las empresas tienden a introducir cambios en el proceso de generación de nuevos productos, basándose en los factores de innovación y diseño industrial, apoyándose en el capital humano de la empresa y en la optimización del proceso y la introducción de nuevas técnicas de gestión.

### ESTRATEGIA DE NUEVOS PRODUCTOS

*“La innovación es un proceso acumulativo que resulta más rentable como estrategia permanente que de forma esporádica” (Josep Piqué, 1998)<sup>227</sup>.*

#### Diseño, desarrollo y producción

Actualmente, en el campo industrial, ya no es suficiente fabricar productos que cumplan las funciones y prestaciones indicadas en sus especificaciones, dentro de la relación calidad/precio. Con la aparición y desarrollo de nuevos mercados se podría hablar de un mercado mundial real; para cada producto hay numerosos competidores.

Ya no es suficiente fabricar con una relación calidad/precio competitiva, sino que esto se ha convertido solo en una condición mínima necesaria para poder estar presente en el mercado. Hoy una presencia satisfactoria en el mercado obliga a diferenciar los productos propios de los de la competencia, dándoles unas nuevas características que les den un valor añadido mediante unos nuevos atributos de los productos que les aporten ventajas competitivas.

Estas ventajas competitivas se consiguen en gran parte mediante la innovación constante del producto y de la empresa. El diseño industrial y el desarrollo de los productos son aspectos básicos en cualquier estrategia de innovación. La mejora de la competitividad, la innovación y los avances tecnológicos son los objetivos y retos de las empresas.

El diseñador Conrado Llorens<sup>228</sup> comenta:

<sup>227</sup> Piqué, Josep: El País. 3-12-1998, p. 41

<sup>228</sup> Llorens, Conrado: en *Gráfica & Diseño*. Nº 17. Septiembre 1997. Entrevista: Más allá de la forma. Realizada por: Mária Suárez. p. 4. Estudio Summa Comunicació.

*“Nosotros entendemos la innovación como una manera de crear una ventaja competitiva para nuestro cliente. Pero si no se basa en una sólida formulación estratégica, puede ser un fracaso. Lo importante es saber porqué, cómo y hasta dónde innovar, y la respuesta está en un análisis riguroso de la empresa y su entorno”.*

Las actitudes personales de los directivos innovadores están relacionadas con un espíritu emprendedor y con una capacidad de flexibilidad y movilidad ante los cambios.(Arbonías, 1990) <sup>229</sup>. Como puede ser por ejemplo la introducción de nuevos medios informáticos.

El desarrollo y la supervivencia de una empresa, depende directamente de su capacidad (independientemente de su tamaño), para:

- Producir y desarrollar sus actuales y futuros productos y servicios, con un balance de costos adecuado, o sea, rentable.
- Aumentar la calidad y resultado de sus actividades.
- Encontrar nuevos campos de actividad, además de los dominados actualmente.
- Variar las actividades acostumbradas de forma adecuada.
- Buscar y comercializar nuevos campos de actividad.

Las medidas necesarias a tomar pueden ser en los campos de:

- Investigación básica o aplicada
- Desarrollo de nuevos productos y procesos
- Racionalización
- Construcción
- Análisis de valor
- Márketing

En opinión del economista británico Chris Freeman<sup>230</sup>, entre los años 2010 y 2020 la sociedad habrá absorbido plenamente las nuevas tecnologías que en la actualidad asombran, y las asumirá como algo tan cotidiano como hoy pueda serlo el mecanismo del interruptor de la luz.

Diseño y fabricación están cada día más relacionados, la frase: “aquello que está bien proyectado es fácil de fabricar”, se hace cada día más patente. Sin embargo, la creciente especialización en todas las áreas hace que cada día el diseñador conozca menos detalladamente los métodos de producción que se van a utilizar posteriormente, con lo que el riesgo de encarecer el producto aumenta.<sup>231</sup> El software específico puede ayudar al diseñador en este caso.

---

<sup>229</sup> Arbonías, 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. 19

<sup>230</sup> Citado en: García, Ildelfonso : “¿Crean trabajo las nuevas tecnologías ?”, *Su dinero, El Mundo*, 16-3-1997, pp. 18-19. Chris Freeman es profesor emérito de la Universidad de Sussex

<sup>231</sup> Brusola, F. ; Calandin, E. ; Baixauli, J. ; Hernandis, B. : *Acotación funcional*, Madrid, Editorial Tebar Flores, 1986, Prólogo. Profesores del Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad Politécnica de Valencia



Freeman y Luc Soete<sup>232</sup> analizan las consecuencias de las tecnologías de la sociedad de la información (ordenadores, microelectrónica, telecomunicaciones), en el mundo laboral. Opinan que se está viviendo actualmente una de las oleadas de nueva tecnología más importantes de la historia. Sin embargo, si bien es cierto que la tecnología de la información está actualmente destruyendo empleo, en contrapartida crea al mismo tiempo nuevas demandas.

Las empresas efectúan profundas reflexiones en relación a sus estrategias e intentan en un futuro inmediato introducir grandes cambios en todo su ámbito empresarial, particularmente en el área de producto. Para las empresas industriales, el objetivo final es presentar productos competitivos, que den satisfacción a las necesidades y expectativas de compradores y usuarios.

Las tecnologías innovadoras permiten al fabricante ofrecer nuevos productos, pero también son ventajosas para el cliente al conseguir una mayor relación del producto/servicio, posibilitando una reducción de los plazos de entrega.<sup>233</sup>

El proceso de diseño forma parte del proceso innovador<sup>234</sup>.

El diseño aclara y concreta. Enriquece los datos que ya posee la empresa y abre nuevas vías. Su misión consiste en encontrar el máximo de pistas posibles y en indicar lo que cada una significa y hacia dónde pueden llevar a la empresa. El diseño aporta una hipótesis a los que toman las decisiones que luego hay que realizar<sup>235</sup>.

La valoración formal y estética del diseño industrial como criterio casi exclusivo se mantiene erróneamente hasta nuestros días. Cuando se habla de diseño las primeras referencias continúan siendo productos casi minoritarios y con un marcado carácter artesanal (muebles, lámparas, etc.). No son precisamente estos productos los que han generado el contenido actual de diseño industrial. El diseño industrial no ha alcanzado el relieve que hoy tienen por cambios formales, estéticos u ornamentales. Han sido las innovaciones (automóvil, tren, avión, bicicleta) que precisaron ser adaptadas a las condiciones ergonómicas, funcionales, estéticas, productivas y socio-culturales de los seres humanos de cada época, las que marcaron la naturaleza del diseño industrial y a su vez han incidido totalmente en nuestras formas de sentir y vivir.

Vitrac<sup>236</sup> considera que sus productos no triunfarán si no hay una fuerte innovación y una fuerte imagen para un diseño igualmente innovador y coherente. Señala como en Moulinex el diseño forma parte de la cultura de la empresa y de su capital.

<sup>232</sup> Freeman es, junto a su colega holandés Luc Soete, autor del libro "cambio tecnológico y empleo: una estrategia de empleo para el siglo XXI", publicado en España por la fundación Universidad - Empresa en colaboración con BT Telecomunicaciones.

<sup>233</sup> *Desarrollo Tecnológico*. Nº 6. Enero 1994. pp. 8-9

<sup>234</sup> Brune, Guido: *Aspectos económicos de la empresa en la gestión de Diseño*. Seminario Innovación y Diseño Industrial. Fundació Narcís Monturiol. Universitat Tècnica d'Estiu de Catalunya. UNTEC. Girona, Septiembre 1993. Trabaja en Norddentsche Landesbank. Hannover.

<sup>235</sup> Vitrac, Jean Pierre y Gaté, Jean Charles: *La estrategia de Producto y Diseño*. Barcelona, Ediciones Gestión 2000, S.A. 1994. p. 166

<sup>236</sup> *Ibidem*, p. 166

Para Geyher<sup>237</sup> diseño e innovación van ligados. Propone mostrar la innovación como renovación de los productos y de los procesos. Considera que la meta de la innovación consiste en realizar nuevos productos; productos mejorados; productos modificados.

Hasta hace pocos años, el conocimiento de las diferentes tecnologías avanzadas de producción, dentro del amplio espectro empresarial, se ha circunscrito a la identificación de estas tecnologías con la introducción del control numérico en la máquina-herramienta y en la robótica para los procesos productivos, la adopción del CAD, desarrollo de sistemas flexibles de fabricación constituidos por diferentes máquinas-herramienta enlazadas por sistemas automáticos de cambios de mantenimiento de piezas, manipulación robotizada y control centralizado por medio de ordenador. Estas tecnologías de la producción han de contribuir a poder incrementar el potencial productivo de tal manera que aumente, asimismo, la capacidad para abordar nuevos productos requeridos por el mercado, acortando tiempos de diseño y fabricación y reduciendo los costes asociados.

### **Fabricación Lean**

La innovación conlleva riesgo, es una frase que suele oírse con frecuencia. La fabricación Lean o proceso de 5ª generación<sup>238</sup> es una estrategia innovadora. Se le ha denominado igualmente como una estrategia para eliminar el despilfarro siguiendo una política de control de calidad total.

La fabricación Lean se basa en dieciocho puntos, siendo cuatro de ellos integradores de las tecnologías informáticas dentro de la empresa. Estos cuatro puntos son (Rotwell, 1993)<sup>239</sup>

1. Utilización de ordenadores
  - Compartir datos
  - Mayor comunicación
  - Saber de que disponemos
2. CAD vinculados
3. Técnicas de RP

<sup>237</sup> Geyher, Erich: *Innovación y Diseño Industrial. Ventajas competitivas en el desarrollo de productos*. Seminario Innovación y Diseño Industrial. Fundació Narcís Monturiol. Universitat Tècnica d'Estiu de Catalunya. UNTEC. Girona, Septiembre 1993. Es profesor de la Universidad de Essen en Organización del Desarrollo del Producto, Innovación y Diseño.

<sup>238</sup> Primera generación (1950-1960): período caracterizado por la reconversión de postguerra. La demanda excede la capacidad de producción. Se desarrolla un énfasis en las manufacturas.

Segunda generación (1960-1970): período de prosperidad general. Se desarrolla un énfasis en las estrategias de marketing.

Tercera generación (1970-1980): período de alta inflación y saturación de la demanda. Estrategias de consolidación y racionalización con énfasis en la escala y experiencia en la curva de beneficios.

Cuarde generación (1980-1990): período de reconversión económica. Se caracteriza por un mayor impacto de las nuevas tecnologías. Se acortan los ciclos de producción.

Fuentes: Rothwell, Roy: *Diseño y fabricación en el producto Lean. La 5ª generación en el proceso de innovación*. Seminario Innovación y Diseño Industrial. Fundació Narcís Monturiol. Universitat Tècnica d'Estiu de Catalunya. UNTEC. Girona, Septiembre 1993.

<sup>239</sup> Ibídem



#### 4. Sustituir los prototipos por modelos de simulación

Por lo tanto, puede afirmarse que el uso de ordenadores es fundamental en esta 5ª generación:<sup>240</sup>

- A las PYMES les da el poder de insertarse en redes (pueden intercambiar información).
- Se puede llegar fácilmente a un cliente en cualquier parte del mundo.
- Importante tener vínculos con los subcontratistas.

El factor clave de una empresa Lean es la identificación de su personal con los objetivos definidos. Los integrantes de estas empresas tratan de intervenir apoyándose y optimizando métodos entre todo el proceso de desarrollo y realización de sus productos. Para poder hacer esto, todo el grupo ha de poder interactuar con el diseño (mejor con ordenadores) con lo cual se debería trabajar desde el principio con ellos. Los consumidores exigen productos muy diferenciados (segmentos de mercado), por lo tanto el número absoluto de productos vendidos de cada nuevo lanzamiento será cada vez menor. El tiempo disponible para nuevos desarrollos se reduce notablemente y los problemas de amortización de las inversiones aumentan. Ante esta premura de tiempo se necesitan herramientas más rápidas, ordenadores, rapid prototyping, etc. Las mayores inversiones y esfuerzos se están efectuando en las empresas líderes en capital humano, Lean Management y Lean Production (Gestión y Producción de apoyo).

## TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION

### Autopistas de la información

El impacto de Internet sobre la sociedad y, en particular sobre las empresas, apunta que será de una magnitud considerable por sus efectos potencialmente positivos sobre la actividad económica y comercial. Su aplicación en las empresas permitirá a éstas obtener importantes economías en la comunicación, alcanzar mercados lejanos y conseguir mayores niveles de competitividad (Suárez, 1997)<sup>241</sup>. Para obtener estas ventajas Suárez aconseja que las empresas deberán contar en su plantilla con personal conocedor de esta nueva tecnología.

Se precisa innovar y con ello no perder el carro tecnológico. Se pueden señalar diez razones por las que una empresa debería contar con una presencia en Internet: (A. Fuentes, 1997)<sup>242</sup>

1. Prestigio. Hoy en día muchos empresarios tienen en su tarjeta de visita la dirección de correo electrónico y la página web de su empresa. No tenerla es sinónimo de atraso.
2. Ahorrar en comunicaciones. Dicen que los grandes bancos, cuando celebran junta general de accionistas, se gastan mucho dinero en publicar y enviar la memoria del año. Les saldría más rentable comprar un ordenador y una

<sup>240</sup> Ibídem.

<sup>241</sup> Suárez, Fermín, "Internet en el mundo empresarial", *El Periódico*, 25-1-1997, p. 41.

<sup>242</sup> Fuentes, Alberto de las : "Internet", *El Mundo*, Su dinero, Suplemento dominical, 2-3-1997, p. 15.

conexión a Internet mandar un fax por Internet, a cualquier lugar del mundo cuesta poco dinero.

3. Ahorrar en material. Internet puede ahorrar enormes cantidades de papel, sobres, sellos y gastos de impresión a cualquier empresa. Más aún, quienes tienen que enviar frecuentemente, por ejemplo, catálogos de productos a sus comerciales y clientes.
4. Ahorrar tiempo. Las modernas comunicaciones informáticas son inmediatas. Se aprieta el botón y en cuestión de segundos el mensaje es recibido, con lo que se ahorra un tiempo precioso. Más en el caso de las videoconferencias.
5. Darse a conocer. Pueden ser ya muchos millones de personas en todo el mundo los que disponen de acceso a la red. También es cierto que muchas empresas se benefician de estar en las páginas amarillas. El equivalente en Internet son los buscadores en los que basta con suscribirse.
6. Inteligencia empresarial. Se trata de espiar a los competidores (legalmente) aprovechando las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías. Con Internet se puede saber, con bastante aproximación, lo que hacen otras empresas.
7. Preparándose para el futuro. Conviene ir aproximándose a las nuevas tecnologías.
8. Adelantarse a la competencia. En Internet, como en casi todo en esta vida, el que da primero da dos veces.
9. Sobrevivir. Internet es una revolución y no se va a detener. Quienes no sepan cómo adaptarse se encontrarán con un escalón tecnológico que cada vez será más difícil superar. Y la competencia va a ser feroz.
10. La realidad. Navegar un rato por Internet está al alcance de cualquier fortuna, apenas hace falta más que saber apretar el botón del ratón del ordenador.

Uno de los aspectos interesantes que ofrecen las autopistas de la información es la de poder estar conectado el trabajador con la empresa desde casa. Actualmente se viene hablando del término teletrabajo. Antonio Sáenz de Miera<sup>243</sup> afirma que en este país empresas como IBM ya cuentan con un 40% de teletrabajadores. Sin embargo, y junto a las evidentes ventajas en cuanto a los ahorros de tiempo y esfuerzo empleados en el desplazamiento a los centros de trabajo tradicionales que este sistema comporta, existen igualmente serias desventajas de tipo psicológico: Soledad, incomunicación, ausencia de vertebración con otros trabajadores con relación a la empresa, invasión del hogar por parte de los instrumentos de teletrabajo.

---

<sup>243</sup> Es director de la Fundación Universidad - Empresa y ha escrito el prólogo del libro "El teletrabajo" editado también por esta institución. En España, la primera iniciativa en este sentido ha partido de la Fundación Universidad - Empresa y la Comunidad de Madrid. El proyecto, bautizado como Teleurba y en el que también participa la Unión Europea, estaría emplazado en una granja escuela que la Fundación posee a pocos kilómetros de Madrid.



## Comercio electrónico

El comercio electrónico es simplemente comercio. Ya no se puede imaginar al comercio sin las transacciones electrónicas. Cada vez es mayor el número de países teledensos.<sup>244</sup> Bill Clinton predice que para el año 2002 se habrán invertido unos 327 millones de dólares (una estimación bastante exacta para ser estimado...) Sin embargo el crecimiento del comercio electrónico es tan grande que probablemente se rebasen esas cifras por mucho.<sup>245</sup> Negroponte predice más de un trillón de dólares para el año 2000. Quizás unos 300-400 billones serán transacciones para productos de consumo. Las nuevas oportunidades para pequeños comerciantes se empiezan a notar. En el mundo digital los bits del fabricante están muy cercanos a los bits del consumidor. Es muy sencillo publicar en Internet lo que un pequeño empresario vende y millones de clientes potenciales en todo el Mundo estarán a su alcance.<sup>246</sup> En los últimos años han surgido varias formas de pago con diferentes aplicaciones, ventajas y desventajas. Los costos de transacciones también varían de una forma a otra.<sup>247</sup> Hoy en día se ven diversas tarjetas electrónicas en el mercado, una de ellas es la tarjeta usada para los teléfonos públicos. Con el abaratamiento de los circuitos integrados comenzamos a ver tarjetas cada vez más inteligentes. Ejemplos de ello son tarjetas que automáticamente actualicen el tipo de cambio de cierta moneda, tarjetas que acumulen kilómetros de su línea aérea favorita o

<sup>244</sup> Los países nórdicos son los más "teledensos" del Mundo. La teledensidad es el número de líneas telefónicas por persona que pueda tener un país. En Finlandia hay una teledensidad de 90%, es decir 90 líneas telefónicas por cada 100 personas. 60% de la población finlandesa está conectada a Internet. Paralelamente en Dinamarca el 56% de los hogares poseen ordenadores personales.

Algunos de los motivos por los que la teledensidad es tan alta en ciertos países son las políticas de impuestos que tienen sus gobiernos. En Escandinavia se estimula el desarrollo de las comunicaciones a través de los impuestos, mientras que Francia, por ejemplo tiene impuestos tan altos que tener un ordenador en casa y conectarse a Internet es incosteable para la mayoría. Por eso Francia tiene una teledensidad de 5% y menos dominios en Internet que Noruega (Francia tiene más de 60 millones de habitantes y Noruega unos 3 millones). En Latinoamérica existen teledensidades que van del 12% al 20%, mucho más altas que la Alemana y la Francesa, por ejemplo. En [www.activamente.com](http://www.activamente.com)

<sup>245</sup> Simplemente una empresa como CISCO (empresa que desarrolla equipos para comunicación digital) factura más de 3.5 billones en comercio electrónico en un solo año. Si añadimos los 4 millones de dólares que DELL computers vende diariamente y los billones de dólares que amazon.com factura en libros cada año, puede observarse que la estimación está lejos de la realidad.

<sup>246</sup> El caso de Virtual Vineyards en el Valle de Napa, Estados Unidos es un buen ejemplo: en 1994 dos cuñados, Peter Granoff (vinatero) y Robert Olson (Ing. en sistemas) se unieron para desarrollar uno de los sitios de comercio electrónico más exitosos del Internet. [www.virtualvin.com](http://www.virtualvin.com) vende vinos, regalos y alimentos difíciles de encontrar a cualquier persona en cualquier parte del Mundo. Los vinos provienen de pequeños viticultores que normalmente no podrían tener la distribución y competir con los bajos costos de los grandes mayoristas. Hasta ahora, gracias a Internet. Muchos servicios comunes en el mundo de los átomos poco a poco serán substituidos por otros en el mundo digital. Las agencias de automóviles, por ejemplo, perderán su función de vender o de proveer información sobre automóviles de cierta marca. Un "agente inteligente" (programa con cierta personalidad con la capacidad de aprender del usuario para ahorrarle trabajo repetitivo) en Internet puede encontrar el precio más bajo para comprar exactamente el automóvil que el consumidor busca, sin importar el lugar de procedencia. Las agencias de automóviles tendrán que ofrecer valor agregado a su servicio y quizás éste únicamente sea el de demostrar los autos. Probablemente veamos surgir agencias de automóviles que cobren una "cuota por ver y probar" los automóviles que después los usuarios compran con su proveedor electrónico preferido.

<sup>247</sup> Hace ya diez años, una empresa llamada MONDEX presentó al mercado su versión de tarjeta inteligente. Las transacciones que estas tarjetas inteligentes pueden hacer tienen costos casi iguales a cero, permitiendo transacciones mínimas de apenas unas pesetas. En [www.activamente.com](http://www.activamente.com)

incluso puntos a favor en las compras de su marca favorita, multas de tráfico, etc. El tiempo revelará más aplicaciones cada día.

La seguridad electrónica no es una cuestión tecnológica, es una cuestión psicológica. Uno de los obstáculos más grandes que el comercio electrónico tiene que vencer es la falta de confianza de los usuarios para pagar y transferir sus datos confidenciales a través de la red. Paradójicamente la mayoría de los usuarios de tarjetas de crédito han entregado ciegamente su tarjeta a algún camarero en un restaurante. Un camarero puede anotar los datos de la tarjeta y posteriormente usarla para hacer los pagos que quiera. El argumento de la mayoría de las personas es que si llegara a haber un fraude podrían demandar al restaurante en el que pagaron; pero la detección del falsificador únicamente sería posible si hubiera pagado en un sólo restaurante o establecimiento en el último mes. En contraste, al enviar un dato por Internet no sólo se complica la detección del paquete de bits que lleva los datos confidenciales, sino que además estos datos pueden estar encriptados, lo que significa que para leerlos habría que saber el código que los encriptó. Si añadimos que la información podría ser dividida en paquetes y que cada paquete podría seguir una ruta diferente a través de miles de ordenadores, la lectura de la información confidencial se vuelve mucho más complicada que pararse junto a una persona que recita su número de tarjeta en un teléfono público para hacer una llamada de larga distancia. El problema es que los usuarios desconfían del medio por ignorar cómo funciona realmente. Una persona que ha comprado vía Internet probablemente lo seguirá haciendo una y otra vez incluso recomendando a sus conocidos hacerlo. La confianza que se necesita de los usuarios sólo es cuestión de tiempo.

## **SIMULACIÓN EN LA CONCEPCION DE PRODUCTOS INDUSTRIALES**

El éxito en la simulación de la solución humana de problemas puede tener dos consecuencias:<sup>248</sup>

1. Conducir a la automatización de algunas tareas
2. Brindar los medios de mejorar la eficiencia

La simulación por medios informáticos se ha introducido en las empresas. Cuando se habla de simulación se está señalando el proceso de ensayo en diferentes fases del proceso de realización de un producto. Por una parte se desarrolla la simulación en los procesos de diseño, en las fases conceptuales, observando los aspectos formales, de uso, de relación con el entorno, etc. Igualmente se aplica la simulación en los procesos de desarrollo del producto, analizando los materiales y sus reacciones ante los diferentes procesos de fabricación, piezas, componentes. Otra fase correspondería a la fabricación del producto con el estudio de los utillajes, procesos definitivos de fabricación, análisis y estudio de los costes, etc.

Dentro de los procesos de simulación se está introduciendo cada vez con mayor fuerza lo que se ha dado en llamar Realidad Virtual. La diferencia estriba en que con

---

<sup>248</sup> Simon, Herbert A.: *La nueva ciencia de la decisión gerencial*. Buenos Aires. El Ateneo. 1982. p. 74



esta tecnología se pueden hacer las simulaciones inmersos en los procesos mismos, es decir, una realidad virtual (no real) que sucede dentro del ciberespacio. Los equipos de diseño, los fabricantes y los proveedores, pueden ser integrados en un sistema distribuido que acorta el tiempo entre la concepción y la realización de un producto o del desarrollo de un proceso (Casey Larijani, 1994)<sup>249</sup>.

Todos los avances en los sistemas de representación han tenido una importancia transcendental. La perspectiva, la fotografía, el cine, la informática gráfica, han supuesto nuevas maneras de visualizar los objetos. El espacio virtual ofrece la posibilidad de realizar lo que se podría denominar "Ciberproyecto"<sup>250</sup>. Es posible que el diseñador construya el modelo dentro del ciberespacio. El proyecto se transforma de esta manera en una simulación de la construcción. Invitando al cliente a entrar en el ciberespacio, ambos podrían comentar los cambios a realizar en el proyecto, e incluso realizarlo sobre la marcha.

Escribirá Jean Baudrillard:<sup>251</sup>

*"Lo real no desaparece en favor de lo imaginario, sino en beneficio de aquello que es más real que lo real mismo: lo hiperreal. Más verdadero que la verdad misma: la simulación"*.

### **Aplicaciones en el diseño**

Los diseñadores industriales ya han empezado a utilizar cerámica virtual para moldear herramientas e instrumentos. Los diseñadores trabajan con un modelo informático de gráficos en 3D, moldeándolo y plegándolo, de la misma forma que un escultor haría con la arcilla de alfarería hasta que estén satisfechos con su producto. El modelo de cerámica virtual es entonces examinado por los diseñadores de otros lugares. Lo aprueban o lo modifican. Finalmente los aspectos computados de la versión aprobada son facilitados al sistema para reproducir los modelos como modelos sólidos.

También es importante reseñar que las modificaciones del diseño se realizan bajo consenso tan pronto como son detectadas, y las técnicas de metamorfosis son empleadas para diseñar los nuevos componentes sin necesidad de prototipos cerámicos. Los beneficios económicos de una detección y corrección tan inmediata son evidentes.

El diseño informático conceptual y los sistemas de representación pueden rebajar a más de la mitad el tiempo que lleva el diseño de un automóvil, acelerando la introducción del producto y realzando su calidad y resultados, lo que supone un arma importante en la lucha por el mercado internacional. Los fabricantes de pesados vehículos industriales están ofreciendo contratos a grupos universitarios de investigación RV para recortar drásticamente (incluso en un 90 por 100) el ciclo

<sup>249</sup> Casey Larijani, L.: *Realidad Virtual*. Mc. Graw-Hill, Madrid 1994. p. 166.

<sup>250</sup> Sainz y Valderrama, p. 166.

<sup>251</sup> Burdek, B.: op. cit., p. 331.

de diseño y desarrollo de sus nuevos modelos.<sup>252</sup> La industria automovilística proporciona a sus diseñadores industriales sofisticados sistemas CAD/CAM de reproducción de imágenes, que tienen capacidades de animación de modelado sólido (3D), y los diseñadores ilustran la apariencia de un nuevo coche y experimentan con diseños ergonómicos antes de construir los modelos. Cuando es depurado a fondo, el modelo virtual es reemplazado por una realización virtual que puede ser conducida a través de un circuito virtual, como es el caso reciente de Renault y Mercedes.

Los prototipos virtuales pueden ser llevados electrónicamente de un sitio a otro y se puede acceder a ellos a través de espacios virtuales compartidos. Las pruebas inmediatas y la modificación de estas maquetas electrónicas suponen para los fabricantes un ahorro de tiempo y dinero.

Finalmente, antes de realizar la inversión en un modelo sólido, las personas responsables del producto final pueden conducir los modelos de ensayo a través de la RV y pueden realizar cambios o aprobar el diseño. Así en cada etapa del ciclo de fabricación, el modelo es redefinido y se obtiene rápidamente el diseño final. Las especificaciones informáticas son entonces introducidas en un sistema que controla el proceso de fabricación y el coche virtual es construido con material real, obteniéndose un coche real.<sup>253</sup>

Las compañías aéreas y las unidades militares utilizan simuladores y entornos RV compartidos para diseñar y desarrollar modelos aeronáuticos. En la mayoría de los casos, los ahorros conseguidos a través de la utilización de tecnología y técnicas RV han justificado de sobra los altos costes iniciales. Eliminando la necesidad de construir y ensayar los sistemas de trabajo como prototipos, la Armada estadounidense ahorró cerca de un billón de dólares en los costes de desarrollo del diseño de un nuevo helicóptero.

### **Aplicaciones en el desarrollo**

Los sistemas CAD y CAM, lo que se traduce respectivamente en “Diseño Asistido por Ordenador” y “Producción Asistida por Ordenador”, son hoy en día una necesidad vital en las empresas de desarrollo de productos. Estos sistemas permiten implantar los conceptos de diseño simulando y analizando las características del producto antes de que se construyan los prototipos. Como consecuencia de esto, se pueden evaluar más alternativas de diseño, evitándose en gran medida costosos errores y órdenes de cambio en ingeniería.

Una mayor calidad en el diseño de productos en un tiempo menor, implica que el equipo de desarrollo debe ser capaz de tomar decisiones críticas de diseño, rápida y correctamente. Las herramientas MCAE permiten simular y evaluar el comportamiento del producto de una forma rápida, fácil y precisa, dirigiendo los

<sup>252</sup> Casey Larjani, L: *Ibidem.* p. 167.

<sup>253</sup> *Ibidem.* p. 168.



resultados de sus análisis al diseño, suprimiéndose así los ciclos de modificación sobre prototipos que tradicionalmente se han venido realizando.<sup>254</sup>

Las tecnologías de la información hacen que la información esté disponible y accesible para diferentes funciones y departamentos de la empresa. Las herramientas de información, sistemas informáticos en general, aceleran el proceso de desarrollo de los productos reduciendo el número de prototipos, como se ha indicado anteriormente, ofreciendo grandes posibilidades de testeo y simulación de la producción con un considerable ahorro de tiempo (Arbonies, 1990).<sup>255</sup>

La mayoría de estos sistemas permiten la implantación de “ingeniería concurrente” mediante la facilidad de poder simular las características del producto y el proceso de fabricación de una manera simultánea. En algunos casos se integra fabricación de plásticos con ingeniería de diseño mediante la simulación de inyección del plástico, llenado del molde y enfriamiento del mismo.

En general, del 50% al 80% de los problemas descubiertos durante el proceso de fabricación o por el propio cliente en el transcurso de la vida útil de un producto, se originaron en las fases tempranas de su desarrollo. Esto significa que si descubrimos y eliminamos pronto la causa del problema, se ahorrará tiempo, esfuerzo y recursos necesarios para resolverlo más tarde.<sup>256</sup>

La realidad virtual permite estudios ergonómicos en el diseño de un avión (Boeing)<sup>257</sup>. No hay que esperar a tener un modelo físico para comprobar que la posición de tal o cual mando estaría mejor colocado a la izquierda o a la derecha de la tripulación. Otra ventaja es que varios diseñadores e ingenieros pueden trabajar sobre los mismos modelos al tiempo.

También los seres humanos serán incorporados a la simulación con el objetivo de saber, como se hace ahora con maniqués, lo que ocurriría en un accidente real. Los ocupantes titulares darán a conocer a los especialistas los efectos de la aceleración o los daños que podrían sufrir distintas partes del cuerpo humano en un posible accidente. Estos humanos virtuales serán útiles además para apreciar el confort tanto ambiental como ergonómico del interior de los vehículos.

Un problema añadido es cómo repartir los resultados obtenidos por los ordenadores. Estos son muy extensos y se tienen que visualizar y apreciar como lo haría la percepción humana.<sup>258</sup>

<sup>254</sup> Pavón Fuentes, Javier: “El presente de la ingeniería mecánica asistida por ordenador”. *CAD STARS*. N° 32, Marzo 1992.

<sup>255</sup> Arbonies, Angel Luis: op. cit., p. 115

<sup>256</sup> Saderra, Lluís: *La Calidad Total*. Barcelona, Ediciones Técnicas Rede, S.A. 1994. p.145

<sup>257</sup> La Boeing realiza estudios ergonómicos de los sistemas de tripulación. Su razonamiento consiste en que no hay que tener un prototipo físico para descubrir que tal mando tiene que ser cambiado de posición o que el control de las alas tiene que ser visible. Con la ayuda de la realidad virtual estos descubrimientos pueden hacerse antes de que el modelo deje el taller de ingeniería.

Auskakalius, op. cit., p. 174

<sup>258</sup> Pura C., Roy : “ Realidad virtual”, *Técnica industrial* , n ° 216, pp. 11-12.

### **Aplicaciones en fabricación**

El concepto de fabricable es necesario tenerlo presente desde las etapas iniciales del ciclo de desarrollo del producto para garantizar que el diseño final pueda ser fabricado a tiempo, dentro de los límites presupuestados y manteniendo los más altos niveles de calidad. Los programas CAD y CAM facilitan esta labor.<sup>259</sup>

Las técnicas RV de visualización serán adoptadas en cualquier etapa del proceso de fabricación en la que se demuestre la utilidad del procesamiento sofisticado de imágenes. Su objetivo no será solamente la generación de dibujos computerizados; también se utilizarán para proporcionar una serie más amplia de opciones para el diseño conceptual de productos y el análisis de ingeniería.

Los programas de simulación y RV se están integrando con bases de datos empleadas en la producción. La combinación reproducirá, en pocos minutos, condiciones que, antes requerían horas o días.<sup>260</sup>

A lo largo del ciclo de fabricación, desde el comienzo hasta el producto final, los diseñadores introducen sus ideas y comentarios en bases de datos sobre productos, que siempre están en crecimiento y suponen unos valiosos recursos internos.

El diseñador irá introduciendo datos sobre los problemas que va encontrando, de esta manera cuando otro compañero recoja el proyecto podrá acceder a esta información. Si se pregunta al sistema sobre el aspecto de cierto diseño o decisión, el usuario está en realidad consultando con colegas pasados y puede dejar notas para los futuros usuarios de estas facilidades.<sup>261</sup> Solución de problemas: en casi todas las soluciones humanas de problemas, la memoria juega un papel enorme. En ella están almacenados todos los repertorios de soluciones posibles (March y Herbert, 1961).<sup>262</sup>

La superposición de visualizaciones de control sobre las partes y piezas reales asegura la precisión y acelera los procesos de ensamblaje y producción. En la industria aeronáutica, las aplicaciones van desde la colocación de tornillos y tuercas en las alas hasta la disposición de los cables, de acuerdo con especificaciones exactas, pasando por la composición del material de las alas.<sup>263</sup>

---

<sup>259</sup> Madariaga, Luis de, "Sofisticada tecnología para diseño y producción", *Auto-Revista*, Enero 1992, pp. 31-33. Dentro de estos programas (el sistema I-DEAS es uno de ellos) hay disponible una amplia gama de posibilidades de ensayos que ayudan en el análisis de los datos de ensayos mecánicos obtenidos a partir de prototipos o piezas ya existentes.

<sup>260</sup> Casey Larijani, L.: op. cit., p. 161.

<sup>261</sup> *Ibidem.* p. 162.

<sup>262</sup> March, James G. & Simon, Herbert A.: *Teoría de la organización*. Barcelona, Editorial Ariel, S.A. 1987. p. 195

<sup>263</sup> Casey Larijani, L.: op. cit., p. 162.



## LA CREATIVIDAD DENTRO DE LOS PROCESOS DE INNOVACIÓN

Los procesos de innovación están estrechamente relacionados con los diversos procesos intelectuales a que se refieren los psicólogos como: “solucionado de problemas”, “pensamiento productivo”, “pensamiento creativo”, “invención” y similares (March y Herbert, 1961).<sup>264</sup>

Los requerimientos que se le plantean a las empresas, están variando sustancialmente de los de las décadas anteriores. La capacidad de realizar procesos de trabajo y tomar decisiones de forma adecuada, segura y de alta calidad, no ha perdido su importancia de forma absoluta, pero sí de forma relativa; sin embargo la capacidad de percibir y reconocer nuevas posibilidades para la empresa, posibilidades para nuevos productos, procesos, métodos, conceptos y estrategias, tiene cada vez más importancia.

La capacidad para desarrollar procesos y solucionar problemas, es cada vez el criterio más importante del éxito de una empresa. Dicha capacidad no implica exclusivamente a los niveles de dirección, sino a todo el perfil de la empresa. Lo que de entrada puede parecer una exigencia, mostrará un altísimo grado de nuevas posibilidades. Porque es precisamente en los procesos creativo - intelectuales, para solucionar problemas, donde se pueden detectar capacidades productivas, cuyo grado no es calculable. Según algunos expertos de garantía, el factor de rendimiento alcanzado por las actuales plantillas de las empresas para solucionar problemas es de un 30 - 40%.

Un ejemplo de cómo la creatividad aumenta el rendimiento en el trabajador lo ofrece el caso de Ignacio López de Arriortua (jefe de compras de Volkswagen), quien argumenta que la suma de pequeñas decisiones beneficia al trabajador. Igualmente habla del sentido y de su importancia.

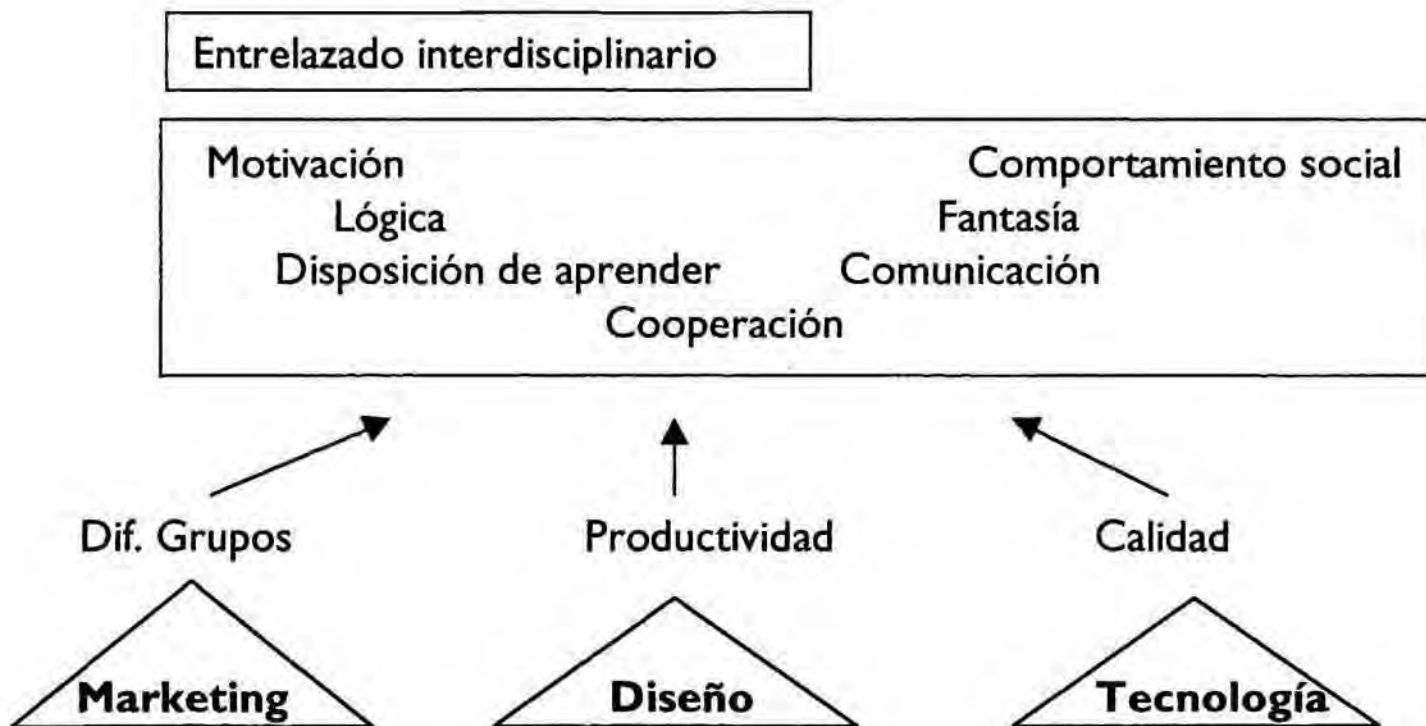
En las actividades creativas parece que hay que mantener vivo el instinto, según Satué (1994)<sup>265</sup> la invención nace muchas veces de la sana ignorancia.

Según Geyher, el concepto innovación (renovación y cambio) se interpreta tanto en la práctica como en la literatura especializada cada vez más frecuentemente desde la perspectiva del mercado (marketing) y menos desde la perspectiva de la técnica (patente). En la búsqueda de fuentes (humanísticas) se va aplicando más y más también al individuo y al grupo. El factor de creatividad o bien factor de calidad design (Industrial Design) se va desarrollando cada vez más como factor de integración y coordinación, como sinergia entre marketing y técnica. Se trata de unir los factores interdisciplinarios, técnicos de las diversas disciplinas, las de ciencias naturales, filosóficas y humanísticas. Una planificación del producto, innovadora orientada hacia los mercados, es la base organizadora empresarial.

<sup>264</sup> March, James G. & Simon, Herbert A.: op. cit., p. 195

<sup>265</sup> Satué, Enric. *Diseñador*. Barcelona, Editorial Grijalbo, 1994, p. 168

Erich Geyher <sup>266</sup> considera, por tanto, que la innovación puede tratarse en función de estos tres aspectos: el marketing, la tecnología y el diseño. Como consejo Geyher propone la gestión de innovación como creatividad aplicada. La creatividad vista así en el centro del enfoque se deja relacionar más fácilmente con el aprendizaje creativo y el comportamiento de aprendizaje en el proceso de innovación. Propone caminos que vayan de la productividad a la creatividad por medio de un entrelazado interdisciplinario:



Geyher propugna que:

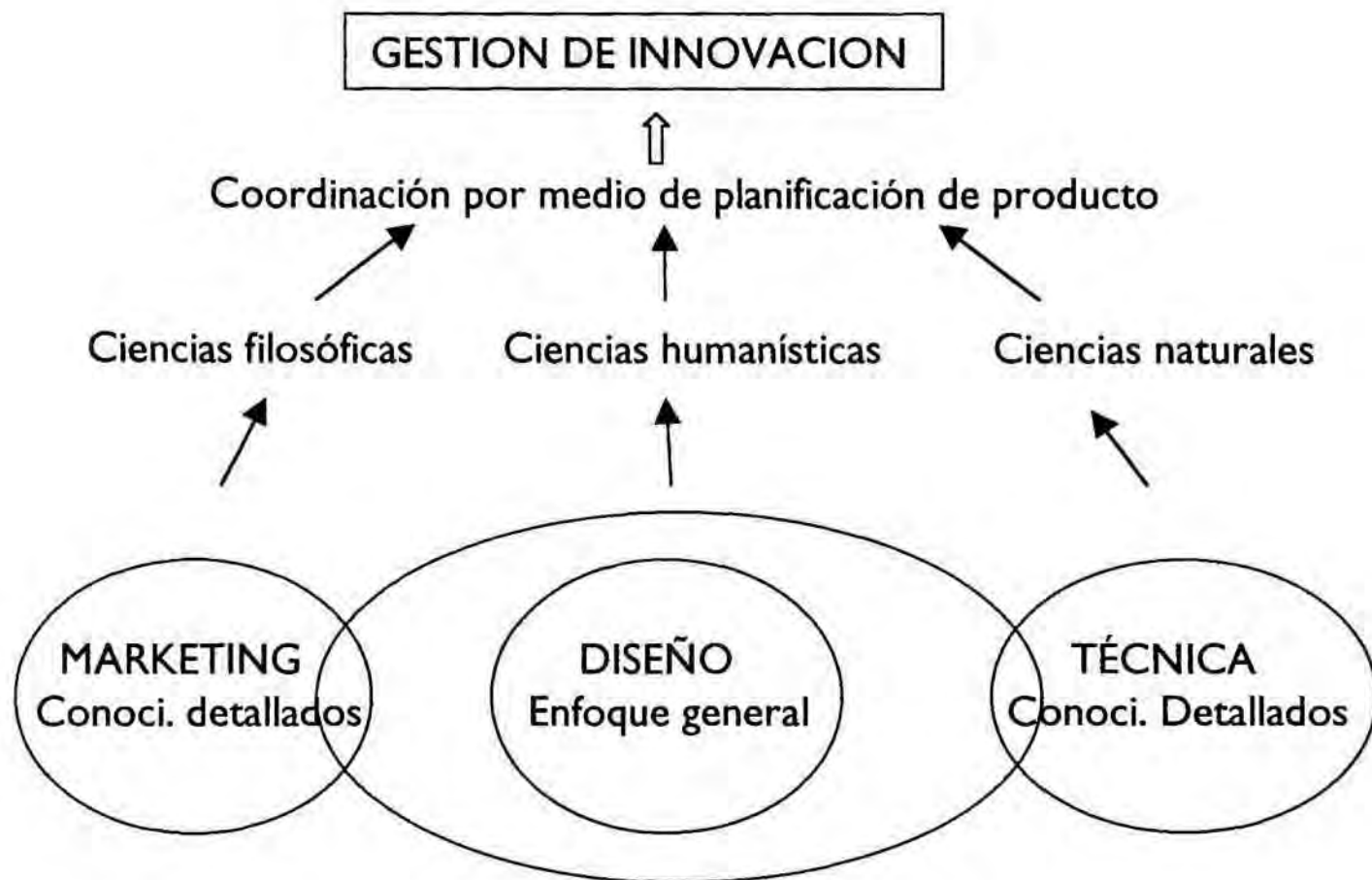
*“La calidad de un profesional está en su capacidad para solucionar problemas de tipo creativo”.*

Establece que puede ser aconsejable (en empresa) cambiar los términos de Freud: Lógica (pensamiento objetivo) y Fantasía (pensamiento deseo) por los de Eduard Bono: Pensamiento vertiente y Pensamiento horizontal.

Por lo tanto, el factor creativo “diseño” debería ir situado entre el marketing y la técnica. Empresas en las que el diseño sea visto como factor creativo (diseño industrial-diseño comunicativo) adquirirá una importancia fundamental o cumplirá una función de mediador entre el marketing y la tecnología. Se podría hablar de gestión de diseño como gestión de innovación.

<sup>266</sup> Geyher, Erich: Gestión de diseño Industrial. UNTEC, Fundació Narcis Monturiol. Cursos de verano. Girona, Sept. 1993. “Innovación y Diseño Industrial. Ventajas competitivas en el desarrollo de productos”. Es profesor de la Universidad de Essen en Organización del Desarrollo del Producto. Innovación y Diseño.





La gestión de diseño e innovación puede por tanto ser definida como proceso didáctico integral entre Marketing – Diseño – Tecnología.

La gestión de la innovación de productos tiene ventajas explícitas e implícitas para una empresa si quiere seguir siendo competitiva en un entorno cambiante. Los productos deben tener la contribución de tres disciplinas: el marketing, el diseño industrial y la ingeniería (Arbonies)<sup>267</sup>. El entorno productivo y comercial de la empresa industrial es la condición natural para desarrollar productos innovadores.

La innovación como objetivo empresarial podría definirse como la base para la aplicación del diseño industrial. Como interviene desde el origen, el diseño ayuda a la empresa a reflexionar sobre su estrategia. Con un departamento creativo trabajando con consultores creativos externos e informado de las vías practicables, la sociedad podrá pasar a la acción.<sup>268</sup>

<sup>267</sup> Arbonies, Angel Luis: op. cit., pp. 155 y 156.

<sup>268</sup> Vitrac, Jean Pierre y Gaté, Jean Charles: *La estrategia de Producto y Diseño*. Barcelona, Ediciones Gestión 2000, S.A., 1993, p.180.

## CALIDAD EN LOS PRODUCTOS

La innovación va a corresponder a la empresa, por consiguiente al equipo diseñador. La calidad la va a exigir el cliente que es el que demanda el producto o servicio. De hecho y en opinión de Portillo(1998)<sup>269</sup>, cualquier gestión de la calidad tiene que empezar contemplando las necesidades que tiene el cliente. Cuando esto no es así habrá que realizar un estudio de mercado que no siempre será por completo satisfactorio. En cuanto a la idea de la gestión de la calidad, sus objetivos serán mejorar la calidad del producto y del proceso de fabricación.

*“La calidad nunca es un accidente; siempre es el resultado de un esfuerzo de la inteligencia”*<sup>270</sup>

### CONCEPTO DE CALIDAD

La competitividad de una empresa podría decirse que se encuentra directamente relacionada con su capacidad de producir nuevos productos, adaptándose en todo lo posible a las necesidades del mercado, y aumentando la relación calidad precio. La importancia de aumentar la calidad y reducir los costes de fabricación parece ser vital para la supervivencia de cualquier empresa en la actualidad. La reducción de los costes parece implicar una revisión constante de los principios y métodos de diseño y fabricación.

*“A través de la eliminación de lo no esencial, de la selección efectiva de componentes, materiales, acabados y procesos de producción, estandarización y parte relacionadas, el diseño industrial racional tiende, por naturaleza, a reducir y ajustar los costes directos del producto”* (Arbonés)<sup>271</sup>

La competitividad obliga a las empresas a hacerse con sistemas de calidad que las ayuden a mantener o incrementar su posición en el mercado enfrente de los competidores, que, en el resto de Europa ya se venía haciendo, optando por la certificación UNE-EN-ISO 9001, la integración de todos los departamentos en asegurar la calidad, la optimización del diseño de nuevos productos y procesos, la funcionalidad en todas las etapas de la vida del producto, y el despliegue coherente de la función de la calidad. Antes el precio de venta lo fijaba el productor: (Martí, Castro, Casadesús, 1997)<sup>272</sup>

Precio de coste (el que fuera) + beneficio = precio de venta

Ahora el precio de venta viene impuesto:

precio de venta (el que acepta el mercado) - beneficio = precio de coste

<sup>269</sup> Portillo Franquelo, Pedro: “Calidad, creatividad, fantasía e imaginación; las notas de una nueva dimensión de la expresión gráfica”. Actas del X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Málaga, Junio 1998. Tomo III, p. 707.

<sup>270</sup> Ruskin, Jhon: en *El libro de las citas*. Edición a cargo de Elena García de Guinea. Muy Interesante, nº 131. Publicación G+J España, 1992.

<sup>271</sup> Arbonés, Angel Luis: op. cit., p. 177

<sup>272</sup> Martí, Rafael. Castro, Rodolfo. Casadesús, Martí: “L’estratègia de la gestió de la qualitat total”. Publicación Universitat de Girona. 1997, pp. 1-2



El aumento de la complejidad de los productos, tanto en el campo técnico como en el administrativo, obliga a realizar las disposiciones que aseguren la calidad, que eviten los errores humanos o materiales, generadores de costos de no cabida que están alrededor del 20%.

*“...los costes de la calidad se sitúan alrededor del 20% en empresas USA y del 12% en las empresas japonesas”.*<sup>273</sup>

### **Tratamiento tradicional de la calidad**

Podría afirmarse que en multitud de ocasiones los términos calidad y productividad han sido considerados conceptos opuestos. Probablemente este malentendido se produce cuando se entiende como calidad el aumento de los niveles de inspección dentro de la empresa, ya sea en producción, administración, etc. La inspección es una actividad no productiva, debida en parte a la falta de calidad en la fabricación y cuya necesidad disminuye al mejorar ésta. Para J. Mañá (1990)<sup>274</sup> la calidad solo puede obtenerse con un control de todas las fases del proceso de fabricación, desde el diseño hasta la recepción del producto por parte del cliente. Durante largo tiempo las empresas se dedicaron a hacer controles de inspección como meta de una mejor calidad del producto. Muchas empresas consideraron el control de calidad como un actividad de inspección que debía llevar el departamento de calidad, y limitada por regla general al área de recepción de materias primas, a algunos procesos productivos, y a auditorías de calidad en el producto terminado. Este tipo de concepción genera graves inconvenientes:

El primero es el excesivo intervalo de tiempo existente entre la detección del problema y el ajuste del proceso, durante ese intervalo se llega a fabricar productos defectuosos que deben ser otra vez procesados y este retraso hace que sea más difícil la identificación de las causas que motivan los problemas de calidad.

En segundo lugar este método crea la falsa imagen de que la calidad depende de la inspección y no del proceso de fabricación fomentando por tanto la despreocupación de los operarios por fabricar bien a la primera. Los errores serán detectados y corregidos en la inspección con el consiguiente aumento de costes por pérdidas internas y por la misma inspección.

En tercer lugar, este sistema no aporta información alguna sobre problemas de calidad de producto en servicio, como es utilizado éste por parte del cliente o de su fiabilidad, informaciones consideradas importantes para el posterior rediseño. En último lugar, la concepción tradicional del control de calidad deja fuera el control de procesos realizados fuera del área de fabricación tales como la facturación, la selección de personal o el diseño de nuevos productos. Es por esto que actualmente están incorporando las empresas los nuevos conceptos de calidad,

<sup>273</sup> Crosby, Philip B. “La calidad no cuesta”. Editorial CECSA, 1991

<sup>274</sup> Mañá, Jordi y Balmaseda, Santiago: *El desarrollo de un diseño industrial*. Instituto de la Pequeña y Mediana empresa industrial. Madrid, 1990, pp. 55-56

entendiendo ésta como un control de todas las fases del proceso, aplicando por tanto la norma sobre control de la calidad ISO 9000.

### **La percepción de la calidad**

La calidad del diseño de un producto es sin duda siempre uno de los factores decisivos a la hora de adquirir un producto. Si se encuentra bien diseñado, tendrá claras ventajas sobre otros productos competidores de calidad y prestaciones similares porque dispondrá además de mejor funcionalidad, también de mayor capacidad de comunicación, persuasión y convicción para despertar el interés de los futuros usuarios-compradores. Por lo tanto en diseño industrial es también un importante factor de mercado, esencial en la política de marketing que incide en la totalidad de la política empresarial. El diseño industrial, aplicado correctamente y bien integrado en la estrategia empresarial, aportará una calidad específica a los productos, que a su vez generarán mensajes sobre la propia empresa. Los productos son el principal eslabón comunicativo de la imagen e identidad corporativa de la empresa.

La mayor calidad de vida ha incrementado la sensibilidad por la calidad en todas las facetas de la vida. La percepción de la calidad de un producto está condicionada por el valor de uso, la estética y la valoración social que transmite:

Valor de uso o calidad de uso: el producto debe mostrar inconfundiblemente todas las características estructurales necesarias para el reconocimiento fácil de sus prestaciones como elemento práctico, útil con un funcionamiento perfecto y de fácil mantenimiento. Los materiales empleados, los acabados de las uniones y de las superficies, la precisión de los ensamblajes, etc., pueden transmitir mensajes muy negativos sobre la validez, fiabilidad y rendimiento del producto.

Calidad estética: como la totalidad de los mensajes contenidos en una forma.

Calidad social: el producto debe transmitir una sensación de uso satisfactorio, encajar bien en el entorno, no limitar al usuario, comunicar claramente sus prestaciones, ser interesante, satisfacer exigencias y visualizar claramente dichas capacidades.

Arbonés (1990)<sup>275</sup> establece cinco cualidades que están bajo el dominio del diseño industrial y que afectan a la calidad:

- Apariencia visual y coherencia, es calidad.
- La compatibilidad del producto y su entorno, es calidad.
- La fiabilidad, en cuanto es aceptada por el mantenimiento, es calidad.
- Las consideraciones sobre control y seguridad, son calidad.
- La consideración del sistema como un todo, es calidad.

---

<sup>275</sup> Arbonés, Angel Luis: op. cit., p. 168



## METODOLOGÍAS DE CALIDAD

Dentro de este apartado se analizarán tres tipologías normalmente desarrolladas por los equipos de diseño en el diseño y desarrollo de productos.

- Despliegue funcional de la calidad o QFD
- Diseño Estadístico de Experimentos o DEE
- Análisis Modal de Fallos y Efectos o AMFE

### Despliegue Funcional de la Calidad. QFD

Podría definirse en palabras de M. Sorli<sup>276</sup> como:

*“El proceso estructurado para recoger e interpretar “la voz del cliente” y convertirla en requisitos internos a lo largo de la vida del producto, con la participación de todas las funciones que intervienen en el proceso”.*

El despliegue de la función de la calidad (QFD)<sup>277</sup> es una traducción de la expresión japonesa:

IN SHITSU	KI NO	TEN KAI
Calidad	Función	Despliegue
Características	Mecanización	Difusión
Atributos		Desarrollo
Cualidades		Evolución

El análisis de la calidad o QFD<sup>278</sup>, constituye el despliegue de las funciones de calidad; es decir, la conversión no siempre fácil, de características verdaderas en auxiliares o sustitutivas. El Despliegue Funcional de la Calidad o DFC (en inglés Quality Functional Deployment, abreviado QFD) es una metodología que ayuda a conseguir una mejor definición de producto y en consecuencia un mejor desarrollo del mismo.

El QFD ha sido empleado con éxito por los fabricantes japoneses de electrónica de consumo, aparatos electrodomésticos, prendas de vestir, circuitos integrados, caucho sintético, equipo de construcción y motores agrícolas. Los japoneses la emplean para servicios como escuelas de natación o comercios de venta al por menor e incluso para planificar la distribución de apartamentos.

El QFD centra y coordina las técnicas existentes dentro de una organización, primero para diseñar, después para fabricar y comercializar artículos que los clientes quieran adquirir y seguirán adquiriendo. La firme creencia de que los productos deben ser diseñados para reflejar los gustos y los deseos de los clientes,

<sup>276</sup> Sorli, Mikel: Responsable del área de Calidad del Centro de Investigación Tecnológica Labein de Bilbao. III Semana Europea de la Calidad.

<sup>277</sup> Japón había empezado a introducir el “Despliegue de Calidad” de la mano de Yoji Akao. En 1972 en las instalaciones de los astilleros de Mitsubishi, en Kobe, Akao introduce las tablas de la calidad. Toyota y sus proveedores la desarrollaron posteriormente. En 1988 se extiende el uso del QFD en Estados Unidos. En 1989 se organiza el primer simposium sobre QFD en Michigan (EE.UU.)

<sup>278</sup> Saderra, Lluís: *La Calidad Total*. Barcelona, Ediciones Técnicas Rede, S.A., 1994. pp. 71- 85

es la cimentación del QFD por lo tanto, los encargos de marketing, los ingenieros de diseño y los responsables de fabricación deben trabajar en estrecha colaboración desde el momento en que se concibe la idea de un nuevo producto viable.

Incorpora el uso de técnicas matriciales, aunque éste no es un concepto fundamental, es una característica de la mecánica de QFD. Las matrices son útiles para representar información de un modo que permite al equipo ver fácilmente lo que es necesario hacer en cada momento; constituyen también un medio de comunicación y un archivo histórico. La información que se obtiene y lo que se aprende en el proceso de elaboración de las matrices es lo que realmente constituye el QFD.

Cada matriz o fase del proyecto QFD, sugiere la utilización de otras herramientas, que ayuden a encauzar, ampliar, seleccionar, etc., la información disponible, o descubrir la que hace falta. El QFD maneja información, ayuda a estructurarla, clasificarla, marcar prioridades, y sobre todo descubre rápidamente las lagunas a cubrir (Sorli, M. 1992)<sup>279</sup>

El diseño queda implicado en el QFD en dos aspectos: el primero al aumentar la participación del proveedor en el diseño final y en la elaboración y diseño de procesos de fabricación y de gestión<sup>280</sup>.

Trabajar con la metodología de QFD requiere que se trabaje en equipo entre las diferentes funciones de la empresa, para lo cual no pueden existir compartimentos estancos (Meade, 1989)<sup>281</sup>.

### **Diseño Estadístico de Experimentos, DEE** <sup>282</sup>

El DEE o también denominado Métodos Taguchi (DEE) se introdujo en EEUU en los años 80. Estos métodos conjugan la filosofía de la calidad con una metodología de mejora, basada en el diseño estadístico de experimentos. Constituye el corazón de la ingeniería de calidad, y es el eslabón principal del TQM (Gestión de la Calidad Total), que está especialmente presente en el éxito industrial de los japoneses. Es una técnica de apoyo al amplio marco de la gestión diaria del proceso de diseño de nuevos productos, del diseño del proceso de fabricación y del proceso de fabricación mismo, por su capacidad para reducir la variación que provocan dichos procesos en la calidad del producto.

Conseguir productos y procesos de alta calidad a bajo coste es el reto de cualquier empresa que desea progresar. El DEE permite obtener productos y procesos:

---

<sup>279</sup> Sorli, Mikel: Despliegue de la Función Calidad. QFD. III Master en Gestión de la Calidad. Bilbao, San Sebastián, 1991/1992.

<sup>280</sup> Sorli, Mikel: III Semana Europea de la Calidad.

<sup>281</sup> Meade, D.: QFD, la calidad orientada al consumidor. Forum Calidad, 1989.

<sup>282</sup> Saderra, Lluís: op. cit., pp. 167 - 170



Más insensibles a la variación de la materia prima, empleando en muchos casos materiales y componentes de categoría inferior.

Más resistentes o robustos contra la variación de fabricación, reduciendo costes de material y tiempo perdido en recuperaciones y chatarra.

Menos sensibles al ambiente real de funcionamiento y de fabricación, mejorando la fiabilidad y empleando el tiempo de desarrollo de producto y de proceso más productivamente.

El DEE se adelanta al proceso y, si es posible, al mismo diseño del producto.

Un ingrediente importante en la concepción del control de calidad es la utilización masiva del método científico, y en concreto de las estadísticas, en la planificación de recogida y análisis de los datos necesarios para la toma de decisiones tendentes a mejorar todos los procesos. Un control de calidad no será un control verdadero si no se derivan actuaciones constantes en el perfeccionamiento de los sistemas. Se extienden los conceptos de calidad a todos los procesos de la empresa. La calidad es responsabilidad de todas las personas de la empresa y no solo del departamento de control de calidad; para ello es necesario suministrar herramientas a todo el personal para que pueda integrarse en las tareas del control de la calidad. Ello requiere incrementar los esfuerzos en educación de todo el personal y, sobre todo, la educación a partir del propio trabajo cotidiano (Mañá y Balmaseda, 1990)<sup>283</sup>.

### **Análisis Modal de Fallos y Efectos, AMFE** <sup>284</sup>

El AMFE es el análisis de los modos de fallo potenciales y futuros que pueden darse en cualquier producto o proceso. Es un método sistemático de evaluación de modos y causas de fallo y constituye una herramienta típica de predicción y prevención. Se inscribe también en el marco de la gestión diaria del proceso de diseño de nuevos productos e igualmente del diseño del proceso de fabricación, conocidos simplemente como A M F E de diseño y de proceso.

Fue aplicado por vez primera por la industria aeroespacial en la década de los años sesenta. En su desarrollo se tienen en cuenta tres índices básicos: la probabilidad de que un problema ocurra; la gravedad del mismo; la detección del fallo antes de que llegue al cliente (concepto más ligado tradicionalmente a la calidad).

Se basa en el esfuerzo de un equipo pluridisciplinar que comprende a los departamentos afectados, aunque si la complejidad lo requiere habrá que recurrir a expertos especializados en el tema. Constituye un resumen documentado del proceso de pensamiento que tiene lugar en la mente del ingeniero o del diseñador del producto en vías de desarrollo o fabricación. Se basa en la experiencia del diseñador y en los problemas del pasado. Es un enfoque sistemático que formaliza la disciplina mental que han seguido siempre los mejores proyectistas.

<sup>283</sup> Mañá, Jordi y Balmaseda, Santiago: op. cit., p. 57

<sup>284</sup> Saderra, Lluís: op. cit., pp. 179 - 181

El AMFE abarcará todos los elementos nuevos o modificados del producto o del proceso que se trate, según el caso, así como la aplicación del producto en un nuevo ambiente. Es una de las normas de diseño adecuadas para aplicar en cualquier situación, y se recomienda cuando exista el riesgo de incurrir en responsabilidades frente a terceros. Se habla de AMFE de diseño y de proceso porque, de los que se realizan en el sector del automóvil, el primero va dirigido al producto, es decir al diseño del automóvil y sus componentes; y el segundo, al proceso de fabricación, es decir a los medios de producción que se utilizan. El AMFE es válido para cualquier tipo de proceso. En un AMFE de proceso de fabricación se supone que el producto cumplirá la finalidad del diseño, y si se descubrieron fallos en éste, deberían ser inmediatamente comunicados a los departamentos o personas implicadas

Cualquier AMFE debe iniciarse con un diagrama de flujo que visualice claramente la actividad a tratar. Seguidamente se buscará, mediante el diagrama causa-efecto, la relación de los fallos potenciales que puedan aparecer en las zonas críticas del proceso.

## **ISO 9000 UN SISTEMA DE CALIDAD**

La misma palabra calidad está definida en la norma ISO 8402 como<sup>285</sup>:

*“La totalidad de características de una entidad que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades expresadas y las implícitas. La norma se refiere a la gestión de la calidad, control de calidad, aseguramiento de la calidad, política de calidad, planificación de la calidad y mejora de la calidad “*

Las normas ISO de la serie 9000<sup>286</sup> y las equivalentes europeas EN<sup>287</sup> detallan los elementos a tener en cuenta para implantar un sistema de calidad. La norma ISO

---

<sup>285</sup> Saderra, Lluís: op. cit., . pp. 48 - 49

<sup>286</sup> ISO 9001:

Consiste en el detalle de un sistema de calidad. Aseguramiento de la calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio postventa. Campo de aplicación: cuando un contrato entre 2 partes exige que se demuestre la capacidad de un suministrador para diseñar y suministrar un producto. La ISO 9001 implica la 2 y la 3 y la ISO 9002 implica la 3. ISO 9001. El aseguramiento de la calidad, según el modelo ISO 9001, pretende evitar equivocaciones, mientras que el modelo japonés se orienta a ofrecer al mercado el que este desea.

ISO 9002:

Consiste en el detalle de un sistema de calidad. Aseguramiento de la calidad en la producción e instalación, cuando en ellos el suministrador debe asegurar la conformidad con los requisitos.

ISO 9003:

Consiste en el detalle de un sistema de calidad. Aseguramiento de la calidad en la inspección y los ensayos finales cuando únicamente en ellos el suministrador debe asegurar la conformidad con los requisitos.

ISO 9004:

Describe un conjunto básico de elementos con los que puede desarrollarse e implantarse un sistema de gestión de la calidad. Para satisfacer las necesidades de los clientes es esencial diseñar un sistema de calidad adecuado que tenga en cuenta los factores técnicos, administrativos y humanos.

ISO 9004-2:

Se refiere a la gestión de la calidad y a los elementos del sistema de calidad, específicamente dentro del “sector servicios”.



9000 hace referencia a un sistema de calidad. La ISO 9000 y la 9004, marcan las pautas para la gestión de la calidad en todas las organizaciones, ya sean productoras de bienes o empresas de servicios. En los casos en que se entabla una relación proveedor-cliente bajo contrato, entonces se utilizarán las ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003, relativas al aseguramiento externo.<sup>288</sup>

Senllé y Stoll señalan la importancia de introducir la normativa sobre calidad en las empresas para poder ser competitivas:

*“Para ser competitivos, para tener empresas rentables, hay un camino: adoptar la normativa internacional e integrar en la empresa las normas ISO o sus equivalentes, organizar un sistema de calidad, reorganizar la empresa acogiendo las normativas de calidad”.*<sup>289</sup>

La ISO 9000 indica específicamente los factores clave<sup>290</sup> para la selección de la norma, dentro de los cuales destacan dos que implican directamente al diseño del producto :

1. La dificultad que presenta el diseño del producto o de los servicios.
2. La profundidad con la que la totalidad del diseño es conocida y aprobada.

El conjunto de las tres normas ISO 9001-9002-9003, sobre los sistemas de calidad, son utilizables para asegurar la calidad según tres opciones distintas, de acuerdo al contrato que exista entre el proveedor y el cliente. ISO 9001-9002-9003 representan tres formas diferentes de gestión sobre la cual mantener una relación contractual entre proveedor y cliente.<sup>291</sup>

<sup>287</sup> Las normas UNE de la serie 66900 son absolutamente idénticas a las europeas EN de la serie 29000 y a las ISO de la serie 9000. En la actualidad en España se ha adoptado el código europeo agregándosele UNE delante, así la serie ISO 9000 tendrá sus equivalentes en las UNE / EN 29000. Para más información sobre normas UNE se puede consultar a AENOR o al organismo normalizador nacional correspondiente.

<sup>288</sup> Senllé, Andrés y Stoll, Guillermo: Senllé, Andrés y Stoll, Guillermo: *Calidad total y normalización ISO 9000*. Barcelona. Ediciones Gestión 2000, S.A. 1994, pp. 37-45

<sup>289</sup> *Ibidem*. p. 17

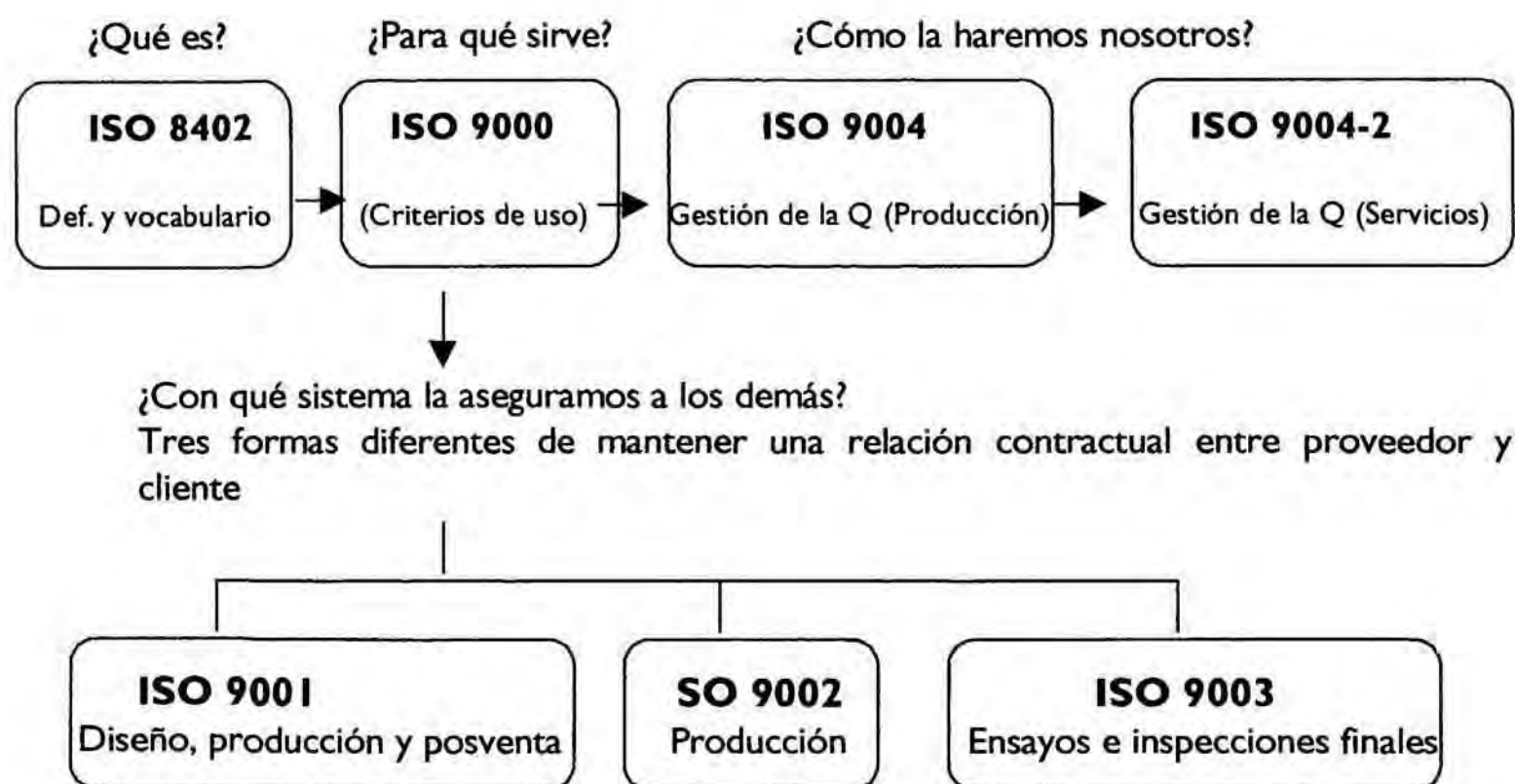
<sup>290</sup> Estos factores serían seis:

1. La dificultad que presenta el diseño del producto o de los servicios.
2. La profundidad con la que la totalidad del diseño es conocida y aprobada.
3. La complejidad del proceso productivo en cuanto a: disponibilidad de procesos de producción aprobados; necesidad de desarrollo de nuevos procesos; número y diversidad de procesos necesarios; influencia de los procesos en la fabricación de un producto o en la complejidad de un servicio.
4. Las características del producto o los servicios en relación a la complejidad del mismo, considerando las características interdependientes y las prestaciones.
5. La seguridad del producto o servicio y la probabilidad de que se presenten fallos calibrando las consecuencias de los fallos que pudieran presentarse.
6. El coste. Los cinco factores descritos anteriormente tienen un coste para la empresa y para el cliente, a la vez que la no-calidad también tiene su coste, todo lo cual debe considerarse de manera sistemática.

Extraído de: Senllé, Andrés y Stoll, Guillermo: *Calidad total y normalización ISO 9000*. Barcelona. Ediciones Gestión 2000, S.A. 1994, p. 46

<sup>291</sup> Senllé, Andrés y Stoll, Guillermo: *op. cit.*, p. 147

## LA CALIDAD (Q)



Los seis factores que competen al diseño y la norma juzga esenciales a la hora de la selección son:<sup>292</sup>

1. Complejidad del proceso de diseño. Contempla la dificultad de concebir un nuevo producto o diseño.
2. Madurez del diseño. Profundidad con la que la totalidad del diseño es conocida y aprobada.
3. Complejidad del proceso de producción.
4. Características del producto o servicio. Aspectos críticos con relación a las prestaciones.
5. Seguridad del producto o servicio. Posibilidad de que se produzcan fallos y sus consecuencias.
6. Consideraciones económicas.

El control de diseño en las normas ISO, es un aspecto prioritario. Para planificar el diseño, asignar actividades, mantener la información, garantizar la coordinación entre los distintos grupos, se deben establecer por documentos los procedimientos que permitan controlar el diseño en todas sus etapas. Los datos finales también constarán por escrito, como asimismo la verificación del diseño y sus posibles modificaciones.

La norma de la nueva generación introduce el concepto de validación del diseño, forma de garantizar que el producto continua cumpliendo con los requisitos primitivos de ser conforme con las necesidades del cliente. Si cumple con los requisitos el diseño será validado y de lo contrario modificado.

<sup>292</sup> *Ibidem.* p. 140



Para el cumplimiento de la norma se requiere calidad en las especificaciones y el diseño. Las necesidades de los clientes se deben traducir en especificaciones y éstas dan paso al diseño que deberá cumplir con las expectativas iniciales. El proyecto debe definirse, debe fijar los objetivos y diseñar primero, pruebas piloto que permitan corregir el proceso y ajustarlo a las necesidades. En relación a la calificación y a la validez del diseño se hacen evaluaciones periódicas en las etapas significativas.

El diseño se revisa teniendo en cuenta los elementos relacionados con:

- Las necesidades y la satisfacción del cliente.
- Las especificaciones del producto con los requisitos de las prestaciones.
- Las especificaciones del proceso y con las prestaciones.

Antes del lanzamiento de la producción la norma indica que debe haber una revisión final del diseño debidamente documentada con planos y especificaciones. Toda la documentación generada será recogida, analizada por la dirección, quien tomará la decisión de pasar a la fabricación.<sup>293</sup>

## GESTION DE LA CALIDAD TOTAL, TQM

### Quinta generación

Gestión de la Calidad Total, GCT o Total Quality Management TQM, entra dentro de la llamada quinta generación o fabricación Lean. Su lema es el camino hacia el cero defectos. Los precursores fueron: W. Edwards Deming<sup>294</sup>, J. Juran<sup>295</sup> y Philip Crosby<sup>296</sup>.

Saderra(1994)<sup>297</sup> propone que Calidad Total significa hacer lo que se supone se debería hacer.

Puede por lo tanto afirmarse que calidad total significa:

Que todas las funciones de la empresa están afectadas y se implican para mejorarse constantemente.

<sup>293</sup> Ibidem. p. 156

<sup>294</sup> Deming había dirigido la revolución de la calidad en el Japón, donde va a introducir en los años cincuenta el “control estadístico del proceso”. Entre sus puntos básicos destacan: innovar en todos los sectores para satisfacer las necesidades de los clientes y la mejora de los procesos.

<sup>295</sup>Juran estudia el factor humano. Define la calidad como “actitud para la utilización”. Esto significa: calidad del diseño y calidad de conformidad entre el producto real y el propósito del diseño. Va a establecer tolerancia realistas, revisiones de diseño, selección de proveedores y ensayo de los diseños, así como métodos estadísticos para mejorar la fiabilidad.

<sup>296</sup>El mensaje de Crosby iba dirigido a la alta dirección. Concretaba la calidad como “cumplimiento de las exigencias”. Su postulado más famoso: “la calidad es gratuita”. En opinión de Martí, Rafael. Castro, Rodolfo. Casadesús, Martí (L’estratègia de la gestió de la qualitat total. Publicación Universitat de Girona. 1997, p.19) la calidad total según Crosby se basa en el trabajo en grupo, la motivación y la mejora continua para conseguir la calidad en el producto desde el diseño hasta el servicio post venta al mejor precio y con las máximas garantías.

<sup>297</sup> Saderra, Lluís: op. cit., p.18

Que todo el personal es totalmente responsable de la calidad de su trabajo. Un aspecto esencial del programa de la calidad total es sustituir la filosofía de la responsabilización jerárquica por la de responsabilización difusa en el proceso de gestión del desarrollo productivo. Todas las necesidades del cliente han de estar satisfechos. Los productos y servicios se han de entregar sin defectos, por lo cual es necesario movilizar todas las “inteligencias” de la empresa.

El mensaje de la calidad total puede definirse en cinco puntos (Rône Poulenc 1989)<sup>298</sup>:

1. Movilizar a toda la empresa desde la cima.
2. Mejora las relaciones.
3. Permite el conocimiento y reducción de los costos. Para Deming (1986)<sup>299</sup> la reducción de costes sin mejoras de calidad son en vano.
4. Promocionar el trabajo en grupo. Las ventajas que proporciona el trabajo en equipo son según Rotger y Canela (1996)<sup>300</sup>:
  - Todos los participantes aportan su experiencia.
  - Se provocan discusiones y comporta la adhesión a la solución propuesta.
  - Las soluciones aportadas por el grupo son más fácilmente aceptadas que las que provienen de una sola persona.
  - Los problemas se ven desde diferentes ángulos y las soluciones suelen ser engañosas.
  - Cada unidad representada en el grupo queda implicada.
  - La suma de las capacidades individuales de los miembros es inferior a la del grupo.

Los inconvenientes serían:

- Hace falta una metodología de trabajo para potenciar la eficacia y la comunicación.
- Si los miembros del grupo están involucrados en el problema pueden salir soluciones tendenciosas.
- Si el grupo no es riguroso puede utilizar mal la metodología de trabajo.
- Algunos miembros del grupo son pasivos.
- Si el responsable no asegura una animación suficiente, pueden no salir soluciones.
- El problema puede estar mal planteado.

5. Lleva a la mejora continua. La evaluación permite una visión a largo término e incita a la aplicación de tecnologías para satisfacer expectativas.

La experiencia de las grandes organizaciones, líderes mundiales, demuestra que la mejor inversión es poner en práctica un programa de calidad con su correspondiente formación. La calidad empieza y termina con la formación. Para promocionar la calidad con la participación de todos, la formación ha de darse a

<sup>298</sup> Rône Poulenc (1989). “La Maitrise Totale de la Qualité”

<sup>299</sup> Deming, Edwards: *Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis*. Editorial Díaz de Santos. 1989. Original: *Out of the crisis*. Cambridge University Press. 1986

<sup>300</sup> Rotger J.J. y Canela M.A.: *Gestión de la Calidad Total*. Beta Editorial. 1996.



todos los empleados, desde el presidente hasta los trabajadores de la cadena de montaje. La calidad es un pensamiento revolucionario en gestión, por eso todos los procesos de pensamiento de todos los empleados debe cambiarse. Para realizarlo, la formación debe repetirse una y otra vez (K. Ishikawa).<sup>301</sup> Los programas de calidad total contribuyen a la reducción de costos, incremento de la rentabilidad, mejora del clima por el compromiso colectivo que asumen los trabajadores, mandos y directivos en la continuidad de la organización. La calidad se transforma en una forma de gestión, en la cual todos están involucrados.<sup>302</sup>

Dentro del ámbito de la calidad total, el diseño industrial no se reduce a una contribución de estilo, sino que se convierte en una presencia constante que, en cada fase, expresa una vigilante atención respecto a las opciones proyectuales de las que puede depender la calidad del producto final (Maldonado).<sup>303</sup>

Frutos que se pueden alcanzar con un esfuerzo por la calidad total:<sup>304</sup>

- Moral de los empleados más alta.
- Procesos más eficientes.
- Productividad más elevada.
- Menos acciones apagafuegos, dando como resultado un ahorro de tiempo, que puede ser utilizado para otras labores más innovadoras y creativas para la empresa.
- Calidad mejorada de productos y servicios.
- Costes más bajos.
- Mayor satisfacción del cliente.
- Beneficios más altos.

#### *Las normas*<sup>305</sup>

Todos los empleados deben ser adiestrados para comprender las normas que les conciernen. Los buenos estándares ahorrarán tiempo, pues los empleados no necesitarán inventar la rueda cada vez en otras partes de la organización. En vez de dedicarse a esa absurda actividad pueden dedicarse a emplear sus habilidades creativas en otros menesteres más necesarios para la empresa.

Las ventajas de las normas son las siguientes:

- Minimizan la necesidad de recursos para algo que ya está definido.
- Permiten utilizar el mismo procedimiento estándar en toda la organización; de no hacerlo, para el personal que se desplaza a distintos lugares de la organización, el tiempo para aprender los distintos estándares resulta globalmente mucho más largo.
- Reducen el error humano, ahorrando tiempo, recuperaciones y repeticiones de trabajos.
- Facilitan la comunicación y la información.

<sup>301</sup> Ishikawa, Kaoru: *What is Total Quality Control? The Japanese Way*. Prentice-Hall. 1985. Introduction to Quality Control. 3ª Corporation. 1989.

<sup>302</sup> Senllé, Andrés y Stoll, Guillermo: op. cit., p. 93

<sup>303</sup> Tomás Maldonado: op. cit., pp. 92-95

<sup>304</sup> Saderra, Lluís: op. cit., p.63

<sup>305</sup> *Ibidem*. p.114

- Liberan recursos para áreas nuevas donde pueda ser útil la creatividad; de otro modo la resolución de problemas es más lenta.

Normalización es:

*“Toda actividad que aporta soluciones para aplicaciones repetitivas que se desarrollan, momentáneamente, en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la economía, con el fin de conseguir una ordenación óptima en un determinado contexto”.* Real Decreto 1614/85

La aplicación de TQM en empresas dedicadas a la fabricación puede desarrollarse en distintos aspectos<sup>306</sup>:

- De diseño y desarrollo de productos.
- De fabricación.
- De marketing.
- De ventas.
- Administrativos.
- Diversos.

La gestión de la calidad se basa en la participación de todos los miembros, incluye las estrategias orientadas a una rentabilidad a largo término a través de la satisfacción del cliente proporcionando beneficios a todos los miembros de la organización y a la sociedad.<sup>307</sup>

Uno de los caminos hacia el 0 defectos: el JUST IN TIME

Se trata de una filosofía de producción basada en la “mejora continua” que implica la reducción de ineficiencias. La reducción de costes se va orientar en tres líneas:

- Reducción de existencias y términos de fabricación.
- Eliminación de productos acabados defectuosos.
- Eliminación de la mano de obra improductiva.<sup>308</sup>

El Just in Time se trata de una entrega programada de piezas y componentes, de modo que éstas llegan a la cadena de montaje justo en el momento en que se necesita. Se evitan de este modo los stocks y los inmovilizados en productos semielaborados.<sup>309</sup>

Sobre cómo gestionar la calidad, tradicionalmente se limitaba a la calidad del producto. El siguiente paso, ha sido el control durante el proceso, por lo tanto una mayor comunicación se hace necesaria. A partir de la etapa siguiente se pretende garantizar que la calidad se obtendrá de manera continuada.

---

<sup>306</sup> Ibidem. pp. 136 - 137

<sup>307</sup> Definición de la edición de 1994 de la norma ISO 8402.

<sup>308</sup> Ribera J.: *El sistema de producción Just in Time* (1990). & Bañegil, T. M.: *El sistema Just in Time y la flexibilidad de la producción* (1993).

<sup>309</sup> Mañá, Jordi y Balmaseda, Santiago: op. cit., p. 57



## El Modelo Europeo EFQM

La autoevaluación es un examen global, sistemático y regular de las actividades y resultados de una organización comparados con un modelo de excelencia empresarial; el modelo utilizado es el Modelo Europeo para la Gestión de la Calidad Total (E.F.Q.M.)<sup>310</sup>. La Autoevaluación<sup>311</sup> permite a las organizaciones discernir claramente sus puntos fuertes y las áreas de mejora, y culmina en acciones de mejora planificadas y en el seguimiento del progreso realizado.

Se ha demostrado que la adopción del proceso de Autoevaluación da como resultado una amplia gama de beneficios; sobre todo, la Autoevaluación ofrece:<sup>312</sup>

- Un enfoque riguroso y estructurado para la mejora de la empresa.
- Una evaluación basada en hechos y no en opiniones personales.
- Un medio de conseguir la coherencia en la dirección y consenso acerca de lo que debe hacerse por todos los empleados de la organización, que comparten los mismos conceptos básicos.
- Una manera de formar al personal de la organización sobre cómo aplicar significativamente los principios de la Calidad Total.
- Una forma de integrar diferentes iniciativas de calidad en las operaciones empresariales normales.
- Una potente herramienta de diagnóstico.
- Una evaluación objetiva frente a un conjunto de criterios objetivos ampliamente aceptados en Europa.
- Un medio de medir el progreso en el tiempo a través de la Autoevaluación periódica.
- Una actividad de mejora inducida por procesos, y enfocada donde es más necesaria.
- Una metodología aplicable a todos los niveles, desde las unidades de negocio individuales hasta la organización en su conjunto.
- Un medio para crear entusiasmo entre el personal de la organización y dar un impulso nuevo a su búsqueda de la excelencia empresarial.
- Oportunidades para promover y compartir enfoques excelentes con otras áreas de la organización, o a mayor escala, con otras organizaciones de la misma o distinta naturaleza.
- Oportunidades para reconocer por medio de premios internos tanto el progreso como los niveles destacados de consecución.
- Un enlace entre lo que la organización necesita alcanzar y la forma en que pone en práctica las estrategias y procesos para conseguirlo.

<sup>310</sup> Reconociendo el potencial para la obtención de una ventaja competitiva en Europa a través de la aplicación de la Calidad Total, catorce empresas europeas tomaron la iniciativa de crear la Fundación Europea para la Gestión de Calidad (European Foundation for Quality Management, E.F.Q.M.) en 1988. En Agosto de 1995 ya hay más de 440 miembros, procedentes de la mayoría de países de Europa y de todos los sectores empresariales.

<sup>311</sup> La promoción de la Autoevaluación como actividad empresarial clave es un elemento importante en el enfoque de Calidad Total de la E.F.Q.M. Cuando la autoevaluación se convierte en un proceso rutinario y se recogen los datos necesarios, la organización puede considerar beneficioso solicitar el Premio Europeo a la Calidad.

<sup>312</sup> Autoevaluación. Directrices para empresas. Versión en castellano a cargo del Club Gestión de Calidad. Madrid, 1996

- Una forma de determinar su nivel tanto internamente como frente a otras organizaciones.
- El perfil de puntuación publicado por la E.F.Q.M. al final del proceso del Premio de cada año, ofrece datos para que cada organización pueda compararse con ellos.

Como resumen, el proceso ofrece a la organización la oportunidad de aprender acerca de los puntos fuertes y las áreas de mejora. Aprender qué significa la Calidad Total cuando se aplica a su organización. Aprender qué distancia ha recorrido la organización, en el camino de la Calidad cuánto le queda todavía por recorrer y cómo se compara con las demás.

Algunos comentarios sobre la necesidad de la incorporación de EFQM en las empresas quedan recogidas en el folleto que sobre EFQM edita la Fundación.

*“Estoy tan convencido de este enfoque que actualmente exijo a todas las organizaciones ICL que utilicen la metodología de Autoevaluación para conseguir una mejora continua”* <sup>313</sup>

*“TI Europa está aplicando los criterios de la E.F.Q.M. por auténticas necesidades empresariales. El proceso y acciones que debemos iniciar para satisfacer los requisitos de la E.F.Q.M. son los mismos que necesitamos para seguir siendo competitivos en nuestros mercados. Al aproximarnos al Siglo XXI, los únicos auténticos ganadores serán aquellas compañías que desarrollen asociaciones duraderas basadas en la completa satisfacción del cliente. TI Europa será uno de estos ganadores”* <sup>314</sup>

A fin de emprender la autoevaluación, es necesario un marco inicial. Un marco ideal es el Modelo Europeo para la Gestión de Calidad Total. Aunque cada organización es única, este modelo ofrece un marco genérico de criterios que pueden aplicarse ampliamente a cualquier organización o componente de una organización. El Modelo Europeo para la Gestión de Calidad Total es el marco para el Premio Europeo de la Calidad y se basa en la siguiente premisa:

La satisfacción del cliente, la satisfacción de los empleados y el impacto en la sociedad se consiguen mediante el liderazgo, en política y estrategia, Gestión del personal, Recursos y Procesos, que llevan finalmente a la Excelencia en los Resultados Empresariales. <sup>315</sup>

Expresado gráficamente, este principio responde al siguiente esquema:<sup>316</sup>

---

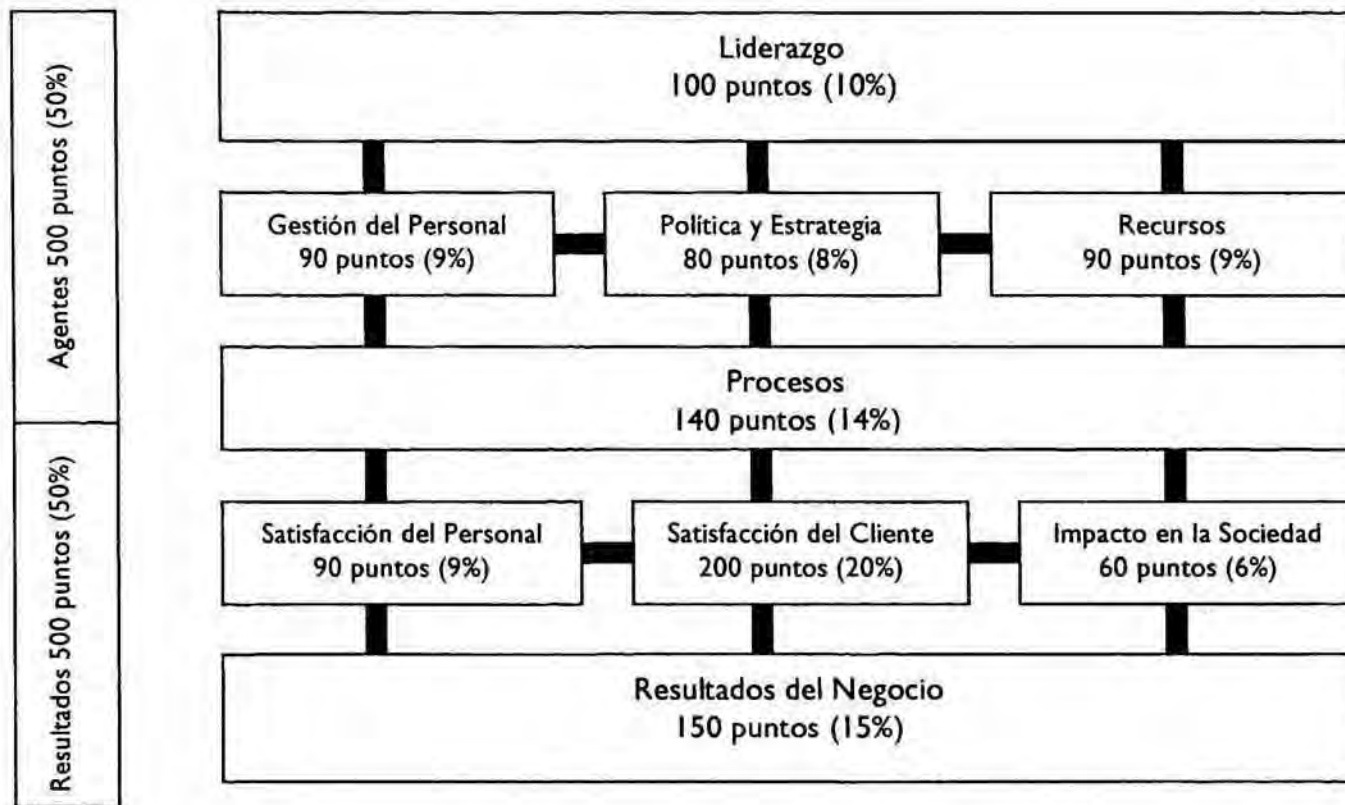
<sup>313</sup> Bonfield, Peter: Presidente y Primer Ejecutivo de ICL. 1994. En Autoevaluación. Directrices para empresas. Versión en castellano a cargo del Club Gestión de Calidad. Madrid, 1996. p. 6

<sup>314</sup> Landi, Marco: Presidente TI Etiropa. 1994. En Autoevaluación. Directrices para empresas. Versión en castellano a cargo del Club Gestión de Calidad. Madrid, 1996. p. 6

<sup>315</sup> Autoevaluación. Directrices para empresas. Versión en castellano a cargo del Club Gestión de Calidad. Madrid, 1996. p. 7

<sup>316</sup> *Ibidem.*





**Agentes:**

Los criterios Agentes reflejan cómo la organización enfoca cada uno de los subcriterios. Se requiere información sobre la excelencia del enfoque utilizado y el grado de aplicación de dicho enfoque verticalmente, a través de todos los niveles de la organización y horizontalmente a todas las áreas y actividades. Cada Agente puede descomponerse en cierto número de subcriterios, cada uno de los cuales requiere una respuesta, incluso si la respuesta es “no es aplicable a nuestra empresa”. Cada subcriterio es complementado por una lista de áreas a tratar. Además, pueden introducirse otras áreas. La elección depende de la organización que lleva a cabo la autoevaluación y de aquello que tenga especial importancia para sus actividades.

**Resultados:**

Los criterios Resultados tratan de lo que ha alcanzado la organización y de lo que está alcanzando. Los resultados deben tratarse en términos de:

- lo conseguido realmente por la organización
- los propios objetivos de la organización, y si es posible
- los resultados de los competidores
- los resultados de aquellas organizaciones “mejores de la clase”.

La autoevaluación debería indicar el grado en que se cubren las actividades de la organización y la importancia relativa de los parámetros elegidos para medir los resultados. Los resultados presentados deben incluir datos directos y predicciones o medidas de los resultados relevantes para la organización. La fiabilidad y validez de cualquier resultado presentado, deberán ser comentados. Estos deben presentarse en forma de gráficos de tendencias durante un período de años con las notas aclaratorias que sean necesarias.

## CAPITULO IV

# EL DIBUJO COMO DISCIPLINA ACADEMICA APLICADA AL PROCESO DE DISEÑO

## ARQUITECTOS, ARTESANOS Y ARTISTAS

### LOS GREMIOS

En Egipto, el mayor número de datos referentes al dibujo puede encontrarse en relación con la arquitectura, ya comentado en el capítulo I de la segunda parte (página 164). Su conocimiento será un secreto y contará el arquitecto con una posición social elevada. Refiriéndose a la educación de los arquitectos comentará Spiro Kostof (1997):<sup>317</sup>

*“En el antiguo Egipto la educación de los arquitectos estaba estrechamente ligada a la clase sacerdotal”.*

Según Kostof, la existencia de secretos gremiales que se comunicaban animaba la existencia de una adhesión familiar a la vocación arquitectónica (dibujo, medidas, etc.). Los hijos de los arquitectos aprendían el lenguaje secreto de sus padres y lo transmitían a sus propios hijos y así sucesivamente.

La importancia que se daba en Grecia al dibujo queda demostrado en las palabras de Platón: *“que no entre nadie aquí que no sepa geometría”*, refiriéndose a su academia. El número de datos que se tienen respecto al aprendizaje del dibujo es mayor, pero casi siempre en relación con la arquitectura. Parramón<sup>318</sup> comenta, con referencia a las escuelas, que Plinio, el historiador romano habla de los alumnos de Parrasio, de cómo aprendían a dibujar utilizando puntas metálicas de plata o de plomo, sobre pergamino o sobre tablillas de madera preparadas con polvo de hueso; el mismo procedimiento explicado por Cennino Cennini<sup>319</sup> y usado por Pisanello, en Italia, 1000 años después.

Teodoro de Samos,<sup>320</sup> escultor, arquitecto y orfebre del siglo VI a.C., fundará en Esparta una escuela privada de arquitectura. Es muy posible, comentará Kostof, que en esta escuela también se enseñara orfebrería y escultura.

Vitruvio será explícito sobre los símbolos gráficos del diseño clásico: *planos, alzados y perspectivas*. Incluye el dibujo entre las materias de la educación liberal que perfila para el futuro arquitecto, y le recomienda a éste ser hábil con el lápiz.

<sup>317</sup> Kostof, Spiro: *El arquitecto. Historia de una profesión*, Madrid, Editorial Cátedra, p. 15.

<sup>318</sup> Parramón, José M.: op. cit., p. 14.

<sup>319</sup> Cennini, Cennino: *El libro del arte*. Madrid, Ediciones Akal, S.A. 1988

<sup>320</sup> Kostof, S.: op. cit., p. 25.



Sobre la enseñanza del dibujo en Roma, Joaquín González señalará el privilegio de las clases sociales altas sobre el resto:

*“En la época romana ya se enseñaba a los niños libres (los esclavos lo tenían prohibido), la *graphica*, este arte fue tomado como el primer acercamiento a las artes liberales”.*<sup>321</sup>

¿Cuáles eran los orígenes de los arquitectos romanos, su formación?. Para Mc. Donald<sup>322</sup> la evidencia es escasa. Cicerón admite que la profesión es adecuada para personas de nivel no aristocrático. Muchos arquitectos del mundo romano eran de raza griega, o muy influidos por esta cultura; para Mc Donald esto no significará que diseñen los edificios a la manera tradicional griega, ya que había quedado como histórica desde hacía tiempo.

En la Edad Media, según escriben Bachmann y Forberg,<sup>323</sup> las escuelas monásticas eran los centros donde se cultivaba el dibujo técnico, aunque también se confeccionaban dibujos y se manejaban planos en los gremios y en los barracones levantados junto a obras de mayor envergadura. El conocimiento de las leyes del dibujo sigue correspondiendo a unos pocos.

Cabe pensar en la importancia de la transmisión oral de éstos conocimientos; a este respecto Lino Cabezas escribirá:<sup>324</sup>

*“Antes de Brunelleschi, sabemos que la comunicación con los operarios a través de la palabra, y no con dibujos, había sido una práctica habitual durante toda la Edad Media. El oficio de la construcción, igual que cualquier otro oficio medieval, tenía en la transmisión oral de sus conocimientos uno de sus componentes básicos”.*

Posteriormente en el siglo XVI se producirá el progresivo y radical abandono de la concepción simbólica y ritual de las *ichnographias* para convertirse simplemente en plantas. Sin duda los artesanos hacían dibujos, aunque probablemente los marcaban en pizarra, los trazaban con tiza en un encerado o los inscribían en el material a tratar.

---

<sup>321</sup> González, Joaquín: *Técnicas y materiales de dibujo en España. Noticias sobre el concepto y la práctica del dibujo en los tratados españoles*. Madrid. Editorial de la Universidad Complutense, 1989, p. 25.

<sup>322</sup> Mac Donald, William: *Los arquitectos romanos*, en Spiro Kostof, *El arquitecto. Historia de una profesión*, Madrid, Editorial Cátedra, 1984, pp. 42-43.

<sup>323</sup> Bachmann, Albert y Forbeg, Richard: *Technisches zeichnen*, 1973. (Tr. española de Carlos Sáenz de Magarola, *Dibujo técnico*, Barcelona, Editorial Labor, 1973, 2º edición, pág. 1)

<sup>324</sup> Cabezas Gelabert, Lino: “Ichnographia. La fundación de la arquitectura”. (EGA)

## LAS ACADEMIAS DE ARTE

La manera en que se ha enseñado el dibujo y la importancia adjudicada por la sociedad a una educación humanista, podría decirse que han tenido un alcance fundamental en la comprensión del mundo.

En el S. XVI empezarán a formarse las academias de arte. Para F. Arce<sup>325</sup> su origen hay que situarlo en los pintores, quienes deseaban en todo momento crear una escuela que elevara la dignidad y excelencia de éstos. Estas academias cuentan con el apoyo de las Instituciones Públicas ya que no tienen recursos propios para sustentarse y crearán un conjunto de reglamentos que son debatidos y aprobados por ellos mismos. Se elegirá a Zuccari como el hombre capaz de dirigir esta academia.<sup>326</sup>

La academia será un lugar de encuentro entre artistas e intelectuales, donde no sólo aprenden los conceptos de dibujo, sino que se definirá la forma e incluso qué imágenes habrán de mostrarse al público. Se crearán toda una serie de disposiciones y reglamentos que determinarán el curso del año.

Para Leonardo da Vinci, de quien nos ha llegado una importantísima parte de su obra, el dibujo llegó a ser una ciencia. Consideraba la pintura como una ciencia del conocimiento y el dibujo como un método de investigación. Según French y Svensen<sup>327</sup> todos sus esquemas eran fáciles de comprender y durante varios años enseñó a otros sus métodos, pero sus enseñanzas no fueron publicadas hasta 1651.

En su *Tratado de La Pintura* Leonardo<sup>328</sup> señalará respecto a lo que debía aprender el principiante:

*“El joven ha de aprender perspectiva, y más tarde las medidas de cualesquiera de los cuerpos”.*

Leonardo insistirá en que los contornos de cada objeto y sus inflexiones deben traducirse con la mayor diligencia. Formula además un esquema del aprendizaje del dibujo que va a ser válido ya para toda la historia venidera:

*“Primero has de copiar obras de un buen maestro que las haya dibujado del natural; luego dibuja de formas plásticas y, finalmente, de buenos modelos de la naturaleza”.*<sup>329</sup>

<sup>325</sup> Arce Cubero, Feliciano: “Críticas a las Academias de Arte”, Barcelona, Curso de doctorado 1988-1989.

<sup>326</sup> Sainz, Jorge: *El dibujo de arquitectura*, Madrid, Editorial Nerea, S.A., 1990, p. 25. La primera academia de arte fue fundada por Vasari en Florencia, poco después de la mitad del siglo XVI, se denominó Accademia delle Arti del Disegno; entendiendo el término italiano *disegno* tanto en su sentido de creación o invención gráfica como en el de mera representación.

<sup>327</sup> French, Thomas y Svensen, Carl: *Mechanical Drawing*. (Tr. española de E.G.G., *Dibujo Técnico*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1975, p. 3)

<sup>328</sup> Da Vinci, Leonardo: *Tratado de Pintura*. (Edición de Angel González García, Madrid, Ediciones Akal S.A., 1993, p. 351)

<sup>329</sup> *Ibidem*.



Acerca de las ventajas de dibujar en compañía de otros escribirá.<sup>330</sup>

*“Yo afirmo insistentemente que el dibujar en compañía de otros es mucho mejor que hacerlo en solitario, por muchas razones. En primer lugar porque si se tiene pundonor se sentirá vergüenza de ser visto por los otros dibujantes, y este sentimiento de vergüenza llevará a estudiar bien; en segundo lugar, una sana envidia estimulará a igualar a los que son más alabados que uno, ya que espoleará la alabanza hecha a los otros; siempre se puede aprender de los que dibujan mejor que uno, y si uno lo hace mejor que los demás, puede beneficiarse despreciando sus defectos, sirviéndote la alabanza de los otros de acicate para poner mayor empeño”.*

Respecto a como ha de trabajar sus dibujos un buen dibujante, sus recomendaciones se centrarán también en la velocidad de ejecución:<sup>331</sup>

*“Si deseamos aprovechar bien nuestro estudio para llegar a ser un buen dibujante, acostumbrémonos a trabajar despacio cuando dibujemos... una vez que la mano y la mente han sido enseñados, antes de que uno se de cuenta habrá adquirido rapidez en la realización”.*

De sus inventos y máquinas han llegado hasta nosotros una buena parte y aún hoy en día sigue sorprendiendo.

A partir del siglo XVII empieza a proliferar una literatura que presenta las máquinas como instrumentos capaces de asegurar a los hombres la felicidad en la tierra, y quizá también fuera de la tierra (ya comentado en el capítulo I de la segunda parte). Al desplazarse el centro del comercio en Europa de la región mediterránea a la costa atlántica, los principales centros de poder se transformaron en naciones-estado gobernadas por monarquías centralistas, cuyo modelo será la Francia de Luis XIV. Comenta Heskett<sup>332</sup> que durante el reinado del Rey Sol, la envergadura y la suntuosidad de la vida cortesana proporcionaban un generoso mecenazgo a artistas y maestros artesanos que culminó con la creación de manufacturas financiadas y controladas por la Corona. La más famosa fue la de los Gobelinos (1667), donde se daba trabajo a ebanistas y orfebres. Se trataba de una industria a gran escala, pues los artesanos eran varios centenares y contaban con una escuela para sesenta aprendices.

La delicada porcelana traída de China en el siglo XVII era de calidad muy superior a la de cualquier cerámica europea; esto estimuló una ola de investigación para descubrir los secretos de su fabricación; el paso fundamental se dio en 1709 en la manufactura de Meissen, establecida por el Gran Duque de Sajonia. Muchos de los diseños fueron obra de anónimos artesanos empleados en la fábrica.

<sup>330</sup> Da Vinci, Leonardo: *Cuadernos de notas*. (Tr. española de José Luis Velaz, Madrid, M.E. Editores, S.A., 1993, p. 122.

<sup>331</sup> *Ibidem.* pp. 124 - 125

<sup>332</sup> Heskett, John: *op. cit.*, p. 11.

Otra fuente importante de diseños eran los *libros de patrones* (ya comentados en P2C1c2) que seguían publicándose en cantidades considerables.<sup>333</sup>

En lo referente a la enseñanza del dibujo, en esta época se puede señalar que apenas cambiaron las disposiciones legales a la rigidez del Renacimiento; numerosas academias surgían, todas ellas diferentes dirigidas por varios maestros.<sup>334</sup> Los Carracci fundaron en Bolonia la academia de los *Incaminatti* que en principio se llamó *Accademia del Natural* y que se convirtió posteriormente en la *Escuela de Bolonia*. Las academias proliferaron durante los siglos XVI y XVII, estableciéndose en gran número, primero en Italia y después en toda Europa.

En las representaciones visuales de las máquinas en los siglos XVI - XVIII se advierte la necesidad de ambientar las figuras en un contexto culturalmente familiar. Por lo general, la finalidad de dichas imágenes era esencialmente didáctica; se trataba de explicar el funcionamiento, la instalación y la utilización de las dotaciones técnicas de una industria todavía en sus albores. Se realizaron autómatas que ofrecían una versión frívola y divertida de la máquina y contribuían, sin quererlo, a superar la imagen tan difundida entonces de la máquina como objeto aterrador. Para Maldonado,<sup>335</sup> se favoreció la tendencia a considerar la máquina como modelo de los seres vivientes.

En 1648 se crea en París *L'Ecole des Beaux-Arts* en donde se enseñará dibujo; estará sobre todo orientado a artistas y arquitectos. Joan Draper<sup>336</sup> haciendo referencia a la Escuela, escribirá:

*“L'Ecole Nationale et Spécial des Beaux-Arts de París era, hasta su cierre en 1968, la más antigua escuela de arte y arquitectura al norte de los Alpes. Esta prestigiosa institución tenía sus orígenes en las clases dadas por las academias de pintura, escultura y de arquitectura que se establecieron en tiempos de Luis XIV, en 1648 y 1671, respectivamente. A lo largo de los años, las revoluciones políticas y los cambios de gusto afectaron, naturalmente, a la escuela. De todos modos, mantuvo una notable continuidad de estilo y de métodos de enseñanza durante sus años de existencia. Al menos hasta comienzos del siglo XX conservó su reputación como una de las principales academias del mundo”.*

Para Myra Nan Rosenfeld, *L'Ecole des Beaux Arts* será la base o modelo en que se fijarán el resto de escuelas (principalmente arquitectónicas):<sup>337</sup>

*“Fue la base para el método de instrucción usado en las escuelas arquitectónicas hasta la llegada del Bauhaus en el siglo XX”.*

<sup>333</sup> *Ibidem.*, p. 12.

<sup>334</sup> Arce Cubero, F.: *op. cit.*, p. 11.

<sup>335</sup> Maldonado, T.: *op. cit.*, pp. 20-21.

<sup>336</sup> Draper, Joan: *La École des Beaux-Arts*, en Spiro Kostof, *El arquitecto. Historia de una profesión*, Madrid, Ediciones Cátedra, 1984, p. 201.

<sup>337</sup> Rosenfeld, Nan: *La real administración de edificios en Francia*, en Spiro Kostof, *El arquitecto. Historia de una profesión*, Madrid, Ediciones Cátedra, 1984, p. 159.



## INCIDENCIA EN EL PERIODO INDUSTRIAL

---

### LA CODIFICACION DEL DIBUJO

Este es un período donde se seguirá dando importancia a la enseñanza del dibujo en las Academias de Arte. Sir Joshua Reynolds<sup>338</sup> en su primer discurso a la Academia expone su fe en tal institución y en las normas impartidas en la enseñanza del arte a los alumnos, los cuales no pueden hacer uso de su libertad hasta haberse formado del todo.

Gaspard Monge, diseñador de fortificaciones y amigo de Napoleón, frustrado por los métodos empíricos de los albañiles y por lo poco práctica a su entender de la geometría euclidiana, revoluciona en 1795 el dibujo con sus teorías de la geometría descriptiva.

Comenta Pipes<sup>339</sup> respecto al propósito de Monge frente a la enseñanza del dibujo:

*“Monge quería que la educación sistemática del dibujo reemplazara la costumbre y la práctica”*

Por entonces se estaban aplicando sus métodos en casi toda Europa, en Estados Unidos, en Egipto, en Rusia. Su geometría era tan importante para los franceses que Napoleón la trataba como un secreto militar y como tal, en 1840 llegó a oídos de los espías británicos. Supuestamente entonces se habían mostrado trabajos a algunos académicos ingleses que los descartaron por áridos e insignificantes, sin el menor valor práctico. Se llegó incluso a plantear por aquella época si la geometría descriptiva era matemática o dibujo.

El oscurantismo estuvo a punto de afectar la obra del reverendo William Farish.<sup>340</sup> Tuvo la perspicacia de pensar que la proyección ortográfica podía considerarse como una perspectiva observada a una distancia de visión infinita.

La codificación del dibujo comenzó en los tratados del Renacimiento y fue perfeccionada en los textos del siglo XVIII. La mayoría de estos textos enseñaban a dibujar en un árido estilo lineal. Ello no sólo se aplicaba al diseño mecánico, sino también a las artes decorativas, por ejemplo al diseño textil, donde éste se veía limitado por la tecnología de los medios de producción cada vez más mecanizados<sup>341</sup>.

---

<sup>338</sup> Arce Cubero, F.: op. cit., pág.

<sup>339</sup> Pipes, Alan: op. cit., p.12

<sup>340</sup> Otro pionero de los métodos del dibujo cuyo trabajo de 1820 sobre isometría languideció durante muchos años en la revista *Transactions of the Cambridge Philosophical Society*.

<sup>341</sup> Pipes, Alan: op. cit., p. 20

Goethe constataba en 1797 como algunos fabricantes daban trabajo a artistas y artesanos para que crearan imitaciones de máquinas, inventos que crearan supuestas satisfacciones en el comprador.

Todas estas circunstancias se reflejaron en la sociedad con la creación de escuelas y nuevos profesionales.

En España se siguió el mismo proceso y se buscaba una aplicación práctica del dibujo para la industria joven. Haciendo referencia a esto, Alfonso Pérez Sánchez escribirá:<sup>342</sup>

*“Las intenciones didácticas y de búsqueda de la aplicación práctica del dibujo para las artes industriales, que tanto preocupan a los ilustrados, se repiten una y otra vez en los textos de fines del siglo, desde el propio Rejón a Preciado, Ponz o Bosarte. El uso funcional que se impuso a lo largo de los siglos XVII y XVIII en el dibujo, termina por triunfar enteramente, y en los planes de estudio de las Escuelas y Academias, el dibujo será ya una asignatura previa, con las divisiones que los usos prácticos de las enseñanzas reclamen, desde los principios al yeso, el ropaje y el natural. Solo el hecho de que por estas aulas de dibujo hayan de pasar por igual pintores, escultores y arquitectos en las Academias, y artesanos cualesquiera que sea su destino, en las Escuelas, supone un reconocimiento, siquiera implícito, de aquella primacía que con valor casi divino, acertaron a ver en él, los radicales idealistas de las postrimerías del siglo XVI”.*

Véanse por ejemplo las palabras de Preciado de la Vega<sup>343</sup>:

*“Fue (el diseño) el origen de la pintura y de la escultura y él es quien presta luces y perfecciones a todas las artes nobles y aún a los ejercicios mecánicos”.*

A principios del siglo XIX, los técnicos y artesanos de las industrias manufactureras producían directamente casi todos los dibujos de sus diseños. Mediado el siglo, el mero peso del trabajo condicionó que en el proceso de diseño participara un número creciente de delineantes y copistas menos especializados. Todo ello llevó a William Binns<sup>344</sup> a desarrollar en 1857 el método de dibujo ortográfico de tres vistas, o geometría sólida (la geometría de Monge sólo requería dos vistas planas), de modo que pudiera crearse un dibujo bien acabado a partir del borrador de un diseñador. No era un método totalmente novedoso, pues se basaba en los dibujos anatómicos de cabezas y pies de Durero, mostrados en varias vistas relacionadas en cajas planas cuadrículadas, realizados alrededor de 1525.

<sup>342</sup> Pérez Sánchez, Alfonso: *Historia del dibujo en España, de la Edad Media a Goya*. Madrid, Ediciones Cátedra, S.A., 1986, p. 39.

<sup>343</sup> *Arcadia Pictórica* (Madrid, 1789, pág. 202). En Pérez Sánchez, Alfonso: op. cit., p. 39.

<sup>344</sup> Pipes, A.: op. cit., p. 12



## EL DIBUJO PEDAGOGICO

El dibujo ha sido un aspecto central de la reforma educativa desde la publicación de la muy influyente ABC del Anschauung, escrita por Pestalozzi junto con Christoph Buss en 1803. Este manual instituía el dibujo (que tenía connotaciones de ocupación ociosa y aristocrática) como área legítima de la educación de los niños (J. Abbott Miller<sup>345</sup>). Pestalozzi, Froebel y otros, en la Europa germanoparlante de la época, defendieron el dibujo como una forma de escritura paralela a la alfabética.

En un período de resurgimiento nacional posterior a las guerras napoleónicas, los estados nacionales (sobre todo Prusia), adoptaron las ideas del pedagogo suizo Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827) para enseñar dibujo en los parvularios. Este *pedagogische Zeichnen*, muy distinto al dibujo expresionista o *Kunstzeichnen*, se basaba en un alfabeto de figuras geométricas sencillas. Después de la reacción conservadora de 1848, en que el dibujo se enseñaba copiando de impresos y moldes de yeso, la geometría recuperó el aprecio con posterioridad a la unificación de Alemania, en 1872.

La actividad de dibujar, según Pestalozzi y sus seguidores Alois Hirt y J.C. Buss, debería iniciarse con ejercicios que ampliaran y desarrollaran la comprensión que tiene un niño del espacio y la forma. “Ángulos, paralelas y arcos abarcan la totalidad del acto de dibujar”, escribió Buss en 1828:<sup>346</sup>

*“Todo lo susceptible de ser dibujado sólo es una aplicación definida de estas tres formas primarias”.*

El método de dibujo de Pestalozzi se basaba en su creencia de que el cuadrado era el fundamento de todas las formas, y el dibujo debería basarse en la división en partes de cuadrados y curvas.

Otro método de dibujo basado en la idea de crear un código gráfico reducido, un alfabeto del dibujo, lo publicó en 1821 Johannes Ramsauer<sup>347</sup>, uno de los colegas de Pestalozzi. El manual de dibujo de Ramsauer parte de la idea de las formas principales que representan la esencia abstracta de los objetos físicos. Su tipología consiste en tres formas principales: objetos de reposo, objetos de movimiento y objetos que combinan el movimiento y el reposo.

El método de dibujo pedagógico adoptado por Froebel se inspiraba en dos métodos anteriores llamados *dibujo de puntos* y *dibujo de redes*. El primero consistía en una retícula de puntos en el papel del alumno correlacionado con otro similar en la pizarra del maestro. El segundo extendía los puntos para formar una retícula continua en toda la página. La adición de una numeración para los puntos o ejes de

<sup>345</sup> En Lupton, Ellen y Miller, Abbott: *El abc de la Bauhaus y la teoría del diseño*, 32 Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1994, p. 6

<sup>346</sup> *Ibidem*.

<sup>347</sup> Ramsauer, Johannes: *Kurze Skizze meines pädagogische Lebens*. Woodbridge, CT reading, England: Research Publications, 1987. Se encuentra en forma de dos microfichas en la biblioteca del Ministerio de Educación y Cultura. Es una reproducción de la edición de 1880.

la retícula permitía al maestro dictar los dibujos. La retícula de su método de dibujo se convirtió en el paradigma visual y teórico de su contribución más influyente a la pedagogía: sus *Dones y Ocupaciones*. Friedrich Froebel introdujo una red perceptiva a priori (como el encuadre de las pinturas) para desarrollar la conciencia de la forma, utilizando también ladrillos y bloques a fin de explorar la experiencia espacial y volumétrica<sup>348</sup>.

Mediado el siglo XIX, esta forma pedagógica de dibujar llegó a conocerse como *arte convencional*. Se esperaba una ejecución en un trabajo a lápiz arduo, claro y sin sombras.

La crítica que tuvo una influencia más profunda fue la de John Ruskin, William Morris y sus seguidores, quienes compartían la admiración de Pugin hacia la sociedad y el arte medieval, condenaban los valores éticos y estéticos de la industria y sus productos. Señalaron el alto costo y sacrificio humano que suponía un sistema social basado en la demanda y la producción de artículos de fabricación en serie. Para Heskett<sup>349</sup> el efecto que produjeron sobre la industria era bastante limitado, ya que se basaban más en una nostalgia hacia la cultura artesanal del pasado que en un esfuerzo por comprender y mejorar la situación.

John Ruskin, historiador de arte y filósofo, en una reacción contra la Revolución Industrial, intentó revitalizar en Inglaterra las formas de producción medievales. Según él, la producción manufacturada debía posibilitar unas mejores condiciones de vida para los trabajadores y debía además representar un contrapeso para el, estéticamente, empobrecido mundo de la máquina. Hacia finales del siglo XIX, los libros sobre *dibujo de máquinas* comenzaban a asumir un fondo de conocimientos acerca de los métodos de proyección ortogonal y se concentraban, sobre todo, en la capacidad del diseñador para resolver problemas técnicos, planteando ejercicios con la intención de inculcar al diseñador/artesano un sentido intuitivo de la exactitud, en términos de forma y proporción.<sup>350</sup> Para Ruskin los manuales de dibujo publicados hasta este momento, estarán dirigidos hacia dos objetivos: dar al alumno un dominio del boceto hecho con destreza, o bien dar un dominio de las formas matemáticas para que puedan posteriormente hacer dibujos rápidos y económicos para la fabricación de un determinado producto. Según Ruskin,<sup>351</sup> hay una tendencia (por parte de las escuelas) que es el arte aplicado a la fabricación con la fabricación en sí. Por ejemplo, el arte con el cual un trabajador diseña y modela una bella taza es aptitud artística real, pero la destreza en copiar esta taza y hacer miles iguales es habilidad en la fabricación. En su libro *The Elements of Drawings* hace una crítica a los manuales de dibujo publicados hasta la fecha:<sup>352</sup>

*“Los manuales de dibujo publicados hasta este momento, por lo que yo sé, están dirigidos hacia uno o dos objetivos. Ya sea el propósito de dar al estudiante un*

<sup>348</sup> Estos métodos fueron llevados a Estados Unidos por Horace Mann, secretario de la Massachusetts State Board of Education, e introducidos en 1873, en la Massachusetts Normal Art School.

<sup>349</sup> Heskett, J.: op. cit., p. 20.

<sup>350</sup> Pipes, A.: op. cit., p. 12

<sup>351</sup> Ruskin, John: *Les techniques del dibuix*, Barcelona, Glauco y Editorial Laertes, 1983, p. 9.

<sup>352</sup> *Ibidem*.



*dominio del esbozo hecho con destreza con lápiz o acuarela de manera a emular el trabajo insignificante de los artistas de segunda fila, o bien se les da un dominio de las formas matemáticas con el hecho de que posteriormente puedan ser diseños rápidos y económicos para la fabricación de un determinado producto”.*

El ingeniero James Nasmyth escribió en 1883: <sup>353</sup>

*“Visualizando las formas abstractas de los variados detalles de que está compuesta toda máquina, descubriremos que consisten en ciertas combinaciones de seis figuras geométricas primitivas o elementales, concretamente la línea, el plano, el círculo, el cilindro, el cono y la esfera”.*

Ruskin por el contrario se referirá a la crueldad del dibujo geométrico.

El dibujo pedagógico apuntaba a un futuro industrial y al culto de la máquina, de manera que el dibujo naturalista apuntaba al pasado artesanal. Pese a las protestas de Ruskin, el dibujo pedagógico fue adoptado casi universalmente por las escuelas de diseño.

William Morris(1834-1896) por su parte fundó en Inglaterra en 1861 la empresa Morris & Co. con vistas a una renovación de las artes y oficios. En torno a él se creó el así llamado movimiento Arts & Crafts, que se puede considerar también como un movimiento de reforma social y de innovación de estilo. Su abolición de la división del trabajo, y por consiguiente la vuelta a la unidad de diseño y producción, condujo a un movimiento de renovación de las artes y oficios. Este movimiento que se enfrentó principalmente contra la estética de la máquina fracasó arrastrado por el tormentoso desarrollo industrial de la segunda mitad del siglo XIX. Morris crea cinco sociedades, cuyo fin consiste, entre 1880 y 1890, en difundir el ideal de oficio, retorno al sistema medieval de artes y oficios. Logra crear una multiplicidad de escuelas de arte que intentarán explorar las posibilidades de introducción de formas funcionales, además de satisfactorias desde el punto de vista de las artes aplicadas. Llega incluso a decir: <sup>354</sup>

*“ En tanto que condición de vida, toda producción mecánica es un mal absoluto”*

Una máxima de Morris será:

*“La belleza es la expresión de la felicidad en el trabajo”.*

Sin embargo, algunas personas intentaron aproximarse a la industria de forma más directa. Entre ellos destaca, a mediados del siglo XIX, Henry Cole,<sup>355</sup> un funcionario que fue uno de los grandes impulsores de los planes para la Exposición Universal de

<sup>353</sup> En Pipes, A.: op. cit., p. 21.

<sup>354</sup> En Huisman, Denis y Patric, Georges *La Estética Industrial*. Ediciones oikos-tau, S.A, Barcelona. 1971. pp.11-13.

<sup>355</sup> Heskett, J.: op. cit., p. 20.

1851. En 1849 fundó el *Journal of Design*, dirigido por Richard Redgrave, que durante tres años sirvió de vehículo para la propagación y el desarrollo de sus ideas. Influyó en el diseño de la vida diaria haciendo uso de medidas pedagógicas. El trabajo de Cole buscaba principalmente orientar la funcionalidad de los objetos por encima de los elementos representativos y decorativos.

El alemán Gornfried Semper<sup>356</sup> postulaba una teoría estética que admitía lo inevitable de la industrialización y procuraba resolver los problemas de la mutua relación entre arte e industria. Refugiado en Inglaterra tras el fracaso de la revolución de 1848 en Prusia, Semper vivió en Londres de 1851 a 1854. Al serle imposible ejercer su profesión de arquitecto durante dicho período, dedicó su atención a las artes aplicadas, por las que forzó una reforma de la actividad proyectual industrial en la que propugnaba formas que hicieran justicia a la función, al material y a la producción.<sup>357</sup> Había tenido interés desde hacía largo tiempo en la actividad proyectual, impartiendo clases en la *School of Design*, donde se puso en contacto con Henry Cole y su círculo.

Semper es consciente del divorcio existente entre arte e industria pero sostiene la necesidad de renunciar a la herencia del pasado, y en concreto a las tradiciones artesanales, para permitir la creación de un arte nuevo, fundado en la aceptación y el dominio de la mecanización; escribirá:<sup>358</sup>

*“No lamento la situación actual, pues estoy convencido de que tarde o temprano se producirá un cambio que beneficiará y ennoblecerá a la sociedad en todos los sentidos”.*

Apoyaba hasta cierto punto la interpretación funcionalista el hecho de que algunas máquinas y productos fabricados en el siglo XIX estaban, en efecto, desprovistos de adornos y tenían formas geométricas derivadas de la estructura y la función mecánica. El progreso en la tecnología industrial dependía de que se lograsen unas tolerancias más exactas; para ello las matemáticas constituían un instrumento imprescindible y la *geometría* proporcionaba la forma tridimensional mediante la cual podía alcanzarse la precisión necesaria.

L'École Nationale et Spéciale des Beaux-Arts de París sirvió de modelo para los americanos que querían mejorar el ejercicio de la arquitectura mediante una educación más completa. Su influencia se hizo especialmente fuerte en América a finales del siglo XIX cuando los arquitectos, como muchos otros profesionales, sintieron la necesidad de establecer pautas más elevadas y uniformes. La École, como se llamaba, poseía lo que estas personas preocupadas querían crear en América: un plan de estudios bien organizado, una teoría del diseño racional, y el mecenazgo del gobierno. (Joan Draper 1984)<sup>359</sup>

<sup>356</sup> En Heskett, J.: op. cit., p. 27.

<sup>357</sup> Bürdek, B.: op. cit., p. 22.

<sup>358</sup> *Ibidem*, p. 23.

<sup>359</sup> Draper, Joan: *La Ecole des Beaux Arts y la profesión de arquitecto en los EE. UU.*, en Spiro Kostof, *El arquitecto. Historia de una profesión*, Madrid, Ediciones Cátedra, 1984, p. 201



En el Reino Unido, que era el país más industrializado por aquél entonces, se crearon tempranamente escuelas de artes decorativas que produjeron importantes diseñadores como Arthur Mackmurdo y el escocés Charles Rennie Mackintosh.

Un ejemplo típico de la fase temprana del diseño en la industria fue la máquina de coser Singer, de la cual se habían producido ya en 1879 más de 400.000 unidades<sup>360</sup>.

A finales del siglo XIX se perfilaron en Europa nuevos movimientos, el Art Nouveau en Francia, el Jugendstil en Alemania, el Modern Style en Inglaterra, el Modernismo en España o la Sezessionsstil en Austria. Todos ellos compartían un sentimiento artístico de la vida que se reflejaba sobre todo en la fabricación de elementos de uso cotidiano.<sup>361</sup>

En muchos casos se llegaron a unir las enseñanzas de *Bellas Artes y Artes Aplicadas*. En Holanda en 1878 se recomendó una enseñanza conjunta. Se estaba universalmente de acuerdo en que el único procedimiento recomendable de enseñanza era la copia sobre papel. Había más dibujo del natural y de modelos de yeso en las escuelas del que había habido 50 años antes.

En las escuelas de artes aplicadas, al igual que en las academias de arte se consideraba el dibujo del natural como la tarea más importante del futuro diseñador. El belga L. Alvin<sup>362</sup> escribirá refiriéndose al cuerpo humano como el objeto más perfecto que existe para los estudios en dibujo:

“Conoce todo lo que pueda necesitar para el *diseño industrial* sobre la proporción y la forma”.

## UN EJEMPLO, LA ESCUELA DE DIBUJO DE GIRONA

La Revolución Industrial hace que cambien muchos valores de la sociedad; se crearán industrias; las máquinas comienzan a formar parte de la vida diaria. Será en Cataluña donde se da con más fuerza esta creciente industrialización y donde hará falta formar especialistas cualificados para esta naciente industria.

Durante la segunda mitad del siglo XVIII en España, se oyen voces (minoritarias pero influyentes) que hablan de una mejora de la sociedad y de los niveles de cultura del pueblo. Influenciada por las ideas de los enciclopedistas franceses, se pretende la mejora de la sociedad mediante cambios profundos en el comercio, la industria, los medios de comunicación, los regadíos, la agricultura... y también mediante cambios en la educación. Para que esto se lleve a cabo hace falta una mano de obra mínimamente cualificada, con estudios, además de ahondar en el

<sup>360</sup> Bürdek, Bernhard: *Diseño. Historia, teoría y práctica del diseño industrial*, Barcelona, op. cit., p. 23

<sup>361</sup> *Ibidem*, p. 23.

<sup>362</sup> En Pevsner, Nikolaus: *Academias de Arte: Pasado y Presente*. Madrid, Ediciones Cátedra, S.A. 1982, p. 139.

perfeccionamiento y desarrollo de las ciencias llamadas útiles. Con esta finalidad nacerán en las ciudades más importantes, instituciones que promoverán nuevos estudios. Entre estas instituciones destacarán las Sociedades Económicas de Amigos del País.

La Junta de Comercio en Cataluña formará el personal capacitado que se necesita para la transformación y mejora del comercio y la industria, pondrá las primeras bases de lo que se llamará la formación profesional.<sup>363</sup>

Los gremios están más preocupados por defender sus propios intereses corporativos que por mejorar sus enseñanzas y ponerlas al día con nuevos contenidos y nuevas técnicas. Ven bien la creación de escuelas de dibujo; lamentan la decadencia que hay en las enseñanzas de las artes y oficios.<sup>364</sup>

En estos años no es posible formar un buen especialista de la plata, ni un buen pintor o arquitecto, porque todos estos oficios necesitan unos fundamentos de dibujo que no se impartían. La “Escuela Gratuita de Diseño” de España fue inaugurada en Barcelona el 23 de Enero de 1775, bajo la protección de la Real Junta Particular de Comercio,<sup>365</sup> viniendo a suplir esta deficiencia. El propósito de la Junta fue formar buenos dibujantes proyectistas, auxiliares de las manufacturas de estampados en algodón y seda, que al atender las necesidades de la industria y a la conveniencia del comercio, permitieran mejorar su calidad y extender su producción en competencia con el extranjero. El objeto de la escuela era la adecuación del dibujo a la producción mecánica y seriada sin descuidar el buen gusto y el espíritu creador.<sup>366</sup>

En el año 1783 se crea en Olot una Escuela de dibujo, gracias al interés de los fabricantes de estampados. En Girona se crea una Escuela que ahora se denominaría de Formación Profesional, una Escuela de Artes y Oficios y no sólo una Escuela de Bellas Artes.

En el año 1790 se inauguró l'Escola gratuïta de Dibuix, dependiente del Ayuntamiento. L'Escola de Girona, como la de Olot, son filiales de la Junta General de Comerç de Barcelona. En l'Escola se enseña Dibujo y además y gratuitamente, enseñanzas de Geometría, Arquitectura y Perspectiva gracias a la disponibilidad y el ofrecimiento del director, el cual también se ofrecía a dar clases particulares mediante “una justa y equitativa recompensa o gratificación” a todos aquellos que por las razones que fueran no pudieran ir a l'Escola de Dibuix.<sup>367</sup>

<sup>363</sup> Marquès i Sureda, Salomó: *De l'Escola de dibuix a l'Escola Municipal de Belles Arts*, Girona, Ed. Ajuntament de Girona, 1990, p. 18.

<sup>364</sup> *Ibidem*, p. 20.

<sup>365</sup> José María Garrut, citado por Enric Satué en : *El diseño gráfico*. Madrid, Alianza Editorial, 1988.

<sup>366</sup> Costa, Joan: “Un tratado de diseño industrial”. A modo de introducción en el libro de Quarante *Diseño Industrial I*. Ediciones CEAC S.A. Barcelona 1992. p.11. En 1783 se crearon las de Madrid, Zaragoza y Tárrega, y en 1786 la de Gerona.

<sup>367</sup> *Ibidem*, p. 27.



Un Real Decreto de Octubre de 1849 reorganizará las academias y estudios de Bellas Artes en un intento de adaptarlos a las necesidades del país que se está industrializando y necesita mano de obra especializada. Así l'Escola de Dibuij pasará a ser considerada Escola Menor de Belles Arts; en donde se impartirán las siguientes asignaturas:

- 1- aritmética y geometría especiales para dibujantes.
- 2- dibujo figurativo.
- 3- dibujo lineal y de adorno.
- 4- dibujo aplicado a las artes y a la fabricación.
- 5- modelado y vaciado de ornamentos.

Hasta entonces se hablaba de dibujo lineal y de dibujo figurativo; a partir de ahora se considerará una nueva materia: el *dibujo industrial*. Estas enseñanzas contribuirán a preparar trabajadores especializados y ayudarán a tener personal preparado para atender las nuevas demandas del mercado de trabajo. Se crearán otras escuelas en Sant Feliu de Guíxols, Figueres y la Bisbal d'Empordà.

El 9 de Septiembre de 1857 se promulgará una nueva ley de Instrucción Pública, la Ley Moyano<sup>368</sup> en donde se consagran de manera definitiva las enseñanzas secundarias en dos tipos: las generales y las de aplicación a las profesiones industriales, y se establecen de manera definitiva los Institutos de Segunda Enseñanza. En 1861 l'Escola de Belles Arts quedará agregada al Instituto de Segunda Enseñanza. Esta ley prevé pues, que las enseñanzas de dibujo se impartan en los Institutos, en el apartado de enseñanza de aplicación. Por esta época ya se habían creado en Cataluña diversas Escuelas de Artes y Oficios: en Barcelona en 1873; Tarrassa en 1886; Mataró en 1888; Gràcia en 1891, etc., adaptando modelos vigentes de escuelas francesas, en un intento de ofrecer un aprendizaje de los oficios que con la desaparición de los gremios había dejado de darse. La Diputació de Girona clausurarà el año 1896 l'Escola Menor de Belles Arts de Girona; el Ayuntamiento restablecerá el año siguiente l'Escola d'Arts i Oficis. Esta escuela estará dividida en dos secciones: la Secció d'Arts Industrials i de Construcció per a l'ensenyament del dibuix tècnic i professional, y la Secció de Belles Arts. La duración será de cuatro cursos. Las asignaturas prácticas serán: dibujo lineal (primer curso); dibujo profesional (segundo y tercer curso). En el cuarto curso estaban previstas dos especialidades: una para maquinistas (dibujo de proyectos) y otra para la construcción (dibujo decorativo aplicado a la construcción).

La consolidación de la Escuela de Artes y Oficios de Girona se verá frustrada con la reforma drástica que se aplicará a partir del curso 1900-1901. Se simplificará el plan de estudios, reduciéndolo a una clase de dibujo de figura y a otra de dibujo lineal. (Marqués i Sureda)<sup>369</sup>

<sup>368</sup> Consagrará de manera definitiva las enseñanzas secundarias en dos tipos: las generales y las de aplicación a las profesiones industriales, y establecerá de manera definitiva los Institutos de Enseñanza Secundaria.

<sup>369</sup> Marqués i Sureda, Salomó: op. cit., p. 71

## LAS ESCUELAS DE DISEÑO

### Primeras tentativas

En los años que precedieron a la Primera Guerra Mundial, exactamente de 1907 a 1914, el problema de la productividad industrial es abordado en Alemania en términos de racionalización y de tipificación de los objetos destinados a la producción en serie. En aquellos mismos años en Estados Unidos el planteamiento era bastante distinto, como escribirá Maldonado:<sup>370</sup>

*“La productividad industrial estaba considerada como un problema relativo a la totalidad del proceso productivo, considerado como un sistema de relaciones causales entre la organización científica del trabajo en la fábrica y la configuración formal del producto”.*

Henry Ford (1863-1947), por ejemplo, estudia la cadena de montaje en función del modelo T y viceversa.

En Munich, en Octubre de 1907, se creará el Deutscher Werkbund; una nueva asociación cuya finalidad consiste, según declaran sus estatutos en:

*“Ennoblecen el trabajo industrial (o profesional o artesanal) en una colaboración entre arte, industria y artesanía, por medio de la instrucción, la propaganda y una firme y compacta toma de posición frente a estas cuestiones”.*<sup>371</sup>

Hermann Muthesius creará el Deutscher Werkbund como una gran Escuela de Artes y Oficios dependiente del Ministerio de Comercio de Prusia y encargado de elegir los mejores representantes del arte, de la industria, de los oficios, del comercio, de coordinar todos los esfuerzos hacia la realización de la calidad en la producción industrial y de crear un centro de reunión para todos los que tienen capacidad y voluntad para hacer productos de calidad.<sup>372</sup>

En realidad, muchos de sus miembros consideraban erróneo atacar globalmente la ornamentación. El problema, decían:

*“No consiste tanto en rechazar el ornamento, como en sustituir el inmoral de los estilos tradicionales por el moral del estilo moderno”.*<sup>373</sup>

En 1917 se formará en Holanda el grupo De Stijl. Sus principales representantes fueron Theo van Doesburg, Pieter C. Mondrian y Gerrit T. Rietveld. Defendían las utopías estéticas y sociales orientadas al futuro, al contrario de Ruskin y Morris. La estética de la reducción del grupo De Stijl se traducía en el terreno bidimensional, en elementos geométricos simples como el círculo, el cuadrado o el triángulo, y en la esfera, el cubo o la pirámide en el campo tridimensional.

<sup>370</sup> Maldonado, T.: op. cit., p. 33.

<sup>371</sup> En Maldonado, T.: op. cit., p. 35.

<sup>372</sup> En Huisman, Denis y Patrix, George: op. cit..

<sup>373</sup> Maldonado, T.: op. cit., p. 35.



El Bauhaus y la institución que la sucedió después, la Hochschule für Gestaltung de Ulm, continuaron esta tradición en los trabajos de formación básica.

### **El Bauhaus**

El Bauhaus fue inaugurado en Abril de 1919. El credo de la escuela se basaba en que no había diferencias substanciales entre los artistas y los artesanos. El objetivo de la escuela según Pereda<sup>374</sup> será:

*“Preparar un nuevo tipo de artista capaz de servir a una sociedad nueva, la cual se suponía (ingenuamente como no tardaría en demostrarse) que era lo suficientemente inteligente como para aprender de sus propios errores”.*

Todas las artes quedaban igualmente reunidas y a los alumnos se les exigía una formación completa que pasaba por el conocimiento directo de las distintas técnicas y materiales para, sólo entonces, incorporar las posibilidades que ofrecía la producción industrial. Es la primera vez que se realizará la unión en el seno de una sola y misma escuela, de todos los trabajos manuales, de todos los trabajos industriales.<sup>375</sup>

La base fundamental de la educación del Bauhaus era el curso preparatorio (que fue dirigido por Johannes Itten en 1919 -1920) como parte esencial del programa de estudios y que era obligatorio para todo estudiante recién llegado. Se daban clases de diseño y creación (Gestaltung) desligados de la arquitectura y de los objetos. Este curso era el núcleo de la educación artística y politécnica del Bauhaus. Por un lado tenía por objeto la experimentación y el hallazgo personal, así como el ensayo de las diversas posibilidades creativas de los estudiantes, y por otro otorgaba calificaciones de partida según un sistema educativo objetivo.

Haciendo referencia a los ejercicios que impartía Itten a sus alumnos, Whitford<sup>376</sup> escribirá:

*“Dos de los ejercicios de Itten eran particularmente importantes. El primero pedía a los estudiantes jugar con texturas, formas, colores y tonos en dos y tres dimensiones. El segundo consistía en un análisis de obras de arte en términos de líneas de ritmo, considerando como volver al espíritu, el contenido expresivo del original”.*

Para J. Abbott Miller(1993)<sup>377</sup>, Itten buscaba liberar la creatividad de los estudiantes mediante un retorno a la infancia, mediante la introducción de exploraciones elementales de formas y materiales, el automatismo, el dibujo a ciegas, movimientos

<sup>374</sup> Pereda, Felipe: "El nacimiento de la Bauhaus", *El Mundo*, Suplemento 7 días, 24-4-1994, p. 16.

<sup>375</sup> Huisman, Denis y Patricx, Georges: op. cit., p.16-18

<sup>376</sup> Whitford, Frank: *Le Bauhaus*, London, 1984. (Tr. francesa de Catherine Ter-Sarkissian, París, Editions Thames & Hudson S.A.R.L., 1989, p. 55)

<sup>377</sup> Miller, J. Abbott.: *La bauhaus y la teoría del diseño*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1994, pp. 20-

rítmicos de dibujo y un enfoque intuitivo y místico. Itten, Klee y Kandinsky pretendían desvelar los orígenes del lenguaje visual; buscaban este origen en geometrías básicas, colores puros, y en la abstracción. Su práctica y su pedagogía tienen el carácter tanto de ciencia como de fantasía.

El curso preparatorio fue después impartido por László Moholy-Nagy y más tarde por Josef Albers. Para Bürdek, su finalidad podía encontrarse en la siguiente afirmación:<sup>378</sup>

*“Construir inventando y observar descubriendo”.*

Desde el punto de vista metodológico tanto Albers como Itten adoptaron un método inductivo en la enseñanza de la creación, es decir, dejaron a los estudiantes buscar, probar y experimentar. De esta forma se fomentaba indirectamente la capacidad cognoscitiva. La teoría no se exigía de antemano, sino que se extraían conocimientos del análisis y de la discusión de experimentos creativos que poco a poco iban configurando una teoría global. La enseñanza del diseño industrial, podría decirse por tanto, ha pasado por una primera fase de autodidactismo que ha venido siendo sustituida por una rigurosa y necesaria metodología didáctica.

El Bauhaus contaba con un sistema didáctico preferentemente artesanal, los distintos laboratorios adiestraban a los alumnos en la manipulación del vidrio, del metal, de la madera y también en una proyectación industrial verdadera y propiamente dicha, basándose siempre con todo en un funcionalismo algo utópico(Dorfles)<sup>379</sup>. Hay que reconocer al Bauhaus el mérito de haber sido la primera gran escuela que afrontó los problemas de proyectación (tanto artesanal como industrial).

Gropius, procuraba crear un arte capaz de conseguir con el mínimo coste el más alto nivel artístico y trataba de diseñar objetos destinados a todas las categorías sociales y no reservados a unas pocas editores; creía que uniendo la enseñanza artesanal a la industrial y artística, podría lograrse el artista completo capaz de dominar todos los sectores de la producción. Hoy puede decirse que semejante ideal humanístico es casi inconcebible; harán falta otras bases de carácter científico, lingüístico, psicológico y filosófico, que permitan alcanzar una clara visión del problema a resolver.<sup>380</sup>

<sup>378</sup> Bürdek, B.: op. cit., p. 30.

<sup>379</sup> Dorfles, Gillo: *El diseño Industrial y su estética*. Barcelona, Editorial Labor, S.A. 1977. pp 109 - 110

<sup>380</sup> *Ibidem*. p. 129



Por lo tanto, podrían indicarse como metas:

- 1- Alcanzar una nueva síntesis estética mediante la integración de todos los géneros del arte y todas las ramas de la artesanía bajo la primacía de la arquitectura. Unión de arquitectos, escultores y pintores.
- 2- Eliminar la separación entre diseño y realización.
- 3- Alcanzar una síntesis social mediante la orientación de la producción estética hacia las necesidades de un amplio espectro de clases sociales.
- 4- Gropius verá en las estructuras maestro-oficial-aprendiz, el orden apropiado para sus fines pedagógicos. La tipificación, la normalización, la fabricación en serie y la producción en masa se convirtieron en las directrices de su trabajo. Esto, en parte, fue derivado de los encargos industriales.

Un ejemplo de lo que ocurría por aquellos años respecto a la enseñanza del dibujo técnico en los Estados Unidos lo ofrece J. Esherick<sup>381</sup>, comentando su experiencia en la University of Pennsylvania en la asignatura de *dibujo arquitectónico y mecánico* en el año 1932:

*“Había muy poco dibujo de líneas sólo para aprender a dibujar líneas; se aprendía a dibujar líneas al estudiar proyección ortográfica, las revoluciones, intersecciones, desarrollos de planos y sólidos normales, y curvas cada vez más complejas. No teníamos textos ni apuntes o juegos de problemas fotocopiados, y los problemas se planteaban en la pizarra. Para algunos que no habían dibujado anteriormente, el curso era difícil. Yo había tenido dibujo mecánico en la escuela secundaria, así como varias asignaturas de taller, tales como el trabajo con láminas de metal, que le da a uno una percepción real de lo que ocurre en la proyección ortográfica... las mismas materias, esencialmente, tanto en lo profesional como en lo académico, continuaban en el segundo semestre. La geometría descriptiva pasaba a los matices, sombras y perspectiva, con el complemento de dibujos a lápiz, en papel milimetrado amarillo, de los detalles de la maquinaria de un molino, de manera y en tamaño natural”.*

Un gran dibujante, Schlemmer asumirá en 1921 el dibujo de desnudos por iniciativa de Gropius. De esta manera se ofrecía a los estudiantes la posibilidad oficial de familiarizarse con los problemas de la representación de la figura humana. Escribirá Schlemmer:<sup>382</sup>

*“El dibujo de desnudos ha caído en descrédito entre los modernos. El odio hacia lo académico se le hace extensivo, no hay que extrañarse tratándose de un estilo que persigue la descomposición de la forma, la deformación, el antinaturalismo. ¿Qué buscamos, pues, en el desnudo hoy en día?. Por lo menos aprender a dibujar (el dibujo de desnudo lo presupone) para lo cual sirve en principio la naturaleza muerta y las cosas vivas de la vida diaria”.*

<sup>381</sup> Esherick, Joseph: *La enseñanza de la arquitectura en los años 30 y 70*, en Spiro Kostof, *El arquitecto. Historia de una profesión*, Madrid, Ediciones Cátedra, 1984, pp. 234-235.

<sup>382</sup> Wick, Rainer: *Pedagogía de la Bauhaus*. Madrid. Alianza Forma, 1993, p. 254.

En contra del detallismo escrupuloso habitual en aquella época en la mayoría de las escuelas de arte, llama la atención la manera de exposición nada convencional de Schlemmer, creando dibujos con efectos luminosos poco comunes. Se llegará a construir por medio de cubos la figura como *hombre de cajas*, también con cilindros y bolas o con círculos, para así realzar y destacar su corporeidad.<sup>383</sup>

El dibujo de figuras abarcaba los siguientes campos:

- Enseñanza de los sistemas de medición y proporción.
- Enseñanza de la construcción de la cabeza y de los tipos de cabeza.
- Estudios de la mecánica y la cinética del cuerpo humano.
- Estudios de representaciones figurativas en el arte antiguo y en el nuevo.

La emigración condicionada por problemas políticos de estudiantes y profesores de la Bauhaus condujo a un posterior desarrollo a nivel mundial de la investigación, la enseñanza y la práctica de este concepto guía<sup>384</sup>. En 1926 Itten funda una escuela de arte privada en Berlín; en 1928 se crea la llamada Bauhaus de Budapest bajo la dirección de Sandor Bortnik; en 1933 comienza a dar clases Albers en el Black Mountain College en Carolina del Norte; en 1937 se funda en Chicago The New Bauhaus, con Moholy-Nagy como director; en 1937 Gropius se convierte en director de la sección de arquitectura de la Harvard Graduate School of Design. Marcel Breuer fue también profesor hasta 1947; en 1938 Mies van der Rohe se hace director de la sección de arquitectura en el Armour Institute of Technology en Chicago (posteriormente Illinois Institute of Technology); en 1939 Moholy-Nagy funda en Chicago la School of Design.

Pero no es sólo en los Estados Unidos<sup>385</sup> donde se puede observar la influencia del Bauhaus, sino también en las escuelas de diseño europeas, sudamericanas y asiáticas. Así por ejemplo, en escuelas de diseño mejicanas o brasileñas se incluyeron inalteradas algunas tareas típicas del Bauhaus.

El gran protagonista de la posguerra será, sin lugar a dudas, el producto industrial. Después del conflicto, la industria se encontró en situación de asumir el espectacular desarrollo tecnológico que la aplicación de los materiales, las técnicas y los métodos de la empresa bélica proporcionan. Planificación, mecanización y diseño industrial pueden aplicarse al desarrollo de los productos que las necesidades de la reconstrucción y expansión solicitan.<sup>386</sup>

<sup>383</sup> *Ibidem*, p. 259.

<sup>384</sup> Bűrdek, B.: *op. cit.*, p. 37.

<sup>385</sup> Esherick, Joseph: *La enseñanza de la arquitectura en los años 30 y 70*, en Spiro Kostof, *El arquitecto. Historia de una profesión*, Madrid, Ediciones Cátedra, 1984, p. 227. Un ejemplo de lo que acontecía por entonces en las escuelas norteamericanas lo ofrece Joseph Esherick, alumno de la University of Pennsylvania en la Escuela de Artes Industriales: "se empezaba a tratar con el diseño nada más entrar en la escuela (no me atrevo a decir se empezaba a diseñar, porque en gran parte, nuestros comienzos eran copias), había una creencia esencial de que se debía empezar a aprender dibujo y diseño desde muy pronto".

<sup>386</sup> Mañá, Jordi: *El diseño industrial*, Biblioteca Salvat de grandes temas, Barcelona, Salvat Editores, S.A., 1973, Tomo I, p. 62.



## La Hochschule fur Gestaltung

Después de la derrota del nazismo, algunos supervivientes del movimiento de resistencia interior, la Rosa Blanca, y sobre todo Inge Scholl y Otl Aicher con Max Bill pensaron retomar las ideas del Bauhaus creando una “Universidad popular” en la Villa de Ulm (Alemania). La realización de la Escuela de Ulm se realizó en 1955, gracias al milagro económico de Alemania, a la ayuda aportada por los americanos (fondo Mc. Cloy), y a la colaboración directa de personalidades tales como el propio Max Bill, antiguo alumno del Bauhaus y primer rector de la Escuela.<sup>387</sup>

El suizo Max Bill, que había estudiado el Bauhaus de 1927 a 1929, tomó parte en la fundación de la Escuela de Ulm y la dirigió hasta 1956. Antiguos alumnos del Bauhaus como Albers, Itten y Walter Peterhans fueron profesores invitados en Ulm. En un principio el programa de la Escuela Superior se orientó rigurosamente según el modelo del Bauhaus de Dessau. Max Bill, director de la Sección de estética industrial de la “Escuela Superior para la Creación de Formas”, recogerá la tradición del Bauhaus<sup>388</sup>. La estética industrial ya no es objeto de dudas: se manifiesta en el mundo entero desde 1950.

La HfG (Hochschule fur Gestaltung) introdujo por primera vez en la pedagogía, unos conceptos de racionalidad, de pensamiento más científico. Para el diseñador suizo Zimmermann esto será muy importante ya que sobre propuestas pedagógicas nada se ha publicado sobre Ulm (al menos hasta ese año 1986)<sup>389</sup>. En su concepción pedagógica se combinaba la actitud antifascista con la esperanza democrática. El diseño gráfico debía transformarse en comunicación social, y el de productos fomentar la humanización de la vida cotidiana.<sup>390</sup>

Paralelamente en Francia Jacques Viénot será el promotor y el animador de la enseñanza del diseño. Desde 1951 asedia a un Ministerio de Educación Nacional, interesado, reticente, al que le costará más de cinco años admitir la urgencia de tal tipo de enseñanza. El cinco de Noviembre de 1956, la Enseñanza Técnica, dirigida por Buisson, inaugura en los locales de la Escuela de Artes Aplicadas de París, un curso superior de Estética Industrial (inicia el curso con 15 jóvenes). La muerte de Jacques Viénot sacudió profundamente al CSEI (Centre Superieure d'Estetique Industrielle).<sup>391</sup>

La HfG, como escribirá Bürdek,<sup>392</sup> se orientó posteriormente hacia la tradición del racionalismo alemán empleando sobre todo métodos matemáticos para poder demostrar su carácter científico. Se hizo especial hincapié en el desarrollo de las

<sup>387</sup> Exposición: L'Ecole d'Ulm. Febrero-Mayo 1988. Galerie du Centre de Création Industrielle. Centre Georges Pompidou. Paris.

<sup>388</sup> Huisman, Denis y Patric, Georges: op. cit., p. 62. Desde Ulm (veinte estudiantes formados anualmente, cuatro años de estudios) hasta Finlandia (veinticinco estudiantes cada año, estudios superiores), desde Gran Bretaña (diez estudiante, dos a tres años de estudios) hasta Estados Unidos (trescientos diseñadores industriales, formados cada año en veintitrés escuelas universitarias).

<sup>389</sup> Zimmermann, Yves: entrevista personal el 14-3-1986.

<sup>390</sup> Aicher: op. cit., p.9

<sup>391</sup> Ibídem, pp. 63 - 65

<sup>392</sup> Bürdek, B.: op. cit., p. 39.

metodologías de diseño; los sistemas modulares adquieren un gran protagonismo a la hora de proyectar. Se experimentarán nuevas formas pedagógicas, en donde los estudiantes tendrán participación activa. Tal como sucedía en el Bauhaus, el curso inicial tenía gran importancia. El objetivo de éste consistía en facilitar fundamentos de diseño generales, así como conocimientos teóricos y la introducción del alumno en el trabajo proyectual, incluidas las técnicas de representación y construcción de maquetas. Gradualmente se irá introduciendo la cientificación del diseño, desarrollando una metodología para la planificación de productos, forzando el empleo de la ergonomía en el diseño y dirigiendo todo su interés a la producción en masa.

La Escuela Superior de Diseño de Ulm experimentaba un interés especial por la relación entre ciencia y diseño. Se ha merecido la reputación de ser el baluarte de la metodología. En la Escuela Superior de Diseño de Ulm se sentaron los fundamentos de un ideario y de una cientificación del proceso de diseño, ya indicado en el capítulo tercero de la primera parte (página 37). Los estudios de Max Bense y A. Moles sobre estética suscitaron entonces un gran interés ya que al parecer descubrían las posibilidades que hacían de la estética algo mensurable. Rolf Garnich (1968) subtituló la publicación de su tesis *Método matemático universal para la descripción objetiva de las condiciones estéticas en el proceso analítico y para la proyectación formal generadora en el proceso sintético de los objetos del diseño*. El intento formulado en este trabajo de determinar la medida estética de las cafeteras, parece hoy en día algo más bien exótico.<sup>393</sup>

La filosofía de la Escuela se basará en la estética del Constructivismo y del Funcionalismo:

- Formas geométricas.
- Composición vertical-horizontal.
- Superficies planas.
- Los elementos de uso (botones) se colocaban según una retícula previamente establecida.
- Formas muy neutrales y retraídas.

La Escuela cerró en otoño de 1968. Al margen de todos los motivos políticos, este centro fracasará según Bürdek, también al no haber sido capaz desde mediados de los años sesenta de producir proyectos de contenido actual. La Escuela Superior no se mostró receptiva frente a la entonces incipiente crítica al funcionalismo y al debate iniciado poco más tarde en torno a cuestiones ecológicas (Bürdek)<sup>394</sup>.

<sup>393</sup> *Ibidem*, p. 171.

<sup>394</sup> Bürdek, B.: *op. cit.*, p. 42. En Hispanoamérica destacará sobre todo, como heredera de la HfG la Escuela Superior de Diseño Industrial, fundada en Brasil en 1963 y en la que trabajó el alemán Kari Heinz Bergmiller, perteneciente a la escuela de Ulm.



## Escuelas actuales

A lo largo de la segunda mitad del siglo XX se sucedieron las escuelas de diseño industrial con diferenciación de numerosos estilos. A remolque de las escuelas inglesas del ARTS & CRAFTS y de las aportaciones teóricas del Bauhaus, se formará en el mundo una concepción bastante unitaria respecto a como debe ser la didáctica del diseño. Especialmente a través del ICSID (organismo internacional que agrupa a asociaciones de diseño de todo el mundo) preocupado por la unificación de unos programas de diseño comunes a todas las escuelas del mundo, se organizarán diversos seminarios internacionales. En líneas generales, se aceptará que la enseñanza del diseño comprenda tres áreas: información, formación y comunicación. Será el dibujo uno de los aspectos fundamentales en la formación del diseñador.<sup>395</sup>

La enseñanza del diseño se ha visto continuamente enfrentada a una elección de bando, siendo uno de los bandos la enseñanza orientada principalmente a aspectos artísticos y otra en donde se elegía una mayor componente técnica. Se ha venido discutiendo sobre si esta enseñanza del diseño industrial debía ser impartida por las escuelas de ingenieros o las de arte. Quarante<sup>396</sup> establecerá que la elección dependerá de la situación del momento.

*“La enseñanza del diseño industrial no había, hasta muy recientemente, superado una vieja polémica simplista: la escuela de ingenieros opuesta a la escuela de arte. La situación actual deviene más compleja. El diseño industrial no es algo fijo, ya que está ligado a un contexto cambiante. Depende de factores diversos a su vez inestables. Se trata sobre todo de una actitud, de una facultad de adaptabilidad”.*

Se podrían hacer las siguientes preguntas: ya comentadas en la parte primera, capítulo primero (página 17). ¿Qué ha modificado el artista para ser diseñador?: ¿Qué queda de artístico en el diseño industrial?: ¿Cuales son las formas de operar de ambos?. Munari<sup>397</sup> señalará como las escuelas de arte cada vez más se van convirtiendo en escuelas de diseño:

*“Este es un problema que afecta a los interesados por el diseño y por el arte, pero más que nunca es una investigación que sirve para los métodos de enseñanza en las escuelas de arte, que lentamente se están convirtiendo en escuelas de diseño industrial”*

Stefan Lengyel (1985) observó en la historia de la enseñanza del diseño de Alemania, después de 1945, diversas corrientes características:<sup>398</sup>

- En los años 50, la ergonomía.
- En los años 60, la planificación y la metodología.
- En los años 70, los aspectos sociales.
- En los años 80, la sensualidad.

<sup>395</sup> Mañá, J.: op. dt., Tomo 2, pp. 127-128.

<sup>396</sup> Quarante, Danielle: *Diseño Industrial I*, Barcelona, Ediciones CEAC, S.A., 1992, 1º edición, pp. 21-22.

<sup>397</sup> Munari, Bruno: en “Artistas y Designer”.

<sup>398</sup> Bürdek, B.: op. cit., p. 12.

A partir de aquí será la aparición del ordenador que dará un vuelco total a la industria y a la enseñanza.

Hasta la fecha la influencia más fuerte que han ejercido los sistemas de CAD ha sido en el terreno del dibujo técnico. Según una investigación del Instituto Federal de Formación Profesional de Berlín<sup>399</sup>, no existe perspectiva alguna de desarrollo profesional para dibujantes técnicos sobre la base de la cualificación tradicional. La base técnica del CAD debe por tanto adquirirse en la formación. No se trata con ello de suplantarse las técnicas clásicas de dibujo, sino de complementarlas y ampliarlas, lo cual se corresponde con el consejo ya comentado de que sin un boceto previo no se debe acudir a ningún sistema de CAD. Refiriéndose al dibujo aplicado al campo del diseño industrial Hoiger van den Boom<sup>400</sup> se inclina por la opinión de que delante del ordenador el diseñador solo dibuja una vez, frente al importante número de dibujos que se obligado a efectuar con los métodos tradicionales:

*“Bajo mi punto de vista el estudiante hace solo un boceto frente a la pantalla del ordenador, que copia electrónicamente y cambia acto seguido. Y en el boceto de proyecto elegido tienen lugar de nuevo más y más correcciones, hasta llegar a un resultado satisfactorio. El diseñador que yo concibo, nunca dibuja dos veces, manipula solamente los datos electrónicos que definen su proyecto y les da vueltas hasta que alcanza un nivel satisfactorio”.*

La introducción del ordenador personal dio una nueva dimensión al debate sobre la aplicación de los ordenadores en el diseño. En 1984 se formó un grupo de trabajo CAD en la Escuela Superior de Diseño de Offenbach<sup>401</sup>. Rápidamente se puso de manifiesto que dibujar o representar sólo suponía uno de los campos de aplicación del ordenador en el diseño. Cabe prever que si sigue este crecimiento habrán de cambiar ya no solo las aulas (con hileras de ordenadores) sino incluso la maleta del alumno. La reseña de las escuelas actuales de diseño quedan referidas en el anexo.

---

<sup>399</sup> *Ibidem*, p. 327.

<sup>400</sup> *Ibidem*, p. 323.

<sup>401</sup> *Ibidem*, pp. 322-323. Para tener en cuenta este desarrollo que ahora se torna candente también en la enseñanza del diseño. Tras vastas investigaciones, se publicó una primera visión de las posibles aplicaciones de los ordenadores personales en el diseño de los productos. El objeto de este estudio fue el tratamiento de textos, contabilidad financiera y sistemas de datos, el empleo de los programas de dibujo a nivel bidimensional y tridimensional. Además se mostraron los primeros ejemplos con los así llamados sistemas de CAD de bajo coste. De modo paralelo a la organización y el desarrollo de un laboratorio de CAD para la docencia, se efectuó un análisis exacto de las posibilidades de utilización del CAD.



## APRENDER A DIBUJAR

### EXPRESARSE POR MEDIO DEL DIBUJO

Aprender a escribir se basa en el conocimiento de signos, de letras, a las que, en un grupo cultural, se acordó dar un determinado significado. El aprender a dibujar tiene lugar mediante el empleo de signos comprensibles por todos. Cuantos más signos conoce una persona, tanto mejor podrá expresarse por medio del dibujo. Cuanto mayor sea el repertorio gráfico, tanto más variada será la expresión procedente del dibujo. Al igual que se pueden aprender los vocablos de un idioma, así también se pueden aprender las múltiples posibilidades de la comunicación gráfica.<sup>402</sup>

Cualquiera puede aprender a dibujar, esta es una afirmación muy compartida. Cuando se dice que una persona es inteligente ¿a qué valores se está refiriendo?. Se debería tener presente la hipótesis de Howard Gardner,<sup>403</sup> para quien la inteligencia no es una, sino varias. Gardner habla de 7 inteligencias:

- la musical
- la kinético-corporal
- la lógico-matemática
- la lingüística
- la espacial
- la interpersonal
- la intrapersonal.

Comentará que la competencia en una forma de pensamiento no tiene porqué extenderse a ninguna más. Entonces cuando se indica que una persona dibuja bien, que conoce los signos gráficos de este lenguaje, ¿a qué tipo de inteligencia se está refiriendo?, ¿es posible fomentar y educar a una persona que no conoce estos signos de comunicación?.

Para Paul Laseau<sup>404</sup> esto es posible, cualquiera puede aprender a dibujar bien, pero indica que no bastará con conocer los signos, hablará de la práctica:

*“A causa del énfasis que se pone sobre la racionalización en la educación formal, mucha gente cree, erróneamente, que puede dominar una técnica con la mera comprensión de conceptos. Los conceptos son útiles, pero la práctica es esencial”.*

Powell<sup>405</sup> participa del mismo criterio, indica que aprender a dibujar es posible; que es una facultad que todas las personas poseen, con mayor o menor talento; recomienda practicarlo con asiduidad. La copia y una buena metodología, ayudan a conseguirlo. En la misma línea se encuentra la opinión de Daucher quien ve sencillo

<sup>402</sup> Daucher, Hans : op. cit., p. 7.

<sup>403</sup> Gardner, Howard: *Inteligencias múltiples, la teoría en la práctica*. Barcelona, Ediciones Paidós, 1995

<sup>404</sup> Laseau, Paul: *La expresión gráfica para arquitectos y diseñadores*. Barcelona, Editorail Gustavo Gili, S.A. , 1982. p. 19

<sup>405</sup> Powell, Dick: *Técnicas de presentación*, Madrid, Editorial Hermann Blume, 1986, 1º edición, p. 6

copiar dibujos. Comenta que cualquier persona puede adiestrarse a sí misma y a los demás para copiar correctamente. La tentación de hacerlo no parecerá pequeña porque rápidamente se obtendrán éxitos. Indicará que estos éxitos serán engañosos. Parece claro que copiar dibujos para aprender da buenos resultados, pero que posteriormente habrá que recurrir a otros métodos, como por ejemplo el juicio propio, la valoración y la visión artística. Una visión que siempre abarcará todo el dibujo, una visión sensible, una visión que sentirá placer en mirar.

Daucher recomendará empezar por lo sencillo e ir avanzando hasta lo más complicado, pero siempre con una visión de conjunto y lo indicará de la siguiente manera:

*“Por nuestras experiencias racionales, estamos acostumbrados a avanzar de lo sencillo a lo más complicado. La sencillez es, por ejemplo, en este caso, el elemento gráfico, la línea, el punto, la estructura gráfica, las formas espaciales básicas: esfera, cono y cilindro... Se ofrecen múltiples posibilidades de practicar aisladamente estos componentes elementales de una obra gráfica. Esta práctica es relativamente sencilla y conduce al principio a resultados visualmente aceptables. El punto crítico se alcanza cuando se trata de acoplar estos componentes gráficos aprendidos de forma elemental en una forma expresiva unitaria. Es entonces cuando se verá que el manejo de experiencias visuales se caracterizan por una peculiaridad: no le corresponde un aprendizaje racional, lineal y progresivo como camino de lo sencillo a lo complicado; lo importante es siempre el conjunto”.*<sup>406</sup>

Sobre la sencillez hace referencia también Andrew Loonnis,<sup>407</sup> para quien al enseñar dibujo no se deberían utilizar técnicas especializadas o individuales, sino la manera de expresar la forma, los contornos y los valores, sin manierismos (habla de arte comercial). El principiante tiene dificultades en ver lo sencillo, en ver en conjunto. Según Daucher está acostumbrado a pensar en lo individual. Dibuja una unidad sobre un plano, sin dirigir su atención a la relación que esta unidad tiene con dicho plano.

*“Los principiantes creerán, con frecuencia, que saben exactamente lo que les gusta, por ejemplo, el formato con el que prefieren trabajar. Pero muchas veces sólo se trata de prejuicios casuales. Únicamente una disposición abierta al aprendizaje permite averiguar que formas, con qué material y en qué formato puede uno expresarse de la manera más adecuada, y esta receptividad puede quedar bloqueada por opiniones preconcebidas. La personalidad, no se distinguen*

<sup>406</sup> Daucher, Hans : op. cit., pp. 9–10. Un ejemplo puede demostrarlo. En la psicología del aprendizaje se conoce un experimento por el cual se investigó de qué modo se puede aprender mejor a realizar malabarismos con 3 pelotas. A uno de los grupos se le indicó aprender progresivamente. Los componentes recibieron primero una pelota con la que debían practicar especialmente el lanzamiento y la recogida. Luego se les dio dos pelotas, con las cuales practicaron asimismo durante un cierto tiempo y finalmente tres pelotas, con las que tal proceso de aprendizaje debía llegar a su término. El director del experimento confrontó desde un principio al otro grupo con la tarea de efectuar malabarismos con las tres pelotas. Quedó demostrado que el segundo grupo logró el éxito con mucha mayor rapidez.

<sup>407</sup> Loonnis, Andrew: *Dibujo de éxito*. Argentina, Editorial Librería Hachete, S.A., 1960. original del 1951.



*por la estrechez del repertorio. Es necesario abrirse a nuevas experiencias para el aprendizaje artístico”.*<sup>408</sup>

Al practicar y al aprender se debería ser crítico. Al enjuiciar los resultados, crítico. El aprendizaje es una aventura y comienza con la exploración de las posibilidades. Ello se refiere en primer lugar a las herramientas y al material empleado. Como señalará Powell:<sup>409</sup>

*“Aquel diseñador que tenga dificultades para dibujar, rendirá menos y será menos creativo que el que si sepa”.*

Aquellos que no lo dominan, se verán obligados a diseñar tan solo lo que saben dibujar, en vez de dibujar lo que saben diseñar en la cabeza. Es la persona la que puede sobre el dibujo, son las ideas las que priman y no el dibujo el que puede sobre éstas.

Sobre el orden en el que cabe aprender el arte del dibujo, puede resultar curioso leer las palabras de Leonardo:<sup>410</sup>

*“El joven ha de aprender, en primer lugar, perspectiva, y más tarde, las medidas de cualesquiera cuerpos. Luego, y de la mano de un buen maestro, avezarse en los miembros primorosos. Después ha de acudir a la naturaleza para confirmar las razones de lo aprendido. Observará luego, y por un tiempo, las obras de distintos maestros. Y habrá, en fin, de habituarse a poner en práctica su arte... En primer lugar, el pintor ha de avezar su mano copiando dibujos de buenos maestros. Adquirido ya tal hábito, según criterio de su preceptor, ha de avezarse en dibujar cosas de relieve”.*

Respecto a la motivación que cree necesaria deben tener los estudiantes, Howard Gardner<sup>411</sup> comentará:

*“Los estudiantes aprenden de manera eficaz cuando se ven comprometidos en proyectos ricos y significativos”.*

Manfred Maier<sup>412</sup> haciendo referencia a los cursos impartidos en Basilea comentará que a diferencia de las materias de dibujo a pulso, en este curso no se trabajaba con modelos, es decir no se dibujaba del natural. Comenta que desaparece así el control observable y el estudiante aprende a confiarse totalmente a su capacidad imaginativa y a su sensibilidad por la forma. Señalando al dibujo del natural (cuerpo humano) Daucher<sup>413</sup> escribirá:

<sup>408</sup> Daucher, Hans : op. cit., pp. 9-10

<sup>409</sup> Powell, Dick: op. cit., p. 6

<sup>410</sup> Da Vinci, Leonardo: *Tratado de Pintura*. Madrid. Ediciones Akal, S.A. Segunda Edición, 1993, p. 352.

<sup>411</sup> Gardner, Howard: *Educación artística y desarrollo humano*. Barcelona, Ediciones Paidós, 1994. p. 87.

<sup>412</sup> Maier, Manfred : *Procesos elementales de proyectación y configuración*. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1982, p. 11. vol.2

<sup>413</sup> Daucher, Hans : op. cit., p. 8.

*“El aprendizaje a través de ejercicios propios tiene la ventaja de que siempre está vinculado a las satisfacciones que proporcionan los nuevos descubrimientos.”*

Los datos incluidos en los últimos estudios sobre el papel que han de desempeñar los sistemas educativos señalan que una de las necesidades a satisfacer por la formación es la de generar expectativas útiles, eficaces, al mismo tiempo que se evita la prolongación de inversiones en sistemas que no generen trabajo. Porque, en definitiva, estos mismos estudios señalan que el profesional del futuro debe dedicar más tiempo a la formación continua y asimilar todos los avances tecnológicos. Y ello es así porque, en un futuro inmediato, el 70% de los puestos de trabajo en Europa requerirán capacidad intelectual y no manual. Al mismo tiempo, se señala que menos de la mitad de la fuerza de trabajo del mundo industrializado estará empleada a tiempo completo, en tanto que el número de teletrabajadores ascenderá dentro de la Unión Europea a unos diez millones. Tales datos se completan con la valoración cada vez más acentuada de las cualidades personales. Esta circunstancia implica la exigencia de unos sistemas educativos que no se limiten a la enseñanza técnica sino que, además, abarquen la formación de la persona contemplada como una unidad donde saberes y cualidades son indivisibles.<sup>414</sup>

## **LA IMAGEN ANIMADA**

En 1911 Riccioto Canuto definió el cine como el séptimo arte. Hay quien mantiene que el cine (la imagen estético-cinética) surgió como consecuencia de la evolución de los lenguajes precedentes. Según Javier Muñoz,<sup>415</sup> su opinión es que fueron los nuevos soportes comunicativos, el cine especialmente, los que dieron un vuelco a los lenguajes de esa época. Supone un sistema cerrado y autónomo de comunicación visual especializada, caracterizado por unas figuras lingüísticas y unos contenidos informativos muy concretos y distinguibles. El cine es un canal de comunicación en el que la imagen y el sonido forman una unidad audiovisual que da lugar a un lenguaje específico. Este lenguaje cinematográfico puede ser incluido como apoyo en el proceso de enseñanza - aprendizaje.<sup>416</sup>

El cine aprovechado en el campo educativo puede buscar distintas finalidades:

- a) Cine de investigación.
- b) Cine de divulgación científica.
- c) Cine de enseñanza o didáctico.

a) El primero tendrá como finalidad fundamental el descubrimiento de fenómenos mediante la técnica cinematográfica, es decir, intentar resolver problemas científicos no viables por otros medios.<sup>417</sup>

<sup>414</sup> Huertas Pasquier, Carlos : “Una preparación integral”, *El Periódico*, 25-1-1997, p. 41.

<sup>415</sup> Muñoz, José Javier: *Expresión artística y audiovisual. De los primeros signos a la realidad virtual*. Amarú Ediciones, Salamanca, 1993. p. 49.

<sup>416</sup> *Ibidem*, p. 364.

<sup>417</sup> Pablos Pons, Juan de: *Posibilidades y Metodología*. Madrid, Ediciones Narcea, S.A. 1980, p. 21.



b) El cine de divulgación científica se dirige a públicos heterogéneos intentando una motivación hacia la ciencia. Un buen film científico puede no ser válido didácticamente.

c) El cine de enseñanza o didáctico tendrá como labor conseguir el rendimiento educativo. El cine didáctico es el que utilizará la metodología didáctica.

Para Robert Lefranc<sup>418</sup> el criterio esencial que define al cine de enseñanza es que es producido con destino a un público determinado (homogéneo).

De Pablos<sup>419</sup> definirá el cine didáctico como:

*“Un cine realizado expresamente para conseguir el aprendizaje de unos contenidos específicos”.*

La utilización del cine con fines educativos es bastante temprana. La primera película considerada como educativa es rodada en Bruselas a base de imágenes fijas el año 1902. Diez años después se creará en España la comisión sobre Cine Educativo que fundamentalmente se dedicará a recoger documentos firmados sobre temas folklóricos. En 1913 comenzará a funcionar en los EEUU el Comité de Estudio del Cine para la Enseñanza Popular. En 1928 se fundará en Italia el Instituto de Investigación Cinematográfica Educativa. En Valencia se celebrará el primer congreso sobre Cine Educativo en 1930 y el mismo año comenzará a funcionar el Comité Español de Cine Educativo, para asesoramiento ministerial (Pablos)<sup>420</sup>. Sin embargo el gran desarrollo de las películas educativas vino con la Segunda Guerra Mundial; la preparación de especialistas en el menor espacio de tiempo posible dio a los medios audiovisuales una importancia fundamental, y sobre todo, con el advenimiento de la televisión, el cine educativo recibió un gran impulso en los países más industrializados.

En 1817 el químico sueco Jacob Berzelius descubrió las propiedades del selenio, un elemento cuya conductividad eléctrica aumenta con la luz que recibe. De esta forma se inició un largo proceso técnico y científico que se cerró, ya en este siglo, con los estudios del ingeniero norteamericano de origen ruso Vladimir Zworykin. Además, sumando las experiencias del británico Logie Baird y del alemán Paul von Nipkow se observa la culminación con la aparición en el mercado de un aparato denominado “televisor”, que puede ser encendido y apagado por un niño con la misma facilidad con que apaga y enciende el interruptor de la luz. La televisión se ha convertido en el fenómeno técnico con proyección social más importante de la segunda mitad del siglo XX por la forma en que se ha expandido por todo el mundo y por su repercusión en la vida del hombre y en la vida de la sociedad.<sup>421</sup>

<sup>418</sup> Lefranc, Robert: *Las técnicas audiovisuales al servicio de la enseñanza*. Buenos Aires, Editorial El Ateneo, 1973. p. 111.

<sup>419</sup> Pablos Pons, Juan de: *El cine didáctico*. I r. Certamen Nacional de Cine Didáctico. Abril 1977.

<sup>420</sup> Pablos Pons, Juan de: *Posibilidades y Metodología*, op. cit. p. 12.

<sup>421</sup> Muñoz, José Javier: op. cit., p. 9.

El aprendizaje en las sociedades industrializadas tiene lugar de una forma incontrolada, desde la primera infancia, sobre todo a través de la televisión.

*“El 70% de los niños españoles pasan 2 horas diarias frente al televisor, el 44% 3 horas. Los fines de semana el 90% de los niños ven más de 2 horas”.*<sup>422</sup>

Se puede hacer la siguiente clasificación respecto al cine de enseñanza o didáctico, con respecto al tipo de películas:<sup>423</sup>

- Tipo clases magistrales, que pueden sustituir a la tradicional explicación oral por parte del profesor.
- Cortas complementarias, que amplían el alcance de la explicación del profesor.
- Monográficas, estudio completo de un tema concreto.
- De síntesis, que prestan coherencia entre distintos temas.
- De introducción, que presentan la información previa al tratamiento de un tema.
- De motivación, que sirven de estímulo a un cambio de conducta.
- Monoconceptuales, cuya utilización fundamental consiste en apoyar el acto didáctico.

El problema del cine didáctico es la poca interacción entre el alumno y lo que se proyecta. Aquello que se proyecta no se puede manipular.

El cine didáctico exige un planteamiento especial en su estructuración. Una investigación llevada a cabo por la productora Walt Disney concluyó que la duración ideal de este tipo de películas era de 8 minutos.<sup>424</sup>

Planteando el cine didáctico como un instrumento cabría exponer las ventajas que puede aportar. Brown, Lewis y Harclerod escribirán:<sup>425</sup>

*“Las películas ayudan a superar algunas barreras intelectuales del aprendizaje. Por ejemplo, determinados conceptos al ser estudiados sólo en forma verbal o impresa pueden quedar insuficientemente claros. Los filmes ayudan a vencer algunos obstáculos físicos de la experiencia humana a través de técnicas especiales; cámara lenta, microcinematografía, macrocinematografía, cineradiografía, toma de vistas desde helicópteros, dibujos animados, etc. Como consecuencia de las técnicas anteriores en los filmes se puede mostrar la acción en su continuidad real, acelerada o retardada. Las películas recrean para el espectador sucesos reales o imaginarios y acciones o procesos que han ocurrido, que tal vez ocurran o que nunca podrán ocurrir, sean o no visibles para el hombre”.*

Como ocurre con todo lenguaje la imagen animada necesita que se dé en el espectador una maduración perceptiva que haga posible la comprensión de las

<sup>422</sup> Pablos Pons, Juan de: *Posibilidades y Metodología*. op. cit., p. 13.

<sup>423</sup> *Ibidem*, p. 12.

<sup>424</sup> *Ibidem*, p. 14.

<sup>425</sup> Brown, W.: *Instrucción audiovisual. Tecnología, medios y métodos*. México, Editorial Trillas, 1975, pp. 180-183.



imágenes en movimiento. Román Gubern<sup>426</sup> hace referencia a experiencias de proyección de películas en comunidades primitivas que desconocían el cine y que han corroborado la necesidad de un aprendizaje para la correcta lectura de un film.

La utilización del cine didáctico como recurso integrado en el aula presupone en los docentes y en sus alumnos el conocimiento del lenguaje cinematográfico. Escribirá J. De Pablos:<sup>427</sup>

*“Conocer el lenguaje del cine, utilizarlo como medio didáctico, son posibilidades que debe hacer suyas el docente, ya que son vías de comunicación perfectamente introducidas en la sociedad actual, sin que podamos prescindir de ellas”.*

En definitiva, introducir y utilizar la imagen en movimiento en la enseñanza puede elevar la calidad de la misma.

Durante años ha sido el cine quien ha enseñado fotograma a fotograma a valorar el tiempo; con el cine de animación se pudieron entender el arte en movimiento; medios como la televisión y hoy en día el ordenador hacen que la animación forme parte intrínseca de la vida diaria. Según A. Moles:<sup>428</sup>

*“A través de la imagen animada didáctica, realizada por síntesis, el cine es susceptible de procurar al hombre una mejor adaptación al medio. El proceso de esquematización es uno de los algoritmos fundamentales del aprendizaje de la realidad y del dominio de ella”.*

Por medio de la animación se consigue que la comunicación sea más clara; se observa el origen y el fin; se consigue representar el tiempo.

Se ha llegado a un punto en donde trabajar con muchos medios es algo normal. Se ha pasado de las 2D a la tercera dimensión, y actualmente trabajar con animaciones está al alcance cada vez de un mayor número de personas. Quizás en el futuro se vea el uso masivo de la realidad virtual, ya sea profesionalmente o como medio educativo.

---

<sup>426</sup> Gubern, Roman: *Mensajes icónicos en la cultura de masas*. Barcelona, Editorial Lumen, 1964, p. 80.

<sup>427</sup> Pablos Pons, Juan de: *Posibilidades y Metodología*. op. cit., p. 30.

<sup>428</sup> Moles, Abraham: *La comunicación y los Mass Media*. Bilbao, Editorial Mensajero, 1975, p. 363.

## MÁQUINAS DE ENSEÑAR

Gaston Berger comenta que a un mundo que evoluciona sin cesar, debe corresponder una enseñanza constantemente deseosa de adaptarse. Si la técnica evoluciona ha de pensarse en adaptarla a la enseñanza, y por qué no, a la enseñanza del dibujo. En palabras de Henri Dieuzeide: <sup>429</sup>

*“La escuela está vinculada, para lo mejor y lo peor a la evolución de la civilización material y, particularmente, a la de las técnicas de información”.*

Hay tres tipos principales de medios para la enseñanza que sin utilizar principios mecánicos, se empleaban con los programas del tipo de elección de respuesta: tableros perforados, solapadas (tiras de papel que ocultaban la respuesta) y, naturalmente, los libros. Desde la invención de la imprenta, en pleno auge renacentista, hasta la actual coyuntura histórica de nuestros días, no se conoce una aportación tan eficiente para la tecnificación didáctica como la operativa presencia de que hoy goza entre nosotros la denominada enseñanza programada. (Moreno, J.M.)<sup>430</sup>

Hay registradas patentes de máquinas, utilizadas para juegos educativos, que poseen muchas de las características de las máquinas de enseñar y se remontan a finales del siglo XIX. Las primeras máquinas de enseñar se basaban en programas de elección de respuesta y los denominados de elaboración de respuesta. Sin embargo, en los círculos educativos se admite generalmente que los primeros trabajos realizados en este sentido fueron los de Sydney L. Pressey, de la Universidad del Estado de Ohio. La primera referencia sobre una máquina de enseñar fue hecha por Pressey en un artículo publicado en *School and Society* en 1926; consistía en una máquina de resorte para programas de elección de respuesta que fue construida en 1915. <sup>431</sup>

La generalización de las máquinas de enseñar tuvo su periodo álgido tras la segunda guerra mundial, estimulada en gran parte por los trabajos y publicaciones de B. F. Skinner, de la Universidad de Harvard, a mediados de la década de 1950. La gran variedad de máquinas oscila, por su complejidad, desde una simple caja o trozo de cartón que utilizaba láminas mimeográficas, hasta las grandes y costosas máquinas con computadores electrónicos, muy voluminosas, y que utilizaban complicados sistemas de programación. Es curioso la referencia que hace Edward B. Fry<sup>432</sup> en 1963 sobre la falta de homogeneidad entre las distintas máquinas:

*“Algunas emplean papel normalizado de 21,59 por 27,94 cm.. Otras utilizan programas impresos en rollos de papel o en papel plegado de diversos tamaños. Ni siquiera las máquinas que utilizan película han sido normalizados; las hay para película de 35 mm., otras usan microfilm e incluso microfilm en miniatura”.*

<sup>429</sup> Planque, Bernard : *Máquinas de enseñar*, Editorial Plaza & Janés, S.A., 1970.

<sup>430</sup> Moreno G, Juan Manuel: En Planque, Bernard (prólogo).

<sup>431</sup> Planque, Bernard: op. cit., p. 33.

<sup>432</sup> *Ibidem*, p. 34.



Se realizaron máquinas que fueron denominadas de elaboración de respuesta. Los primeros trabajos de elaboración de respuesta los realizó el profesor Skinner en los años cincuenta. Según Skinner, en la enseñanza tradicional no existe el incentivo o recompensa ni con frecuencia ni con intensidad suficientes para conseguir las bases de un aprendizaje efectivo. El criterio de Skinner sobre la máquina de enseñar más adecuada encierra este principio de compensación en el sentido de *que premia al alumno* al permitirle conocer la validez de la respuesta tan pronto como la ha dado. Otro principio mantenido por Skinner es el que afirma que la emisión de una respuesta es más efectiva en el aprendizaje que su simple reconocimiento; de ahí que prefiera el empleo de los programas de elaboración de respuesta sobre los de elección. Surgieron diversos tipos de máquinas, una de éstas fue llamada de corazones (1954) porque el alumno accionaba unos cursores que contenían números o letras para dar la respuesta a una pregunta escrita en un papel visible a través de una pequeña ventana de la máquina. La máquina de disco fue otro tipo de máquina. Skinner utilizó un aparato que se colocaba encima de un pequeño pupitre. Contenía un gran disco de papel en el que iban impresas las preguntas y la materia programada. Se podía hacer girar el disco, con lo que iban apareciendo sucesivamente las preguntas en una ranuras de la parte superior de la máquina. El alumno escribía la respuesta a la pregunta planteada en una cinta de papel que también poseía la máquina.

En 1958, la IBM organizó una máquina que conjuntaba un computador digital IBM 650 y una máquina de escribir, y programó el computador para la enseñanza<sup>433</sup>. Las máquinas de enseñar, según Skinner, pueden proporcionar al alumno el estímulo en forma tanto auditiva como visual. Según esto, se podría utilizar un magnetófono para complementar o sustituir un determinado cuadro del programa. El alumno podría responder a ambos estímulos. Skinner indicó también las posibles combinaciones audiovisuales en las máquinas de enseñar. Es curioso cómo empieza a surgir lo que hoy conocemos como multimedia.

Dentro de las primeras máquinas audiovisuales cabe destacar la desarrollada por la Hughes Aircraft Company, quien construyó una compleja máquina llamada Videosonic en la que se combinaban un proyector de 35 mm y una voz grabada en cinta magnetofónica que llegaba hasta el alumno por medio de auriculares. El alumno respondía a estos estímulos presionando un botón situado en un panel adosado a la máquina o haciendo uso de un micrófono. El estímulo podía ser acústico, visual o combinación de ambos. Coulson y Silberman (1961) adaptaron un computador Bendix G-15 a una compleja máquina de elección de respuesta, que utilizaba un proyector, especialmente diseñado, capaz de proyectar las imágenes sin un orden determinado; contaba con una toma para máquina de escribir eléctrica.

La mayor y más cara de las máquinas que no utilizaba computador fue la denominada *Mark I auto tutor*, realizada por U.S. Industries, Inc. Fue diseñada para utilizar programas que se adaptaban a la respuesta del alumno. Una versión más simple de esta máquina, conocida como Mark II contenía de 1500 a 5000 páginas según el tipo de película utilizado. Era mucho más pequeña y barata, y los

<sup>433</sup> *Ibidem*, pp. 37-38.



programas eran más cortos.<sup>434</sup> Posteriormente empezaron a introducirse los ordenadores como máquinas de ayuda. Su uso se empezó a generalizar con la aparición del ordenador personal y programas que ayudaban al alumno y al profesor en las tareas propias del aprendizaje. Los términos EAO (Enseñanza Asistida por Ordenador) e IAO (Investigación Asistida por Ordenador) empezarán a formar parte del lenguaje educativo.

## **LA TECNOLOGIA INFORMATICA EN LA EDUCACION**

### **E.A.O. UNA AYUDA EN EL APRENDIZAJE**

#### **Enseñanza programada**

Uno de los motivos más interesantes y convincentes para la adopción de las máquinas y de la enseñanza programada ha sido su aceptación por parte de los alumnos que las han utilizado. Además, ofrecen la posibilidad de que los resultados individuales sean ampliados más insistentemente de lo que resulta con el uso de las técnicas tradicionales de enseñanza. Los trabajos de investigación, tanto en su tiempo de adiestramiento como en el de estudio, pueden ser reducidos materialmente con el empleo de la enseñanza programada. Las máquinas y los programas actúan con resultado para el dotado, para el estudiante normal y para los que están por debajo del nivel normal (Fry 1963)<sup>435</sup>.

Para la mayoría E.A.O. (Enseñanza Asistida por Ordenador) significará un estudiante sentado frente a un ordenador; el ordenador controla en gran medida el proceso, presentando el material al estudiante para que lo lea, ofreciendo periódicamente una pregunta al estudiante para que la conteste o presentándole un problema a resolver; luego el estudiante comunica su respuesta al ordenador. En realidad, el ordenador gobierna al estudiante sobre el material de la lección, llevando un registro de su comportamiento, produciendo una calificación si se desea.

Burke hará una definición de EAO muy aclaratoria:<sup>436</sup>

*“EAO es la utilización directa de un ordenador para facilitar y certificar un aprendizaje, es decir, utilizando el ordenador para facilitar el aprendizaje así como para crear un registro que asegure que se ha efectuado el aprendizaje (certificación)”.*

Existen varios tipos de EAO. El más común es el *tutorial*, sin embargo, otro tipo muy común es el de *instruir y practicar* que se asemeja más a fichas recordatorio

<sup>434</sup> *Ibidem*, pp. 44-47.

<sup>435</sup> Fry, Edward B. : *Máquinas de enseñar y enseñanza programada*, Madrid, Editorial Magisterio Español S. A. 1969, p. 29.

<sup>436</sup> Burke, Robert L.: *Enseñanza Asistida por Ordenador*, Madrid, Editorial Paraninfo, 1986, pp. 26-27.



electrónicas como las utilizadas para aprender aritmética básica, para deletrear o para otras aplicaciones de aprendizaje por memorización.<sup>437</sup>

Los programas EAO se vienen empleando para la formación en las empresas desde que hace ya bastantes años aparecieron los primeros ordenadores. Del mismo modo, las películas y los videos didácticos han jugado también un papel importantísimo en los procesos de formación. Se han realizado numerosos estudios que demuestran ampliamente las ventajas que supone recurrir a programas E.A.O. para la formación de personal. Así, no necesita un alumno dejar su puesto de trabajo, puede emplear las horas muertas, dedica exactamente a cada lección el tiempo que requiere y además sus progresos pueden ser meticulosamente evaluados a posteriori (IAO)<sup>438</sup>.

Haciendo un breve recorrido histórico, cabe pensar que en los primeros tiempos de los ordenadores, es muy probable que a nadie se le ocurriera, incluso a quienes desarrollaron el ordenador, que podría existir algún día algo como EAO. El ordenador era considerado originalmente como un triturador de números. El uso de los ordenadores para manipular información alfabética vino más tarde y la idea de EAO más tarde aún. Al principio, los ordenadores eran programados normalmente por los ingenieros que los creaban. Puesto que los ordenadores trabajan en sistemas de numeración binario, todos los programas estaban escritos originalmente con ceros y unos. Estos lenguajes se conocen hoy día como *lenguajes máquina* a pesar de que en aquel entonces no lo eran debido a que no existían otros lenguajes con los que confundirlos.<sup>439</sup>

El primer gran avance en lenguajes de ordenadores fue el *lenguaje ensamblador*. Este lenguaje tenía la gran ventaja de estar escrito, al menos en parte, con letras alfabéticas, lo cual significaba que las instrucciones podían ser mnemónicas, es decir, podrían recordarse. Ello significó que los no ingenieros podían programar los ordenadores. Los fabricantes quedaron tan impresionados que les asignaron nombres como: EASYCODER y AUTOCODER.

Los grupos de usuarios fueron responsables de los primeros ejemplos de los llamados *lenguajes de alto nivel*, tales como Fortran y Cobol. Fortran es un acrónimo de FORMula TRANslation. Fue diseñado para aplicaciones matemáticas y se asemeja mucho a las fórmulas algebraicas. Cobol es un acrónimo de COMmon Business

<sup>437</sup> Existe cierta confusión sobre la relación existente entre EAO y EGO (Enseñanza Gobernada por Ordenador). La distinción entre ambas es algo más que convencional ya que desde el punto de vista funcional los dos términos podrían intercambiarse. EAO se refiere a un proceso en el cual el ordenador es realmente el principal emisor de la instrucción, mientras que EGO se refiere a un proceso en el cual el ordenador gobierna solamente la entrega de la instrucción. En EGO el ordenador se utiliza normalmente para administrar tests, para calificarlos y para asistir al desarrollo de una disposición instructiva para la corrección de cualquier deficiencia en los conocimientos que se detecte. El ordenador se utiliza para volver a efectuar el test, e incluso para guardar los registros y escribir informes. La mayoría del EAO incluyen al menos una pequeña cantidad de EGO, pero, no sucede lo mismo a la inversa.

<sup>438</sup> Armengol, Carme: "¿Qué es un IAO?", Laboratorio de Aplicaciones informáticas en Educación, Departamento de Pedagogía Aplicada, UAB, 1993-1994.

<sup>439</sup> *Ibidem*, pp. 27-28.

Oriented Language y, por supuesto, está específicamente orientado a proceso de datos de gestión.

Keith Hudson<sup>440</sup> decía en 1983 a propósito de los programas de enseñanza:

*“Por lo que hace referencia a los programas de enseñanza, no es muy importante el lenguaje de programación. La mayoría de los ordenadores para el hogar y la escuela utilizan sólo BASIC. A medida que se desarrollen ordenadores más potentes en el futuro, se podrán programar en PASCAL, COBOL, LISP, FORTH, y un largo etc.”*

La promesa de EAO incentivó a algunos fabricantes a crear un lenguaje especializado para autores EAO. Mientras que algunos de los primeros EAO fueron escritos en lenguaje ensamblador, la mayoría de los autores se pasaron a un lenguaje de autor EAO en cuanto estuvieron disponibles. Los lenguajes de autor EAO eran preferidos ya que ahorran una gran cantidad de tiempo. Una instrucción de lenguaje de autor EAO puede ocupar lo que veinticinco o más instrucciones de lenguaje ensamblador. IBM, por ejemplo, construyó una docena de sistemas de ordenador 1500 que estaban exclusivamente destinados a EAO. Los situaron en universidades principalmente y se utilizaron para obtener experiencia en EAO. Otras compañías como Control Data Corporation crearon la red llamada Plato la cual ha servido a diversos fines, uno de los cuales ha sido utilizado para entrenamiento de autores EAO.<sup>441</sup>

EAO está fuertemente influenciada por la *psicología del comportamiento*, ya que fue la escuela de pensamiento predominante en psicología en el tiempo en que se originó EAO. El modelo EAO que predomina hoy está basado en la *ley de efecto* que es a su vez la base de la psicología de la conducta. Un estudioso de la conducta o el comportamiento humano llamado Thorndike es el autor de este descubrimiento por lo que se le llama a veces la ley de efecto Thorndike. La ley asume en principio algo muy simple: el comportamiento que es seguido por el placer tiene más probabilidades de que se repita que un comportamiento que no va seguido por ese placer. La mayoría, incluidos psicólogos, está de acuerdo en que la ley es de aplicación para tipos de comportamiento animal de orden inferior. La duda surge al contemplar el aprendizaje intelectual y verbal en un orden superior como el que nos ocupa con EAO. La razón para dudar se debe a que no hay una evidencia sólida de que la ley de efecto funciona para un aprendizaje humano de orden superior. Incluso es difícil ver cómo podría establecerse un experimento para probar esto.

Sin embargo, todo esto sería un argumento académico irrelevante si no fuera por un hecho, la mayoría de los sistemas de autor EAO están basados en el modelo de la ley de efecto. Parece asumirse que la ley de efecto tiene gran validez en EAO. Las opciones incorporadas en muchos sistemas de autor EAO facilitan la utilización de esta teoría.<sup>442</sup>

<sup>440</sup> Hudson, Keith: *Enseñanza Asistida por Ordenador*, Barcelona, Ediciones Técnicas Rede, S.A., 1986.

<sup>441</sup> *Ibidem*, pp. 28-30.

<sup>442</sup> *Ibidem*, pp. 33-35.



Uno de los aspectos más críticos de cualquier EAO es la aportación de unas directrices claras y consistentes para el estudiante. Es importante que el estudiante conozca en todo momento que es lo que debe hacer a continuación. Si las directrices no están claras, el estudiante puede perder mucho tiempo y respeto hacia el programa, por no mencionar la pérdida de la paciencia y la motivación.<sup>443</sup>

### **Modos básicos de ser autor en EAO**

Razones por las que una persona pueda desear emplear el esfuerzo necesario para convertirse en autor EAO:<sup>444</sup>

- Para facilitar a los estudiantes otras vías opcionales de aprendizaje.
- Para aportar una satisfacción personal (la única razón para hacer algo es que se disfrute de ello).

Respecto a las áreas con las que ha de estar familiarizado el autor EAO, Burke establece:

- La materia objeto que compondrá la lección.
- Teoría del aprendizaje. La ciencia madre de la EAO es la psicología, particularmente la del comportamiento y su teoría del aprendizaje asociada.
- Tecnología del diseño de sistemas instructivos.
- Ciencia del ordenador. Adquirir conocimientos acerca de los ordenadores o solicitar la asistencia de especialistas.<sup>445</sup> A efectos comparativos, para Burke sólo un 10 por ciento de lo que hace ser un buen autor EAO tiene algo que ver con los ordenadores o su conocimiento. El resto tiene que ver con el conocimiento de como aprender las personas y con la creatividad. Se debe tener creatividad para pensar y discurrir opciones, y paciencia para perseverar y continuar escribiendo hasta conseguir el resultado deseado.

#### *Sistema de autor EAO:*

Consiste en un paquete software que guía al autor EAO a través del proceso de programación y elimina virtualmente la necesidad de conocer como programar el ordenador o de conocer un lenguaje de programación de cualquier tipo. Los creadores de esta solución parecen haber reconocido que mucha gente que de otro modo debería ser capaz de escribir EAO les imposibilita hacerlo así ya que no disponen del tiempo necesario para desarrollar o mantener el conocimiento en la programación de ordenadores.

El autor EAO es conducido a través del proceso de autor paso a paso. La mayor parte de los sistemas están basados en un modelo EAO sencillo y tradicional. Se le facilitan al autor una serie de opciones de dónde puede escoger. Se le permite introducir texto para visualizar que lo puede leer el estudiante, pudiendo luego seleccionar la introducción de una pregunta para él. Una vez hecha la pregunta, se le pide al autor que introduzca alguna o todas las respuestas correctas que

---

<sup>443</sup> *Ibidem*, p. 39.

<sup>444</sup> Burke, Robert L.: *op. cit.*, pp. 13-14.

<sup>445</sup> *Ibidem*, pp. 49-50.

aceptara. A continuación, puede que se le pida al autor que introduzca respuestas erróneas.

También podrá pedirle al sistema que decida cuántas veces podrá intentar responder cada pregunta el estudiante. Todas las funciones de control se ejecutan automáticamente por el sistema.

Tales sistemas están en una etapa joven de desarrollo y tienen sus defectos, por ejemplo, constriñen al autor EAO a un modelo de EAO. Ocupan mucha memoria, son arduos de revisar y no guardan un registro muy completo de la ejecución del estudiante o del programa. Sin embargo, cumplen el cometido para el que se han pensado. Permiten que una persona con muy pocos conocimientos de ordenadores, escriba un EAO funcional con mucha rapidez.<sup>446</sup>

Los sistemas de autor EAO representan un paso hacia adelante en el esfuerzo por conseguir ordenadores más amigables. Estos sistemas son ejemplos de una nueva clase de software, el sistema software conducido por menús. El objetivo es eliminar la necesidad de que el usuario tenga práctica y conocimientos de la programación de ordenadores. Al usuario se le presentan una serie de opciones en pantalla a partir de las cuales seleccionará simplemente aquella que mejor se adecue a sus necesidades. Los sistemas de autor EAO son más eficaces para el autor que los lenguajes de autor EAO.<sup>447</sup>

#### *Lenguaje de autor EAO.*

Una de las preocupaciones que ha existido siempre ha sido la de acercar la máquina al lenguaje humano; el sentido es el de poder comunicarse con ella más fácilmente. Gracias a la aparición del Multimedia, a la tecnología WYSIWYG (“What you see is what you get”) y a los programas “presentadores”, hoy se puede contar con los llamados *lenguajes de autor*. Por tanto, un lenguaje de autor es:<sup>448</sup>

- Una herramienta para la que el autor se comunique con la pantalla.
- Un sistema en el que yo haga preguntas y el ordenador me haga preguntas.

Resulta curioso observar como en el año 1983 Hudson descubría la importancia que estaba adquiriendo los lenguajes de autor frente al resto de los lenguajes.

*“Para las unidades de enseñanza, que tienen bastante texto, los requisitos del programador no son excesivos. Sin embargo, si utiliza muchos gráficos y en particular, si necesita movimiento, necesitará un programador experto, que programe en ensamblador. Un programador de ensamblador escribirá en un lenguaje más afín con las propias características de la máquina. Los efectos visuales y de movimiento obtenidos a partir del código ensamblador son más rápidos y más espectaculares que si se realizan en lenguajes de alto nivel como*

---

<sup>446</sup> Ibidem, pp. 19-20.

<sup>447</sup> Ibidem, pp. 32-33.

<sup>448</sup> Bou, Guillem: “Tecnologia actual de l’ensenyament assistit per ordinador”, Laboratorio de aplicaciones informáticas en Educación, Departamento de Pedagogía aplicada, UAB, 1993-94.



*BASIC. Hay aún otra forma de codificar un programa, y se basa en un lenguaje de nivel todavía más alto, llamado un lenguaje de autor”.*

La mayoría de los lenguajes de autor cuentan con múltiples tipos de formatos y programas ramificados. La gran ventaja de un lenguaje de autor, es el hecho de que ahorra tiempo al autor y estructura de manera clara el pensamiento de éste al ser bastante mnemónico<sup>449</sup>. Resumiendo, podría decirse que un *lenguaje de autor* es una herramienta para ser usada por una persona que no sea informática y que establecerá un diálogo con ella con la finalidad de construir un programa donde se sincronicen imágenes, sonidos, imágenes en movimiento y demás efectos visuales y sonoros.<sup>450</sup>

Los *lenguajes de autor* permiten al usuario mínimamente iniciado, hacer secuencias de textos, imágenes, animaciones, e incluso música y efectos especiales que facilitan la tarea de la enseñanza que se quiere construir desde el mismo contexto, pues permiten la creación de unidades didácticas de tipo instrucción utilizando los recursos que ofrece el lenguaje para un manejo más sencillo de los recursos del ordenador<sup>451</sup>. Para poder hacer secuencias de textos, imágenes y sonido hizo falta que surgiera el Multimedia. Un lenguaje de autor no hace nada automáticamente para el autor, pero hace que los materiales EAO de programación sean más eficaces que si se hubieran realizado con un lenguaje de ordenador de propósito más general. Normalmente, sólo se tardará unas pocas horas para familiarizarse con dicho lenguaje. Un lenguaje de autor EAO permite al autor mucha más flexibilidad que un sistema de autor EAO. El autor está más libre de elegir el modelo EAO que utilizará.

Ventajas de un lenguaje de autor EAO:<sup>452</sup>

1. Ahorra tiempo al autor. Es alrededor de seis veces más rápido crear lecciones EAO utilizando un lenguaje como PILOT que utilizando un lenguaje de propósito más general como BASIC.
2. Es bastante mnemónico y estructura el pensamiento del autor EAO y como consecuencia de ello resultan mejores lecciones que son más fáciles de actualizar.
3. Los programas escritos en un lenguaje tipo PILOT son algo más fáciles de ejecutar en otros ordenadores que no sean para los que se escribieron originalmente los programas.

*Lenguaje de ordenador de propósito general:*

Esta solución requiere una mayor cantidad de tiempo para desarrollarla. Se tiene más libertad para realizar innovaciones y los programas serán mucho más eficientes en cuanto a velocidad y utilización de memoria se refiere. Sería bastante sensato, recomienda Burke, comenzar con un sistema de autor EAO, pasar luego a un lenguaje EAO y después a un lenguaje general de programación de ordenadores.

---

<sup>449</sup> Burke, Robert L.: op. cit.

<sup>450</sup> Bou, Guillem: op.cit.

<sup>451</sup> Hudson, Keith: op. cit.

<sup>452</sup> *Ibidem*, p. 51.

De este modo, se puede conservar la motivación y desarrollar algunos productos útiles sobre la marcha.<sup>453</sup>

### Tipos de aplicaciones

Las situaciones que podrían aparecer en pantalla son las siguientes (Bou, G.)<sup>454</sup>:

- *Narración con decisión*: en donde se idea un escenario posible. Donde se ha de elegir entre el camino de la derecha o el de la izquierda. Para ello ha de realizarse una buena directriz de guión.
- *Narración con decisión y problemas*: por ejemplo un laberinto
- *Narración a viñeta viva*: quiere decir que la imagen nunca se encuentra quieta, ha de haber un pequeño movimiento, por ejemplo el movimiento de las sábanas asemejando una persona que duerme o una línea que avanza tangente a una circunferencia.
- *Narración a graf. de viñeta*: (graf.=estructura abstracta). A partir de familias de viñetas y sobre ciertas condiciones se pasa a otras familias de viñetas.
- *Catálogo*: sobre un texto y eligiendo la opción se pasa a otras pantallas. Salto de texto a texto (Hypertexto).

El formato de la pantalla puede quedar congestionada y por tanto difícil de leer al estar llena o casi llena. Se considera como una mejor técnica, situar en cada momento en pantalla una cantidad pequeña de información. Ante una gran cantidad de material, es mejor fraccionarla en mensajes más cortos que puedan presentarse sucesivamente.<sup>455</sup>

La lección EAO debería prepararse para calificar o juzgar las respuestas, comparándolas generalmente con las respuestas correctas aportadas por el autor EAO. Las respuestas pueden compararse una a una con la respuesta exacta y completa facilitada por el autor. Sin embargo, con frecuencia el estudiante facilita una respuesta que es ligeramente distinta en su forma de la del autor, a pesar de que aquélla sea correcta. Por ejemplo, el estudiante puede abreviar la respuesta, deletrear la de modo incorrecto o construirla de forma que no concordará con la que el autor facilitó al ordenador. Por lo tanto, el autor EAO debe aportar un cierto grado de tolerancia y flexibilidad al aceptar la respuesta.<sup>456</sup>

Los autores EAO deberían planificar con anterioridad cualquier tipo de respuesta incorrecta que pueda aportar al estudiante. No se puede dejar desamparado al estudiante. Un método común para dar solución a una respuesta incorrecta consiste en facilitar al estudiante alguna indicación y volverle a la situación anterior para que intente de nuevo la misma pregunta.<sup>457</sup>

Respecto a la latencia en la respuesta, que se entiende como la línea del tiempo transcurrido desde la primera oportunidad de responder hasta que responde

---

<sup>453</sup> *Ibíd.*, p. 20.

<sup>454</sup> Bou, Guillem: *op.cit.*

<sup>455</sup> *Ibíd.*, p. 41.

<sup>456</sup> *Ibíd.*, p. 42.

<sup>457</sup> *Ibíd.*, p. 43.



realmente, existe una evidencia considerable que indica que cuando más tiempo consume el estudiante para facilitar la respuesta, es más probable que la respuesta será errónea. Por lo tanto, puede ser una delicadeza hacia el estudiante, medir la latencia y facilitar ayudas o indicaciones o simplemente preguntarle si desea alguna ayuda.

En muchos ordenadores se puede crear una condición llamada vídeo invertido. Es decir, se ilumina el área que existe inmediatamente alrededor de cada carácter y se deja de iluminar el mismo carácter negro sobre blanco en lugar de blanco sobre negro, si lo prefieren. Esta técnica es útil como ayuda para establecer una diferencia entre dos clases de información que aparecen en pantalla.

Otra técnica para destacar información se denomina de primer plano / fondo. Esta técnica añade dos niveles de brillo o luminosidad para los caracteres en una misma visualización. Permite que una o más palabras tengan una luminosidad mayor que las otras. En muchos ordenadores se pueden seleccionar caracteres y hacer que éstos se iluminen y apaguen alternativamente, lo que se denomina pataleo (blink). Esta técnica se puede utilizar para destacar cosas.<sup>458</sup>

La utilización de gráficos en EAO se está haciendo muy popular. Los sistemas de autor EAO más modernos están facilitando cada vez más la utilización de gráficos, utilizando gran cantidad de imágenes y explotando las características de cuenta de tiempo automáticos del ordenador.

Respecto a la generación de conversación, existen dos métodos para generar conversación. El primer método requiere que el autor EAO escriba un código de ordenador sin complicaciones, sencillo, para la producción sintética de la conversación. El resultado en general es un sonido muy artificial. El segundo método implica que se añade para una adaptación digital de la conversación. Es, con diferencia, la forma más natural de sonido y el más apropiado de ambos métodos.

El reconocimiento de voz ha avanzado mucho. Existen tres razones para guardar los registros en EAO<sup>459</sup>.

1. Mantener el registro de la ejecución del estudiante a efectos de calificación o para determinar las futuras opciones educativas del estudiante.
2. Controlar las bifurcaciones y el cursor del estudiante a través de la lección EAO.
3. Al guardar los registros se facilita una base para una revisión de las lecciones EAO. Es importante disponer de la información detallada que contemple los elementos cometidos, así como las respuestas correctas e incorrectas que se facilitaron.

---

<sup>458</sup> *Ibidem*, p. 45.

<sup>459</sup> *Ibidem*, p. 47.

## MULTIMEDIA Y LA INTEGRACION DE MEDIOS DE INFORMACION

Cuando en 1948 Claude Shannon acuñó la expresión “binary digit” (bit) como unidad básica de la información eran muy pocos los que desde las áreas de creación y producción audiovisuales preveían que aquel nuevo código iba a representar un nuevo concepto de comunicación. Desde la teoría del lenguaje continúa siendo válida la primitiva idea del proceso comunicativo en términos de emisor guión-mensaje-receptor, pero resulta claro que ya nada es igual en lo que respecta a los soportes y los canales. Mediante la digitalización, se diluyen las diferencias de los medios técnicos de transmisión integrando en un mismo vehículo mensajes de sonido e imagen, textos y códigos cifrados.

Para Martínez Argote:<sup>460</sup>

*“Multimedia es una disciplina informática que ha revolucionando, de forma drástica, el mundo de la informática, de la técnica y de la educación... la palabra multimedia significa varios medios o soportes de información. Es decir, que un ordenador multimedia es capaz de integrar varios medios de información, como texto, imágenes estáticas o en movimiento, sonido y vídeo en un sólo soporte físico. Y por medio de esta integración se puede ser capaz de crear aplicaciones que comuniquen gran cantidad de información de una manera más personal y atrayente”.*

Burke (1986)<sup>461</sup> hará referencia a la unión de tecnologías dentro de la informática. Multimedia debe entenderse como el punto de encuentro de tecnologías y de técnicas que han venido madurando por su cuenta durante años para coincidir ahora en un lugar común. Frater y Paulissen (1994)<sup>462</sup> la definen como la integración de textos, gráficos, sonido, animación y vídeo para la transmisión de información.

Por tanto, puede decirse que es una herramienta de información y comunicación. Implicará el uso de nuevas tecnologías informáticas y audiovisuales. Multimedia es un concepto abierto y polivalente, porque con el se define, tanto una tecnología, como un medio de comunicación. Por ser un concepto abierto y polivalente se puede definir desde varios puntos de vista:

- Una solución multimedia es aquella que se dirige a todos los sentidos.
- Multimedia es el resultado de la integración de la industria informática, el entretenimiento y la comunicación.
- Una aplicación multimedia es aquella que combina texto, datos, imagen, sonido y vídeo en un diálogo interactivo con el usuario, buscando la mayor eficacia en la presentación de la información.

A corto plazo muchas personas se verán envueltas de una forma u otra en el uso de los sistemas interactivos Multimedia:

- Educadores y formadores.

<sup>460</sup>Martínez Argote, A.: “Una nueva forma de expresión: Multimedia”. Actas del VII Congreso de Ingeniería Gráfica, Vigo 1995, Tomo 2, p. 289.

<sup>461</sup>Burke, Robert L.: op. cit.

<sup>462</sup>Frater, Jaral y Paulissen, Dirk: *El gran libro de multimedia*. Barcelona., Editorial Marcombo. 1994, p. 18



- Productores audiovisuales.
- Diseñadores informáticos.
- Expertos en comunicación empresarial e institucional.
- Periodistas.
- Documentalistas.
- Artistas y creadores.

El usuario multimedia no es un lector o espectador, sino un demandante o peticionario de información. Por lo tanto las aplicaciones deben ser interactivas y la estructura de navegación por ellas lo más abierta posible.

Las palabras multimedia e interactividad que suelen ir casi siempre emparejadas, designan aquellos sistemas que combinan cualquier *media*; vídeo, imágenes (tanto fijas como móviles), sonidos, textos y gráficos, y son capaces de establecer un diálogo *interactivo* con las personas que lo usan. El ordenador puede ser utilizado para controlar equipos auxiliares tales como grabadoras de cinta, de vídeo, de vídeo - disco, así como películas y proyectores de diapositivas. Para esto, serán particularmente útiles los sistemas de autor E.A.O. <sup>463</sup>

Inicialmente el multimedia comenzó a ser aplicado en el mundo del entretenimiento, pero actualmente está despuntando a una gran velocidad hacia nuevas áreas de aplicación, como en el caso de la educación. Con el crecimiento de las autopistas de la información, se va a entrar previsiblemente en una nueva era a nivel de comunicación que irá proporcionando una mayor facilidad en la distribución y acceso del multimedia.

Para M. Neves: <sup>464</sup>

*“Multimedia es el futuro, y aquellos que no se dirijan de alguna forma a esta tecnología, irán hacia atrás”* .

Haciendo una retrospectiva histórica, el origen del Multimedia hay que situarlo en el desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación durante los últimos cien años. Los hermanos Lumière proyectaron en público el primer film en 1895 y por la misma época se empezaron a publicar los primeros discos con canciones. En 1978 en el Massachusetts Institute of Technology tuvo lugar la presentación del primer sistema combinado de ordenadores y videodiscos. Desde entonces los inventos y las mejoras técnicas de los mismos han sido continuos. <sup>465</sup>

A mediados de los años setenta era un privilegio de algunas instituciones disponer de algo que hoy parece tan elemental como un vídeo y un ordenador. La palabra Multimedia ya se empleaba en aquella época para referirse a las proyecciones

---

<sup>463</sup> Martínez Argote, A.: op. cit.

<sup>464</sup> Neves, M.M.: “A Multimedia e o mundo dos textos”. Actas del VII Congreso de Ingeniería Gráfica, Vigo 1995, Tomo I, p. 389.

<sup>465</sup> Alpiste, Francesc: *Presente y futuro - Aplicaciones multimedia*. Barcelona, Ediciones Técnicas Rede, S.A., 1993.

múltiples de diapositivas sincronizadas con una de las pistas de audio de un magnetófono. A principios de los años ochenta, empezaron a aparecer los primeros ordenadores personales. Por estas mismas fechas algunos fabricantes del sector electrónico iniciaban el desarrollo de equipos para almacenar información en formato óptico; se trataba del *videodisco*. A mediados de la pasada década un pequeño fabricante inglés dio la solución a algo que los diseñadores veían como una gran barrera a su creatividad, el hecho de tener que trabajar con dos pantallas distintas, una para los textos y los gráficos procedentes del ordenador y otra para las imágenes de vídeo. A partir de ese momento todo cambió.

Los fabricantes de informática añadieron a su gama de productos las versiones denominadas multimedia. Al principio se trataba de ordenadores convencionales a los que se había añadido una tarjeta de sonido, una tarjeta gráfica de 256 colores y un lector de CD-Rom. Las últimas generaciones de ordenadores actuales ya no se conciben sin los componentes que les dan carácter multimedia.<sup>466</sup>

Como elementos de un sistema multimedia pueden definirse:

*Procesamiento Multimedia:*

Un microprocesador con unas ciertas capacidades para la gestión y el control de imágenes y de sonidos.

*Memorias ópticas:*

Se pueden contabilizar más de veinte formatos de memoria óptica distintos. Cada uno de dichos formatos cumple con unas necesidades específicas, y uno u otro será más recomendable en función del tipo de aplicación multimedia que se deba almacenar y difundir.

*Interfaz hombre-máquina:*

Los más difundidos son los teclados y los distintos sistemas de punteo (ratón, pantalla táctil, joystick, etc.), igualmente son utilizados los lectores de código de barras o los reconocedores de caracteres, o de voz.

*Sistemas de salida:*

En general, los programas son presentados en pantallas tradicionales de tubo de rayos catódicos o de cristal líquido. Los altavoces pueden hallarse o no integrados en el monitor. Cuando el programa multimedia es una presentación pública, se hace imprescindible un proyector.

*Sistemas de entrada:*

---

<sup>466</sup> En 1991 varias compañías se unieron para elaborar la primera norma multimedia para ordenadores personales. Esta norma definía los requisitos mínimos de un ordenador preparado para soportar herramientas multimedia y estaba adecuada a la tecnología y nivel de proceso del momento, pero rápidamente quedó obsoleta. En 1993 se creó una segunda norma. El equipo estándar debe tener, como mínimo.

Procesador 486 SX o superior, 8 MB de memoria RAM, tarjeta Gráfica SVGA, 160 Mbits de disco duro, tarjeta de sonido de 16 bits, lector CD-ROM. Actualmente el software es tan potente que requiere para su utilización mayores capacidades (procesador Pentium, 32 Mb RAM, Disco duro de 2,5 GB, lector cd Rom 24x, etc.

Respecto a los mercados profesionales y mercados de consumo; es razonable que los fabricantes, tanto de Hardware como de Software anuncien sus productos mucho antes de tenerlos disponibles. Esto es así porque los ciclos económicos cada vez son más cortos y es importante para el éxito de una tecnología que los usuarios la estén esperando antes de que esté en la calle.



Los escáneres, las cámaras y los grabadores de vídeo y los micrófonos, así como diversas fuentes de sonido, son los dispositivos más comúnmente utilizados.

*Software de desarrollo:*

Para poder realizar programas son necesarias herramientas tipo "Autor", así como programas de dibujo, de animación, o de creación o gestión de recursos multimedia, en función del tipo de programa a realizar.

Respecto a las aplicaciones multimedia podrían ser clasificadas según se tratara de realizar funciones para las que la sociedad tiene otras soluciones, o para realizar nuevas funciones. Un ejemplo del primer caso consistiría en la edición de catálogos, mientras que los juegos de ordenador son un buen ejemplo del otro extremo. Entre estos dos casos extremos se encuentran muchos otros, en los que la solución multimedia modifica en mayor o menor medida la forma en que antes era tratado ese problema.

En el entorno profesional y de la educación, puede diferenciarse los siguientes ámbitos o campos de aplicación :<sup>467</sup>

- Sistemas de información.
- Educación y formación del personal.
- Documentación y archivo.
- Producción editorial.

Mediante sistemas interactivos multimedia, los estudiantes y los usuarios en general aprenden mejor y más de prisa.<sup>468</sup>

## **REALIDAD VIRTUAL EN EDUCACION**

Muy a menudo, el mundo real y el entusiasmo de la Era de la Información se quedan fuera de las aulas.<sup>469</sup> Los entornos virtuales son, básicamente, grupos de inmersión para el aprendizaje. La técnica de la inmersión es reconocida como una herramienta de enfoque en programas que sirven para comprender conceptos abstractos. En los escenarios virtuales los problemas de las indicaciones del mundo exterior son minimizados o eliminados. Las pautas de aprendizaje se establecen rápidamente y son fácilmente reforzadas mediante la repetición o graduación de los ejercicios.

Los entornos de la realidad virtual según Casey Larijani, extienden los horizontes del campo de aprendizaje más allá de las fronteras de una clase proporcionando a los estudiantes y profesores un conjunto de herramientas mentales. El elevado número de acciones ¿qué pasaría si...? disponibles en un entorno virtual estimula la curiosidad y los procesos del pensamiento tan necesarios para el trabajo creativo.<sup>470</sup>

---

<sup>467</sup> Alpiste, Francesc: op. cit.

<sup>468</sup> Armengol, Carme: op. cit.

<sup>469</sup> Casey Larijani, L.: *Realidad Virtual*. Mc. Graw-Hill, Madrid ,1994. p. 135.

<sup>470</sup> *Ibidem*, pp. 135-136.

La educación a distancia según Casey, se beneficiará mucho de los entornos de inmersión que pueden ser conectados por redes y compartidos entre muchas personas e instituciones. Los centros de unión de las redes educacionales pueden albergar espacios de aprendizaje compartidos para proyectos de educación y entrenamiento. Aconseja diciendo que aquellos que aprovechan los avances de la tecnología serán capaces de proporcionar muchas más oportunidades cualificadas de educación a partir de presupuestos limitados.<sup>471</sup>

Como la tecnología de la realidad virtual proporciona un almacenamiento y eliminación no lineal de la información, los sistemas basados en ella pueden responder de una forma más cercana a los procesos cognoscitivos de los seres humanos. Como un medio de ayuda a la enseñanza, según Casey<sup>472</sup>, estos sistemas pueden ser preparados para facilitar la comprensión de los alumnos en altos niveles conceptuales, motivando a los estudiantes a preguntar y relacionar ideas de una forma más libre de la que proporcionan los modelos educativos tradicionales. Si esto es cierto, podría decirse que los entornos virtuales extienden el mundo personal de cada individuo y harían posibles lugares y experiencias que antes quedaban fuera de su alcance.

Por tanto, los objetivos de los programas a través de entornos virtuales de aprendizaje serían:

- reforzar los resultados académicos de los disminuidos o de aquellos que obtienen notas bajas.
- grabar o reforzar las pautas por medio de la repetición.
- proporcionar instrucciones autoreguladas y realimentación inmediata a los estudiantes.
- proporcionar espacios compartidos in-situ para diseño y la construcción de colaboración.
- avisar sobre los entornos hostiles y manejar materiales peligrosos.

La evidencia está demostrando, siguiendo con la opinión de Casey<sup>473</sup>, que si los temas son presentados en formatos como los que ofrecen los entornos virtuales, los estudiantes están atraídos por un grado más alto de participación kinestéticamente - cuerpo, obteniendo más oportunidades para combinar sus habilidades cognoscitivas, afectivas y psicomotoras. Los estudiantes que buscan sus propias estrategias de aprendizaje a través de actividades constructivas en entornos virtuales pueden interrelacionar e integrar de forma más efectiva el contenido educativo y la experiencia.

Un factor también a tener en cuenta en el denominado control mental:

Utilizar la fuerza del pensamiento para pilotar un avión o manejar un sistema informático sin mover un solo músculo es algo que ya está muy cerca de convertirse en realidad. Una millonésima de voltio es la energía acumulada en una

---

<sup>471</sup> *Ibidem*, pp. 136-138.

<sup>472</sup> *Ibidem*, p. 138.

<sup>473</sup> *Ibidem*, p. 145.



onda cerebral: suficiente para generar fenómenos de telequinesia que permiten controlar las máquinas con el poder de la mente.

No se trata de una utopía, sino de una investigación avanzada que ya comienza a dar sus primeros frutos. La fuerza aérea de Estados Unidos ha desarrollado un sistema que permite utilizar el pensamiento para dirigir un modelo elemental de simulador de vuelo. En el Laboratorio Wadsworth de Albany los expertos han logrado que personas discapacitadas por una parálisis muevan un cursor en la pantalla de un ordenador con la única parte de su cuerpo que tiene movilidad: la mente. ¿Cómo se puede lograr que el cerebro se comuniquen con las máquinas y transmita las órdenes necesarias para que estas funcionen?. Parece ser que el mecanismo es similar al que utilizar cualquier parte de nuestro organismo. Se conecta el cerebro a un ordenador, este captar las señales eléctricas que produce, las amplifica, y las traduce en ordenes concretas, es decir, en pensamientos que inducen a la realización de un movimiento específico de una señal luminosa (puede ser, por ejemplo, un cursor) en la pantalla del ordenador.

Puede decirse, por tanto, que se trata de conseguir que el cerebro mente y el cerebro máquina aprendan a comunicarse, pudiendo realizar movimientos. No se trata, pues, de que las máquinas lean el pensamiento humano, sino de que sean capaces de detectar y traducir en movimientos los cambios de respuesta electromagnética que determinados estímulos producen en el cerebro. Es el poder de la mente, interpretado y potenciado, a través de una máquina.<sup>474</sup>

## **LA MÁQUINA FRENTE AL PROFESOR**

Tanto el alumno como el profesor, se encuentran evidentemente frente a un problema común: ¿cuál es el procedimiento más rápido y eficaz para la adquisición de conocimientos nuevos, para aprender algo?. Aunque actualmente se carece de elementos suficientes para poder responder de un modo definitivo a esta pregunta, han surgido y se han ensayado diversas técnicas didácticas con resultados muy diversos.<sup>475</sup>

Aunque el aprendizaje implica generalmente un alumno y un profesor, no es indispensable que éste se encuentre físicamente presente para realizar la función docente. Libros, folletos de instrucciones, películas, charlas televisadas, discos o diapositivas, pueden considerarse como maestros desde el momento en que divulgan conocimientos. Es frecuente, incluso, que sean más eficientes que el propio maestro.

Para Planque la humanidad posee hoy los medios técnicos y las soluciones financieras para realizar una mecanización de la enseñanza que permitiría no sólo

---

<sup>474</sup> Medina, Luis : "Control mental". *La revista, El Mundo*, 15-9-1996, p. 71.

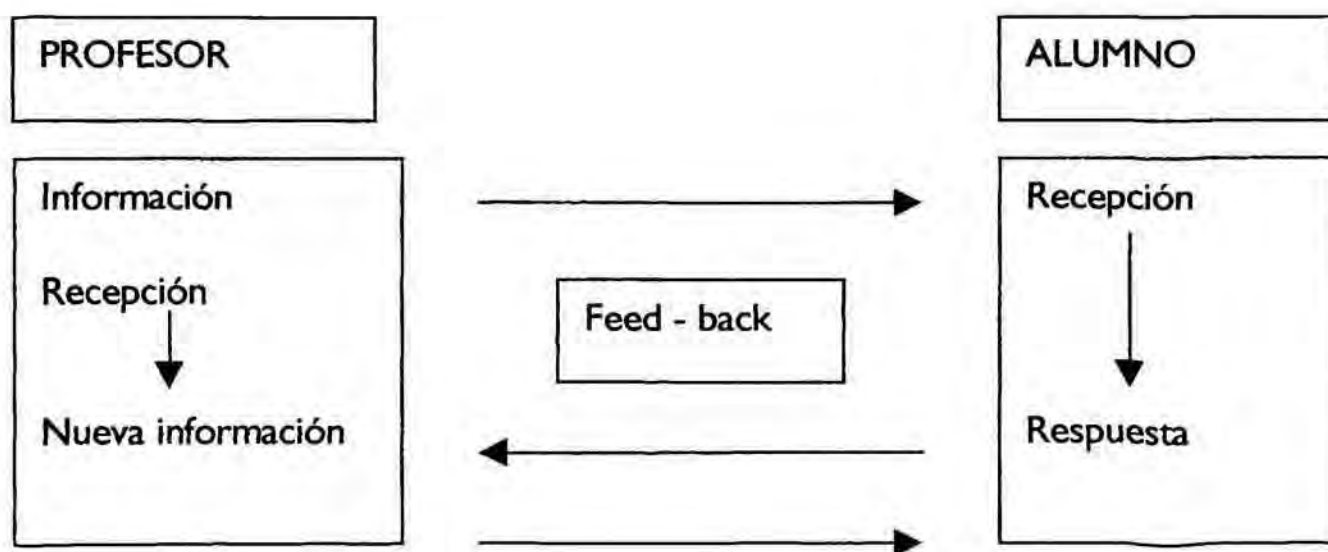
<sup>475</sup> Una de las técnicas más antiguas y de mejores resultados consiste en la descomposición de la materia a enseñar en sus elementos constitutivos o pasos y obligar al alumno a aprender cada uno de ellos antes de pasar al siguiente. Método cartesiano.

descargar al personal docente de una tarea arcaica y artesana, sino también abrir a millones de hombres las puertas del conocimiento.<sup>476</sup>

Fundamentalmente Skinner consideró el conjunto máquina - programa como un profesor. La máquina debía:<sup>477</sup>

1. Establecer un contacto directo entre el alumno y el programador, que sirva para sustentar la actividad (respuesta y su comprobación).
2. Asegurar que cada cuadro ha sido perfectamente comprendido por el alumno antes de que pase al siguiente.
3. Controlar el progreso, de forma que los alumnos se vean ante nuevos conceptos solamente cuando estén suficientemente preparados y sea probable su fácil comprensión.
4. Indicar adecuadamente la respuesta acertada (llamadas pistas, indicios) para mantener un escaso porcentaje de errores.
5. Poseer un sistema de comprobación para mantener y reforzar el interés (respuesta correcta).

Según Planque, la introducción de la máquina no disminuirá el número de docentes, sino que exigirá de ellos nuevas calificaciones.



La presencia del profesor parece ser una constante. Para Fry<sup>478</sup>, los programas y máquinas de enseñar no pueden sustituir al profesor, pero constituyen uno de los mayores logros que en favor del profesor han aparecido en el horizonte de la enseñanza durante muchos años. Para el cansado y sobrecargado profesor, agobiado por numerosas clases y que dedica mucho tiempo a comprobar el aprendizaje de cuestiones rutinarias el programa y la máquina de enseñar pueden suponer un gran alivio. Hacen posible, y permiten, la regulación de los progresos del alumno por su propia capacidad y ofrecen la oportunidad de eliminar gran parte de la labor penosa de la enseñanza, dejando un amplio margen para la enseñanza individual que todo buen profesor desea desarrollar. La necesidad del profesor para inspirar y motivar, para guiar, corregir y criticar, no queda disminuida en absoluto

<sup>476</sup> Planque, Bernard : *Máquinas de enseñar*

<sup>477</sup> *Ibidem*, p. 36.

<sup>478</sup> Fry, Edward B. : p. 28.

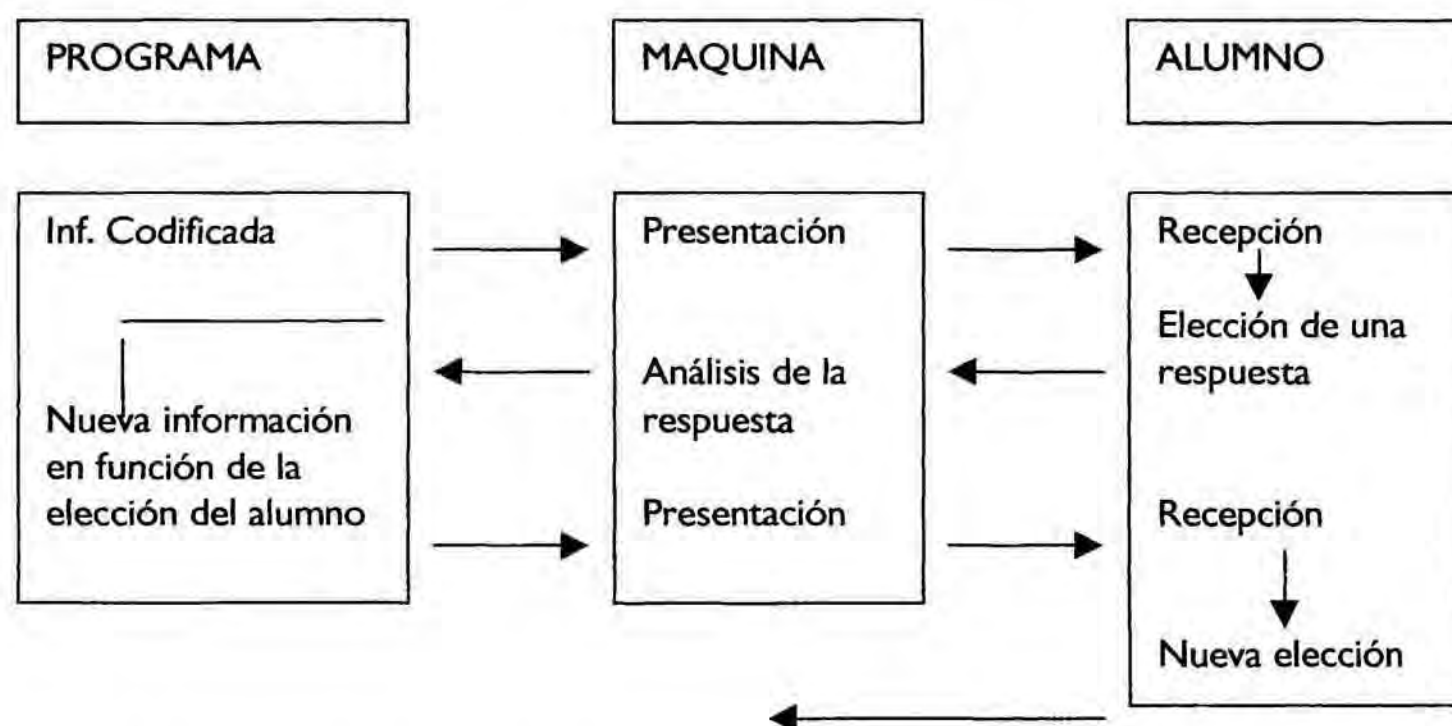


por las máquinas de enseñar. Estas ofrecen la posibilidad de que el profesor pueda dedicar más tiempo a la importantísima tarea de la enseñanza.

En el curso preparatorio de la Escuela de Artes y Oficios de Basilea, Maier (1977) comentará sobre la necesidad de la presencia del profesor: <sup>479</sup>

*“La presencia del profesor durante todo el tiempo de clase le permite estar a disposición del grupo y de cada uno de sus miembros. Ésta es una de las condiciones para que todos los alumnos reciban una formación con perspectivas de éxito. El proceso de enseñanza y aprendizaje varía según los cursos, puede desarrollarse de manera lineal, de lo más simple a lo más difícil, de manera puntual, recogiendo experiencias en cada área, o por último, de manera compleja, cuando los análisis de series de variaciones permiten formarse una idea de los procesos creativos”.*

Para Planque<sup>480</sup>, ésta debería ser la situación pedagógica ideal.



Ahora la cuestión se centra en si la presencia del profesor ha de ser física. Con las nuevas tecnologías se puede acercar el profesor a muchos alumnos por medio por ejemplo de la videoconferencia. El debate queda abierto.

Para Armengol, la discusión sobre si los ordenadores y el vídeo sustituirían o no al profesor ya está superada; es evidente que no se deben plantear las cosas en esos términos. La aparición de la Enseñanza Asistida por Ordenador, ha supuesto el interrogante de si realmente los docentes han de construir sus propios programas didácticos. Los programas para la enseñanza pueden ser creados por los propios profesores aunque, recomendará Armengol, es preferible el asesoramiento de

<sup>479</sup> Hanert, Kurt : (director de los cursos preparatorios de la Escuela de Artes y Oficios de Basilea), extraído de : Maier, Manfred : *Procesos elementales de proyección y configuración*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A. 1982, p. 5. vol.2.

<sup>480</sup> Planque, Bernard : op. cit., La supresión física del profesor no implica, sin embargo, la desaparición del feed-back.

otros profesionales. En realidad, se recomienda que sean creados por un equipo, formado por el profesor, un psicólogo y/o pedagogo, quienes diseñarían el programa, fijando objetivos, contenidos, estrategias y seguimiento del proceso; por un especialista que pondría atención al uso adecuado del medio (tratamiento de imágenes, color, secuencias audiovisuales, etc.), y por un técnico en informática, tanto para la operatividad del lenguaje, como para la creación de efectos especiales, y para las derivaciones que el mismo programa pueda ofrecer para otros usos, por ejemplo un IAO. Es posible en un futuro que la labor del técnico quede fijada ya en su inicio en el programa y que todo lo que se refiere a efectos especiales y sus derivaciones pueda realizarlo fácilmente el docente, gracias al sencillo manejo con que probablemente se cuente en estos programas en un futuro. El profesor dedicará sin duda una parte relativamente importante de su tiempo a preparar materiales multimedia para sus alumnos, y lo que puede parecer más sorprendente, a corregir los materiales multimedia con los que sus propios alumnos le presentarán sus trabajos. Se dan opiniones diversas, algunas ponen en duda las ventajas de estos sistemas. Los educadores ya no sólo intentan mantener vivo el espíritu de aprendizaje a lo largo de toda la vida, se les exige hacerlo. Los educadores han mostrado su interés por las diferencias entre el aprendizaje entre un entorno virtual y el aprendizaje en una clase tradicional. La discusión se centra en la comparación entre los beneficios a largo y a corto plazo de ambos, el entrenamiento necesario de los instructores y la necesidad de un equipamiento especializado y facilidades de construcción para los entornos realidad virtual de aprendizaje.

Uno de los problemas es que algunos educadores temen que los estudiantes dejen de apreciar la importancia de la disciplina, acentuada a lo largo de los años por los métodos tradicionales.

Hay que añadir a estas cuestiones la dificultad general para introducir cualquier tipo de cambio en los planes de estudio. La aceptación de los cambios dramáticos del paradigma, especialmente los que conllevan las nuevas tecnologías, es un proceso evolutivo cuyo éxito está directamente relacionado con los niveles de participación de la gente involucrada.<sup>481</sup>

A favor de estas tecnologías la opinión es que a pesar de que los programas interactivos multimedia son percibidos mayoritariamente como sistemas relativamente nuevos para la educación suponen en realidad un retorno a las más antiguas formas de educación y de suministro de información (la educación de masas obligó a abandonar la educación personalizada y a programar cursos comunes a todos los estudiantes). Uno de los aspectos más positivos de lo que puede denominarse genéricamente E.A.O. se basa en el hecho de que representa recuperar esa antigua tradición por partida doble, en la medida en que los programas multimedia son capaces de proporcionar formación individualizada y sobretodo, en la medida en que el profesor queda relevado de la transmisión automática y pesada de la información y se puede dedicar a la atención personalizada de sus alumnos.

---

<sup>481</sup> *Ibidem*, pp. 145-146.



# INDICE BIBLIOGRAFICO

---

## PARTE 2

- Aicher, Otl *El mundo como proyecto*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1994
- Alpiste, Francesc *Presente y Futuro - Aplicaciones multimedia*  
Barcelona, Ediciones Técnicas Rede, S.A., 1993
- Arbonies, Angel Luis *Nuevos enfoques en la innovación de productos para la empresa industrial*  
Bilbao, Departamento Foral de Promoción y Desarrollo Económico. Diputación Foral de Bizkaia, 1990
- Arce Cubero, Feliciano *Críticas a las Academias de Arte*  
Barcelona, Curso de doctorado, 1988-1989
- Armengol, Carme *¿Qué es un IAO?*  
Laboratorio de Aplicaciones informáticas en Educación. Dep. de Pedagogía Aplicada, UAB, 1993-94
- Bachmann, Albert  
Forberg, Richard *Dibujo Técnico*  
Barcelona, Editorial Labor, 1973
- Bañegil, T. M. *El sistema Just in Time y la flexibilidad de la producción*  
1993
- Bonfield, Peter *Autoevaluación. Directrices para empresas*  
Madrid, Club Gestión de Calidad, 1996
- Bou, Guillem *Tecnología actual de l'ensenyament assistit per ordinador*  
Laboratorio de Aplicaciones informáticas en Educación. Departamento de Pedagogía Aplicada, UAB, 1993-94
- Bricken, William *Cibercultura y nuevas tecnologías*  
Nueva Epoca nº12, 21-3-1998
- Brown, W. *Instrucción audiovisual. Tecnología, medios y métodos*  
México, Editorial Trillas, 1975
- Brune, Guido *Aspectos económicos de la empresa en la gestión del Diseño*  
Seminario Innovación y Diseño Industrial. Girona, septiembre 1993
- Bürdek, Bernhard E. *Diseño: historia, teoría y práctica del diseño industrial*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1994
- Burke, Robert L. *Enseñanza Asistida por Ordenador*  
Madrid, Editorial Paraninfo, 1986

- Busola, F  
y otros *Acotación funcional*  
Madrid, Editorial Tebar Flores, 1986
- Cabezas Gelabert, Lino *Curso doctorado 1994-96*  
Facultad de Bellas Artes. Barcelona
- Cabezas Gelabert, Lino *Ichnographia. La fundación de la arquitectura*  
EGA
- Campi i Valls, Isabel *Iniciació a la història del disseny industrial*  
Barcelona, Edicions 62, S.A., 1987
- Carol, Màrius *Cien años de diseño industrial en Cataluña*  
Barcelona, Enher, 1989
- Casey Larijani, L. *Realidad Virtual*  
Madrid, Mc. Graw-Hill, 1994
- Cellini, Benvenuto *Tratados de orfebrería, escultura, dibujo y arquitectura*  
Madrid, Ediciones Akal, S.A., 1989
- Cennini, Cennino *El libro del arte*  
Madrid, Ediciones Akal, S.A., 1988
- Clotet, Montserrat *Característiques de l'ordinador desde l'àmbit escolar*  
Laboratorio de Aplicaciones informáticas en Educación.  
Departamento de Pedagogía Aplicada, UAB, 1993-94
- Crosby, Philip B *La calidad no cuesta*  
Editorial CECSA, 1991
- Da Vinci, Leonardo *Cuaderno de Notas*  
Madrid, M.E. Editores, S.L., 1993
- Da Vinci, Leonardo *Tratado de Pintura*  
Madrid, Ediciones Akal, S.A., 1993
- Dalley, Terence *Ilustración y diseño*  
Madrid, Herman Blume Ediciones, 1992
- Daucher, Hans *Modos de Dibujar*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1987
- Daucher, Hans *Conceptos fundamentales en la Historia del Arte*  
Madrid, Editorial Espasa-Calpe, S.A., 1985
- Deming, Edwards *Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis*  
Editorial Díaz de Santos, 1989
- Dorfles, Gillo *El diseño industrial y su estética*  
Barcelona, Editorial Labor, S.A., 1977



- Dormido, Sebastián *La revolución del conocimiento*  
Muy Especial 20. Enero 1995
- Draper, Joan *La École des Beaux-Arts y la profesión de arquitecto en los EE.UU*  
Madrid, Editorial Cátedra, S.A., 1984
- Esherick, Joseph *La enseñanza de la arquitectura en los años 30 y 70*  
Madrid, Editorial Cátedra, 1984
- Fadón Salazar, F. *"Gaspar Monge"*  
Acta del VII Congreso Internacional de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Vigo 1995
- Félez, Jesús  
Martínez, María Luisa *Dibujo Industrial*  
Madrid, Editorial Síntesis, 1996
- Ferrón, Miquel *Así se pinta con aerógrafo*  
Barcelona, Parramón Ediciones, S.A., 1992
- Frater, Jaral  
Paulissen, Dirk *El gran libro de multimedia*  
Barcelona, Editorial marcombo, 1994
- French, Thomas  
Svensen, Carl *Dibujo Técnico*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1975
- Fry, Edward B *Máquinas de enseñar y enseñanza programada*  
Madrid, Editorial Magisterio Español, S.A., 1969
- Fuentes, Alberto de las *Internet*  
El Mundo, Su dinero. Suplemento dominical 2-3-1997
- Gardner, Howard *Inteligencias múltiples, la teoría en la práctica*  
Barcelona, Ediciones Paidós, 1995
- Gardner, Howard *Educación artística y desarrollo humano*  
Barcelona, Ediciones Paidós, 1994
- Geyer, Erich *Gestión de diseño industrial*  
UNTEC, Innovación y Diseño Industrial. Ventajas competitivas en el desarrollo de productos. Septiembre 1993
- Geyer, Erich *Organización del Desarrollo del Producto. Innovación y*  
UNTEC, Innovación y Diseño Industrial. Ventajas competitivas en el desarrollo de productos. Septiembre 1993

- Gibson, William *Neuromancer*  
Barcelona, Editorial Minotauro, 1989
- González, Joaquín *Técnicas y Materiales de dibujo en España. Noticias sobre el concepto y la práctica del dibujo en los tratados españoles*  
Barcelona, Editorial de Universidad Complutense, 1989
- Gubern, Roman *Mensajes icónicos en la cultura de masas*  
Barcelona, Editorial Lumen., 1964
- Günter, Hugo Magnus *Manual Para dibujantes e ilustradores*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1992
- Haselberger, Lothar *Planos del templo de Apolo en Dídyma*  
Historia y Ciencia
- Haselberger, Lothar *Descifrando un plano romano*  
Investigación y Ciencia 227, Agosto 95
- Heskett, John *Breve historia del diseño industrial*  
Barcelona, Ediciones del Serbal, S.A., 1985
- Hudson, Keith *Enseñanza asistida por ordenador*  
Barcelona, Editorial Técnicas Rede, S.A., 1986
- Huertas Pasquier, Carlos *Una preparación integral*  
El Periódico. 25-1-1997
- Huisman, Denis  
Patricx, Georges *La estética industrial*  
Barcelona, Ediciones oikos-tau, S.A., 1971
- Ishikawa, Kaoru *What is Total Quality Control?*  
The Japanese Way, Prentice-Hall, 1985
- Kostof, Spiro *El arquitecto. Historia de una profesión*  
Madrid, Editorial Cátedra, 1984
- Landi, Marco *Autoevaluación. Directrices para empresas*  
Madrid, Club Gestión de Calidad, 1996
- Lapuente, Chema *Explora*  
Madrid, primavera, 1997
- Laseau, Paul *La expresión gráfica para arquitectos y diseñadores*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1982
- Lavroff, Nicholas *Mundos Virtuales, Realidad Virtual y Ciberespacio*  
Madrid, Editorial Anaya Multimedia., 1993



- Lefranc, Robert *Las Técnicas audiovisuales al servicio de la enseñanza*  
Buenos Aires, Editorial El Ateneo., 1973
- Liendo Chapellin, Pablo <http://www.funredes.org/liendo/charlas/virtual>
- Löbach, Bernd *Diseño Industrial*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1981
- Loonnis, Andrew *Dibujo de éxito*  
Buenos Aires, Editorial Librería Hachete S.A., 1960
- Lupton, Ellen  
Miller, Abbott *El abc de la Bauhaus y la teoría del diseño, 32*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1994
- Luzadder, Warren J. *Fundamentos de dibujo en ingeniería*  
México, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 1988
- Mac Donald, William *Los arquitectos romanos*
- Madariaga, Luis de *Sofisticada tecnología para diseño y producción*  
Auto-Revista. Enero 1992
- Maier, Manfred *Procesos elementales de proyectación y configuración*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1982
- Maldonado, Tomás *El diseño industrial reconsiderado*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1993
- Mañá, Jordi  
Balmaseda, Santiago *El desarrollo de un diseño industrial*  
Madrid, Edita el Instituto de la pequeña y la mediana empresa industrial. 1990
- Mañá, Jordi *El diseño industrial. Biblioteca Salvat de grandes temas.*  
Barcelona, Salvat Editores, S.A., 1973
- March, James  
Simon, Herbert *Teoría de la organización*  
Barcelona, Editorial Ariel, S.A., 1987
- Marquès i Sureda, Salomó *De l'Escola de dibuix a l'Escola Municipal de Belles Arts*  
Girona, Ed. Ajuntament de Girona., 1990
- Martí, Rafael *L'estratègia de la gestió de la qualitat total*  
Publicación. Universitat de Girona, 1997
- Martínez Argote, A. *Una nueva forma de expresión: Multimedia*  
Vigo, Actas del VII Congreso de Ingeniería Gráfica, 1995
- Meade, D *QFD, la calidad orientada al consumidor*  
Forum Calidad, 1989
- Medina, Luis *Control mental*  
La revista, El Mundo, 15-9-1996

- Miller, J. Abbott *La bauhaus y la teoría del diseño*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1994
- Moles, Abraham *La comunicación y los Mass Media*  
Bilbao, Editorial Mensajero, 1975
- Munari, Bruno *El arte como oficio*  
Barcelona, Editorial Labor, S.A., 1968
- Munari, Bruno *¿Cómo nacen los objetos?*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1983
- Munari, Bruno *Diseño y comunicación visual*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1973
- Muñoz, José Javier *Expresión artística y audiovisual. De los primeros signos a la realidad virtual*  
Salamanca, Amarú Ediciones, 1993
- Navarro de Zuñillaga, Javier *Imágenes de la perspectiva*  
Madrid, Ediciones Siruela, S. 1996
- Neira, Carolina Cruz *Cibercultura y nuevas tecnologías*  
Nueva Epoca nº12, 21-3-1998
- Neves, M.M. *A Multimedia e o mundo dos textos*  
Vigo, Actas del VII Congreso de Ingeniería Gráfica, 1995
- Norman, Donald A. *Ordenadores, electrodomésticos y otras tribulaciones*  
Barcelona, Plaza y Janés editores S.A., 1993
- Pablos Pons, Juan de *El cine didáctico*  
Iº Certamen Nacional de Cine Didáctico. Abril 1977
- Pablos Pons, Juan de *Posibilidades y Metodología*  
Madrid, Editorial Narcea, S.A., 1980
- Palomino, Antonio *El Museo pictórico y escala óptica*  
Madrid, Aguilar S.A. de Ediciones, Tres Tomos. 1988
- Paricio, Álvaro  
García, María Luisa *Técnica de expresión gráfico-plásticas*  
Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia, 1995
- Parramón, José M. *El Gran Libro del Dibujo*  
Barcelona, Parramón Ediciones, S.A., 1988
- Pavón Fuentes, Javier *El presente de la ingeniería mecánica asistida por ordenador CAD STARS, nº 32, marzo 92*



- Pereda, Felipe *El nacimiento de la Bauhaus*  
El Mundo. Suplemento 7 días. 24-4-1994
- Pérez Sánchez, Alfonso *Historia del dibujo en España, de la Edad Media a Goya*  
Madrid, Ediciones Cátedra, S.A., 1986
- Pevsner, Nikolaus *Academias de Arte: Pasado y Presente*  
Madrid, Ediciones Cátedra, S.A., 1982
- Pignatti, Terisio *El dibujo. De Altamira a Picasso*  
Madrid, Editorial Cátedra, S.A. 1981
- Pipes, Alan *El Diseño Tridimensional. Del boceto a la pantalla*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1989
- Piqué, Josep *El País. 3-12-1998*
- Planque, Bernard *Máquinas de enseñar*  
Editorial Plaza & Janés, 1970  
Plaza y Janés editores S.A. 1970
- Portillo Franquelo, Pedro *Calidad, creatividad, fantasía e imaginación; las notas de una nueva dimensión de la expresión gráfica*  
Málaga, Actas del X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Junio 1998
- Powell, Dick *Técnicas de Presentación*  
Madrid, Editorial Hermann Blume, 1986
- Powell, Dick  
Monahan, Patricia *Técnicas avanzadas de rotulador*  
Madrid, Herman Blume Ediciones, 1993
- Pura C, Roy *Realidad Virtual*  
Técnica industrial, nº 216
- Quarante, Danielle *Diseño Industrial*  
Barcelona, Ediciones CEAC, S.A. 1992. Tomo I
- Quarante, Danielle *Diseño Industrial*  
Barcelona, Ediciones CEAC, S.A. 1992. Tomo II
- Ramsauer, Johannes *Kurze Skizze meines pädagogische lebens*  
England, Research Publications, 1987
- Rejón de Silva, Diego Antonio *Diccionario de las nobles artes para instrucción de los Aficionados y uso de los Profesores*  
Segovia. Imprenta de D. Antonio Espinosa, Edición Facsímil. Consejería de Cultura y Educación. Murcia
- Rheingold, Howard *Cibercultura y nuevas tecnologías*  
Nueva Epoca nº12, 21-3-1998

- Ribera, J. *El sistema de produccción Just in Time*  
1990
- Rosenfeld, Nan *La real administración de edificios en Francia*  
Madrid, Ediciones Cátedra, S.A., 1984
- Rotger, J.J  
Canela, M.A. *Gestión de la Calidad Total*  
Beta Editorial, 1996
- Rothwell, Roy *Diseño y Fabricación en el producto lean. La 5ª generación en el proceso de innovación*  
Seminario Innovación y Diseño Industrial. Girona, septiembre 1993
- Roy, Pura C *La realidad virtual y la ingeniería*  
Técnica Industrial. Enero-Febrero-Marzo 1995 nº 216
- Ruiz de la Rosa, José A. *Geometría Fabrorum o la antítesis de las teorías sofisticadas*  
E.T.S. de arquitectura de Sevilla. Boletín académico, 7 oct'87
- Ruskin, Jhon *El Libro de las Citas*  
Muy Interesante, nº 131. Publicación G+J. España, 1992
- Ruskin, John *Les tècniques del dibuix*  
Barcelona, Glauco y Editorial Laertes, 1983
- Saderra, Lluís *La Calidad Total*  
Barcelona, Ediciones Técnicas Rede, S.A., 1994
- Sainz, Jorge  
Valderrama, Fernando *Infografía y arquitectura*  
Madrid, Editorial Nerea, S.A., 1992
- Sainz, Jorge *El dibujo de arquitectura*  
Madrid, Editorial Nerea, S.A., 1990
- Salguero Andújar, F.J. *Orígenes y desarrollo histórico de los gráficos por ordenador*  
Acta del VII Congreso Internacional de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Vigo 1995
- Satué, Enric *El diseño gráfico*  
Madrid, Alianza Editorial, 1988
- Satué, Enric *Diseñador*  
Barcelona, Editorial Grijalbo, 1994
- Senllé, Andrés  
Stoll, Guillermo *Calidad Total y normalización ISO 9000*  
Barcelona, Ediciones Gestión 2000, S.A., 1994
- Simon, Herber A. *La nueva ciencia de la decisión gerencial*  
Buenos Aires, Editorial El Ateneo, 1982



- Simpson, Ian  
*La nueva guía de la ilustración*  
Barcelona, Editorial Hermann Blume, 1993
- Sorli, Mikel  
*Despliegue de la Función Calidad. QFD*  
Bilbao, San Sebastián, Master en Gestión de Calidad,  
1991/1992
- Sorli, Mikel  
*III Semana Europea de la Calidad*
- Suárez, María  
*Gráfica & Diseño, nº 17 Sep'97*
- Suárez, Fermin  
*Internet en el mundo empresarial*  
El Periódico 25-1-1997
- Swann, Alan  
*La creación de bocetos gráficos*  
Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1990
- Vitrac, Jean Pierre  
Gaté, Jean Charles  
*La estrategia de Producto y Diseño*  
Barcelona, Editorial Gestión 2000, S.A., 1994
- Vitruvio Polión, Marco  
*Los Diez Libros de Arquitectura*  
Madrid, Ediciones Akal, S.A, 1992
- Whitford, Frank  
*Le Bauhaus*  
Paris, Editorial Thames & Hudson, S.A.R.L. 1989
- Wick, Rainer  
*Pedagogía de la Bauhaus*  
Madrid, Alianza Forma., 1993
- Desarrollo tecnológico, nº6, Ene'94*
- Cibercultura y nuevas tecnologías*  
Nueva Epoca nº12, 21-3-1998
- Transfert & Innovation Technologiques, nº 5, Sep'98*  
Publicación de la Comisión Europea
- La Maitrise Totale de la Qualité*  
Rône Poulenc
- Enciclopedia Hispánica. Enciclopedia Británica Publishers*  
Inc. Kentucky. EE.UU 1990
- <http://www.upv.es/ceig> 96

## **Capítulo I**

### **Técnicas tradicionales bidimensionales de expresión y representación en diseño**

#### **1. La búsqueda de ideas**

##### **1.1. Técnicas monocromáticas**

- 1.1.1. Lápiz
- 1.1.2. Lapiceros de color
- 1.1.3. Lápiz color y rotulador
- 1.1.4. Pluma
- 1.1.5. Bolígrafos
- 1.1.6. Pastel
- 1.1.7. Rotulador

##### **1.2. Técnicas en color**

- 1.2.1. Lapiceros de color
- 1.2.2. Pastel
- 1.2.3. Acuarela
- 1.2.4. Rotulador

#### **2. Dibujos de conformación general**

- 2.1. Papel coloreado
- 2.2. Mixta
- 2.3. Aerógrafo

#### **3. El dibujo descriptivo**

- 3.1. Objetos en corte o sección
- 3.2. Imágenes secuenciales
- 3.3. Perspectivas de despiece
- 3.4. La vista en detalle
- 3.5. Diagramas
  - 3.4.1. Estructurales
  - 3.4.2. Funcionales
  - 3.4.3. De uso
  - 3.4.4. Narrativos
  - 3.4.5. De flujo
  - 3.4.6. Productivos
  - 3.4.7. De mercado

#### **4. Dibujos técnicos**

- 4.1. Pre-planos
- 4.2. Planos de presentación
- 4.3. Planos técnicos para la producción



## Capítulo II

### Técnicas tridimensionales de representación

#### 1. Realización de maquetas

##### 1.1. Maquetas formales

- 1.1.1. De producto
- 1.1.2. De edificación e instalaciones
- 1.1.3. De medios de transporte
- 1.1.4. Topográficas

##### 1.2. Maquetas funcionales

#### 2. Creación de modelos

##### 2.1. Estáticos o formales

- 2.1.1. De productos
- 2.1.2. De edificación o infraestructura

##### 2.2. Modelos funcionales

##### 2.3. Modelos ergonómicos

#### 3. Construcción de prototipos

## Capítulo III

### Técnicas asistidas por ordenador

#### 1. Las variables gráficas en informática

##### 1.1. La construcción de formas

- 1.1.1. Generación de gráficos por ordenador
- 1.1.2. El uso del CAD y las 2D

##### 1.2. El tratamiento de la luz

##### 1.3. El tratamiento del color

##### 1.4. La creación de texturas

#### 2. Del 2D al 3D

##### 2.1. Programas de ayuda al proyecto en diseño

##### 2.2. Realización de modelos y prototipos

#### 3. Del 3D al 4D

##### 3.1. La dimensión tiempo

- 3.1.1. Generación de animaciones
- 3.1.2. Realidad virtual y el entorno

##### 3.2. Entornos gráficos en la red

## **Capítulo IV**

### **Las técnicas de presentación**

#### **1. Elección de la vista**

1.1. Representación en vista frontal

1.2. Representación en perspectiva

#### **2. Montaje de las imágenes**

2.1. La composición de paneles

2.1.1. Distribución de las imágenes

2.1.2. Color en las imágenes

2.1.3. Inclusión de textos

2.1.4. El soporte

2.1.5. El adhesivo

2.2. Ambientación de las imágenes

2.2.1. Creación de fondos

2.2.2. Tratamiento de la superficie

2.2.3. Elementos del entorno

2.3. La protección

2.3.1. El fijado

2.3.2. Recubrimientos exteriores

2.3.3. Las carpetas de presentación

#### **3. Ayudas visuales a la exposición**

3.1 Pizarras

3.2. Paneles o gráficos sobre papel

3.3. Retroproyección

3.4. Diapositivas

3.5. Vídeo y animación

3.6. La presentación informatizada



## **CAPITULO I**

# **TECNICAS TRADICIONALES BIDIMENSIONALES DE EXPRESION Y REPRESENTACION EN DISEÑO**

Como ya se indicó en el capítulo I de la parte I (página 60), el pensamiento gráfico o pensamiento plástico conlleva necesariamente una componente formal y por tanto una componente visual. Implica una comunicación expresiva entre pensamiento, emisor y receptor. Se trata de una expresión de ideas por una parte, y de un disfrute de ellas por el receptor, por otra. Para elaborarlas se utilizan unos recursos, unas técnicas de expresión que ayudan a expresarlas mejor.<sup>1</sup>

Todo diseñador, como señalarán French y Svensen<sup>2</sup>, ha de poseer dos cualidades esenciales: ser capaz de imaginarse la forma y dimensiones de un objeto, y ser capaz de describirlo de forma que una tercera persona lo pueda comprender. En general, ilustran más sobre la forma y dimensiones de un objeto unas pocas líneas trazadas sobre un papel blanco que la mejor fotografía o una descripción escrita del mismo. Por otra parte no pueden tomarse fotografías de un objeto que todavía está por construir, y por tanto hay que recurrir al dibujo.

Todas las técnicas de representación bidimensionales tendrán como objetivo dar a conocer aspectos formales, funcionales, estructurales, o de uso del concepto de diseño desarrollado. Dentro de este apartado y cumpliendo con los objetivos anteriormente señalados puede establecerse una división de las técnicas bidimensionales estableciendo cuatro grupos claramente diferenciados. Estos grupos corresponderían al de los bocetos, dibujos de presentación, dibujos descriptivos y dibujos técnicos. El dibujo será por tanto la herramienta básica fundamental del diseñador industrial.

El conocimiento de un material permite su utilización con unos resultados satisfactorios, una seguridad de ejecución y una adaptación entre idea y medios. Históricamente, puede verse la gran variedad de materiales que han empleado los artistas de todos los tiempos, así como su adecuación mediante el conocimiento y dominio de ellos. Conocían y practicaban el oficio de artista sabiendo las recetas y composición de los materiales, cosa que hoy no se puede afirmar pues se encuentran en esta sociedad actual de consumo toda la variedad de medios ya preparados.

El proceso de proyectar se materializa, de forma gráfica y tridimensional, desde un esquema conceptual abstracto hasta la perspectiva más figurativa, desde el modelo funcional más tosco hasta la maqueta más refinada. Con todo este material el

---

<sup>1</sup> Paricio, Álvaro y García, M<sup>a</sup> Luisa: *Técnicas de expresión gráfico – plásticas*. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid. 1995, p 7

<sup>2</sup> French, Thomas y Svensen, Carl: *Dibujo Técnico*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili ,S.A., 1975, p. 60.

diseñador primero analiza, construye y expresa sus ideas para, posteriormente, comunicarlas a quienes deben ejecutar su realización material y productiva.<sup>3</sup>

Un diseñador industrial debe ser capaz de visualizar un producto, es una parte esencial de su trabajo. Tan importante como lo anterior es el ser capaz de mostrar sus ideas de manera precisa en el papel. Los clientes siempre esperarán que el diseñador presente las nuevas ideas de una manera clara, convincente, simple y económica. Al proporcionar una variedad de ideas, no solo se da al cliente la oportunidad de elegir, sino que además ayuda a evitar que el diseñador se mueva en una dirección errónea. Muchos de los clientes no pueden entender los dibujos de ingeniería y por ello supone una gran ventaja que los diseñadores sean capaces de resumir sus ideas rápidamente en forma de dibujo. Todos estos dibujos no deben ser muy elaborados, limpios y frescos y se realizan rápida y ligeramente, con seguridad.

A la hora del comienzo surgen los primeros problemas, lo que debería ser una transición natural del bloc de bocetos al papel de dibujo se convierte en un obstáculo difícil de superar, por falta de confianza en uno mismo y por desconocimiento de unas pocas técnicas. Para diseñar con éxito Swann recomienda desarrollar ciertas técnicas: una habilidad básica para crear técnicamente dibujos competentes, con comprensión de los medios utilizados en el proceso y familiaridad con los mismos.<sup>4</sup>

En opinión de Taboada y Napoli<sup>5</sup> es indispensable que en el Diseño Industrial el diseñador domine las técnicas que le permitan transmitir sus ideas de diseño. Es necesario un gran entrenamiento en: el dibujo técnico, el dibujo a mano alzada, el uso del color, la fotografía y la construcción de modelos. Mulherin(1987)<sup>6</sup> comparte la misma opinión:

*“En el mundo del diseño no es necesario ser un experto dibujante para hacer bocetos para el cliente. Sin embargo, es esencial tener un buen conocimiento de los medios, estilos y técnicas de dibujo, así como desarrollar la capacidad de comunicar ideas de manera rápida y clara mediante imágenes”.*

En sus formas más comunes, la práctica del proyecto se materializa en la redacción de unos documentos-tipo: bocetos, acotaciones, detalles, proyecciones, desarrollos geométricos (plantas, alzados, secciones, detalles constructivos a diversas escalas), perspectivas y maquetas. Son documentos descriptivos y analíticos cuya base es el dibujo, la escritura y las construcciones tridimensionales<sup>7</sup>.

---

<sup>3</sup> Mañá, Jordi y Balmaseda, Santiago: *El desarrollo de un diseño industrial*. Instituto de la pequeña y mediana empresa industrial. Madrid, 1990. p. 9

<sup>4</sup> Swann, Alan : *La creación de bocetos gráficos*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1990, p. 6.

<sup>5</sup> Taboada, Emil y Napoli, Roberto: *El diseño Industrial*. Buenos Aires, Centro Editor de América Latina S.A., 1977, p. 61

<sup>6</sup> Mulherin, Jenny: *Técnicas de presentación para el artista gráfico*. Editorial Gustavo Gili , S.A. Barcelona. 1990, p.44

<sup>7</sup> Mañá, Jordi y Balmaseda, Santiago: op. cit., p.48



Las técnicas de representación se pueden entender como un conjunto de procedimientos y recursos de los que se vale el diseñador industrial para mostrar los materiales, dimensiones, funcionamiento, estructuración y coherencia formal de los productos que se van a reproducir en serie.

Por su dimensión las técnicas de representación tienen dos clasificaciones:

- Bidimensionales
- Tridimensionales.

Algunos autores no diferencian las técnicas bidimensionales de las tridimensionales. Este es el caso de Arbonés quien hablando de las diferentes vías o técnicas de comunicación de los diseñadores comentará que éstas pueden dividirse en: dibujos, modelos, diagramas, etc. Para Arbonés serán técnicas adquiridas por el diseñador en su fase de formación y que además forman parte del repertorio más conocido del diseñador. Son técnicas en sí mismas pero constituyen una manera de pensar y, lejos de ser irrelevantes, tienen gran influencia en el desarrollo de nuevos productos. Por ejemplo, permiten que los miembros de un equipo capturen los puntos clave de una propuesta de producto y facilitan la integración de ideas, fundamental en los procesos de trabajo en equipo. Desgraciadamente, en opinión de Arbonés<sup>8</sup>, esta habilidad ha sido puerilmente desaprovechada en muchos casos, o bien, identificada únicamente con una cuestión de buen gusto.

Alan Swan(1989)<sup>9</sup> al igual que Arbonés no diferencia entre técnicas bidimensionales y tridimensionales. Se referirá a técnicas gráficas o tridimensionales y las dividirá en tres etapas:

1. La idea esbozada que puede venir en forma de notas escritas o de una simple y rápida anotación gráfica.
2. Definir los elementos necesarios para el diseño. La forma y el espacio se obtienen mediante composiciones esquemáticas.
3. Boceto acabado. Convencer visualmente al cliente.

---

Mientras se puede interpretar a la perspectiva como un modelo analógico (una construcción geométrica sobre un plano bidimensional que falsea la profundidad), un organigrama puede ser un modelo sistemático de expresión de un sistema complejo. No se olvide que otras disciplinas tienen sus propios códigos: el solfeo para la música, las fórmulas para el químico, etc. De esta forma llega a aceptarse que la práctica proyectiva contiene a lo largo de su proceso, y de forma simultánea: a) modelos sistemáticos y b) modelos analógicos.

- a) Con los primeros, se describirán las relaciones lógicas entre las partes del problema y su materialización debe permitir la evaluación del resultado previsto hasta aquel momento (proyecto como prefiguración), y el descarte de alternativas no deseables.
- b) Con los modelos analógicos utilizados en cada etapa (croquis, maquetas, perspectivas, planimetrías, etc.), se simulará el comportamiento de los sistemas y se predecirán las consecuencias de las decisiones tomadas. La formulación correcta de los modelos indicará lo que debe hacerse en cada caso y tomar las decisiones acertada y ordenadamente.

<sup>8</sup> 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.

<sup>9</sup> Swann, Alan: 1989, op. cit., p. 6

Otros autores como Emil Taboada y Roberto Nápoli<sup>10</sup> hacen ya una diferenciación entre las técnicas bidimensionales y las tridimensionales, e incluirán estas técnicas en lo que agruparán como etapas en el diseño. Establecerán dentro de las bidimensionales:

*El dibujo a mano alzada.* Representará un valioso medio de expresión, ya que permite una percepción mas directa por el uso de la perspectiva. Significa para el diseñador una herramienta de trabajo que le permite visualizar rápidamente cada idea que pueda surgir a lo largo de un proceso.

*El uso del color* que puede ser un complemento muy útil cuando se desea llegar a una visualización más cercana a la realidad.

*El dibujo técnico* que ha de ser conocido tanto para representar correctamente los elementos que componen un producto, a fin de ser interpretados por los responsables de su fabricación como para comprender las características dimensionales y constructivas de elementos ya existentes que, por ejemplo, deben ser incluidos en un proyecto, como dispositivos, mecanismos, etc. Como técnicas tridimensionales establecerán la construcción de maquetas. Mañá y Balmaseda<sup>11</sup> lo denominarán sistemas de modelación y harán la distinción entre bidimensionales y tridimensionales. Bruno Munari<sup>12</sup> hace también la distinción entre técnicas bidimensionales y tridimensionales. Respecto a las primeras se referirá dentro del proceso proyectual en el diseño y señalará distintos tipos de dibujos, desde el simple boceto para fijar una idea útil para la proyectación, hasta los dibujos constructivos, los alzados, las axonometrías, el dibujo despiezado, los fotomontajes.

Para Gerardo Rodríguez<sup>13</sup>, además de hacer una diferenciación entre las técnicas bidimensionales y las tridimensionales, en lo referente a las bidimensionales hará una división y establecerá diferentes tipos:

- Bocetos, croquis o esquemas
- Diagramas
- Preplanos
- Planos de presentación
- Planos técnicos para la producción
- Ilustraciones o réndering
- Fotografías, transparencias y películas

---

<sup>10</sup> Taboada ,Emil y Napoli, Roberto: op. cit., p. 61.

<sup>11</sup> Mañá, Jordi y Balmaseda, Santiago: op. cit., p.47

<sup>12</sup> Munari, Bruno: *¿Cómo nacen los objetos?*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1983, p. 65

<sup>13</sup> Rodríguez, Gerardo: op. cit.