

# El impacto de las matemáticas y las TIC en el proceso del diseño creativo

Manuel-Viggo Castilla

*The impact of exact sciences and ITC in the creative design process*

## RESUMEN

La utilización de las ciencias exactas y el desarrollo de la tecnología de la información y de la comunicación (TIC) tiene un indudable impacto en la ingeniería del diseño y, más concretamente, en la nueva concepción del diseño. Esto nos obliga a pensar en la necesidad de cambios en el actual proceso de diseño debido a la influencia de estas nuevas herramientas. En este artículo se exponen algunos aspectos del proceso creativo, ante la presencia, cada día más inevitable, de las matemáticas y las TIC. Mediante algunos ejemplos, ilustrados en este trabajo, puede explicarse una nueva visión del actual desarrollo de los procesos y su posible integración en un entorno inteligente. Una auténtica comunión del diseñador con las matemáticas y las TIC será el futuro de la práctica creativa, que intentará mejorar la eficiencia y calidad del objeto diseñado.

Recibido: 11 de enero de 2011  
Aceptado: 4 de marzo de 2011

## ABSTRACT

*The use of exact sciences and the development of information and communication technology (ITC) has an undeniable impact on engineering design and more specifically, the new concept of design. This forces us to think about the need for changes in the current design process due to the influence of these new tools. In this article some aspects of the creative process are presented in the face of the ever more inevitable presence of exact sciences and ITC. By way of examples, illustrated in this article, a new vision of the current development processes and their possible integration within an intelligent environment can be explained. A true communion of the designer with exact sciences and ITC will be the future of creative practice, which will seek to improve the efficiency and quality of the designed object.*

Received: January 11, 2011  
Accepted: March 4, 2011

## Palabras clave

Diseño, matemáticas, creatividad, TIC

## Keywords

Innovation, communication, information, exact sciences, creative process, design, ITC



Foto: Pictelia

Una de las primeras concepciones del diseño se debe a la oposición y rechazo de los intelectuales a la conocida uniformidad de producción que ocasionó la revolución industrial en la segunda mitad del XIX. El nacimiento del movimiento Arts & Crafts en Inglaterra estuvo directamente relacionado con la necesidad de reconocer las posibilidades estéticas y sociales de cualquier producto final. Sin embargo, la estética, relacionada con la mano de obra, y la exclusividad, resultaron poco adecuadas para que el producto pudiera llegar a una mayoría, quedando en manos de las minorías burguesas. Este inesperado problema hizo que las diferentes tendencias creativas del momento tuvieran que decidir entre lo *tradicional* y lo *funcional*.

En 1919 se fundó la escuela de la Bauhaus, que desarrolló una gran labor durante el siglo XX en el campo de las artes y, concretamente, del diseño. Su contribución a la denominada “estética industrial” ha sido una de las grandes aportaciones a la teoría del diseño basada en la integración de los conceptos de técnica, forma y funcionalidad.

Sin embargo, las líneas maestras de la Bauhaus chocaban frontalmente con la concepción del *diseño*, o mejor dicho, del *antidiseño* (*Styling*) que se extendía por

EE UU sobre 1940. Lógicamente, existió una contestación debida a una nueva tendencia, *good design*, que ponderaba el producto en relación con su propia estética. La consecuencia inmediata fue la creación de la Escuela de Ulm (1955), continuadora de las líneas maestras de la Bauhaus. Es de destacar la influencia de estas escuelas en la actual concepción del diseño.

A partir de 1960 el diseño tuvo una gran importancia en el campo de la comunicación. Consecuentemente, los conceptos y estilos se difunden debido al gran auge de las comunicaciones, así como de la información plasmada en la publicación de innumerables fuentes bibliográficas, congresos, exposiciones etcétera, pero la mayor contribución al diseño creativo se debió al profundo desarrollo que alcanzó el *software* al final del siglo XX.

En la década de 1970 a 1980 se creó la conciencia de que la formación de un diseñador industrial no debe asociarse con la labor artesanal ni con las bellas artes, sino con la tendencia italiana llamada “cultura del proyecto”. El final del siglo XX se caracteriza fundamentalmente por la industrialización de los productos (objetos) dirigida hacia un consumismo exagerado, provocando a su vez,

una cultura de la “indiferencia” sobre el diseño creativo. El reto que nos plantea el futuro es la primacía de la “calidad” sobre la “cantidad”, posibilitando un nuevo rol del “diseño creativo” como puente entre lo tecnológico y lo artístico. A partir de estas consideraciones puede concebirse la ingeniería del diseño como una mezcla entre ciencia, técnica y arte. La combinación de de estas materias hace que el diseñador tenga ante sí una difícil tarea. Ante todo, debe combinar esos elementos básicos y, al mismo tiempo, utilizar otros muchos factores que desempeñan un papel importante en la materialización del producto final.

### Etapas del proceso creativo

Puede decirse que el diseño como proceso creativo contiene tres fases, bien diferenciadas pero íntimamente relacionadas: concepción, simulación y materialización. Esta clasificación es una lógica secuencia del proceso y no tiene por qué ser única. Así, la concepción incluye un punto de partida, diferente en cada proceso, y un análisis global de formas y relaciones entre diferentes partes del objeto que diseñar. Una vez obtenido el concepto claro de lo que se quiere diseñar, la simulación será más capaz de acercarnos a la realidad de lo concebido,

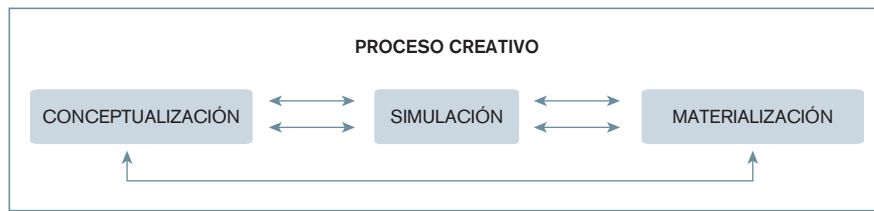


Figura 1. Fases del proceso creativo en la ingeniería del diseño.

cuanto más avanzados sean los modelos de *software* utilizados. Por último, la materialización implica que el modelo geométrico ha de ser transformado en componentes y materiales mediante distintas subfases hasta llegar al objeto final. En todo el proceso existe una gran necesidad de aplicar conocimientos basados en las matemáticas, física, ciencia de materiales, etcétera, además de las conocidas tecnologías de la información y comunicación. Todas estas disciplinas conforman las CETIC (ciencias exactas y tecnología de la información y comunicación).

De este análisis puede deducirse que el diseño creativo implica un proceso deductivo e inductivo a la vez (figura 1).

Un ejemplo de las tres fases del proceso creativo puede verse en la figura 2, donde la sencillez del concepto (a), y la suprema elegancia del modelo simulado, (b), se materializa en una realidad mágica de inusitada belleza (c).

### Influencia de las CETIC en la ingeniería del diseño

La acelerada aplicación de las CETIC esta provocando un cambio en la mentalidad del diseñador. Hasta hace muy poco tiempo, una vez concebido el producto final se materializaba de forma secuencial. Hoy el proceso es distinto y ejemplo de ello es la función de los ordenadores en el diseño creativo, que no solo se utilizan como herramientas para simular, animar o visualizar, sino que, además, adquieren un papel distinto si se utilizan como medio para la implementación de

algoritmos, la comunicación con Internet, la *web* etcétera. En el quehacer diario del diseñador, el ordenador es un compañero de trabajo.

Así, la concepción en el proceso de diseño incluye un conjunto de formas y relaciones entre las diferentes partes del objeto que debe ser diseñado. Por otra parte, la simulación de lo concebido permite la utilización de las ciencias exactas para mejorar la rapidez y exactitud del proceso, además de la presencia del ordenador como medio insustituible en el uso de la información y comunicación. En esta fase, el *software* adquiere una importancia capital, porque facilita un proceso complicado que, además, requiere la integración de diversas fuentes como datos, control y presentación de resultados.

Una vez que se considera viable el proceso de diseño a partir de la simulación, dicho proceso se materializa transformando el modelo a partir de componentes y distintos materiales. Esto exige una gran variedad de trabajos en la fase de materialización: dimensionado, construcción, materiales, detalles insustituibles del objeto, etcétera

En la actualidad, la utilización de matemáticas avanzadas (CE) en la ingeniería gráfica, visión, y modelado de imágenes etc. no sería posible sin la ayuda de la tecnología de la información y comunicación (TIC) (Franchini, 2009).

### Influencia de las ciencias exactas

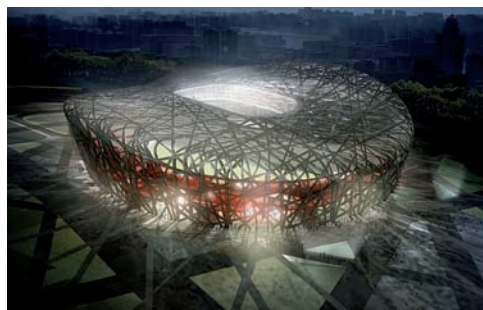
Paralelamente al impacto del avance las nuevas tecnologías, en el diseño y su entorno ha crecido la necesidad de intro-

ducir nuevas disciplinas que a su vez generan una innovación importante en el proceso creativo. Esto es debido básicamente a la gran cantidad de datos e información que debe procesarse. Además, la complejidad de los procesos de diseño, hace que debamos tomar decisiones y soluciones rápidas y eficientes dirigidas frecuentemente hacia una variable de importancia capital como es el coste del producto. En este sentido, en la última década del siglo XX y los primeros años del XXI, la teoría y metodología del procesamiento de la información han estado asociadas a una tecnología emergente conocida como tecnología del procesamiento de la información.

Una contribución importante a estos aspectos se debe a distintos campos de las matemáticas, que de esta forma influyen muy positivamente en las diferentes fases del proceso creativo. Un ejemplo significativo de lo expuesto es la utilización de la teoría de funciones *wavelets*, que como nueva herramienta para la generación de “patrones” es a veces imprescindible en la fase inicial del proceso creativo. Aunque en esta fase pueden utilizarse otras herramientas, la descomposición espacial que permiten las funciones *wavelets* consigue una segura descripción matemática del diseño y descompone la información en distintos niveles que facilitan la observación del modelo elegido.

Esta descomposición se realiza mediante el llamado Algoritmo Multirresolución (AM) (Mallat, 1989), que tiene una gran implicación en la ingeniería del diseño, sobre todo, desde el punto de vista de generación de patrones en espacios multidimensionales. De forma intuitiva, en la figura 3 se muestra un ejemplo de cómo el carácter de las curvas de la ilustración puede ser modificado con diferentes detalles obtenidos en la descomposición *wavelet*. El sistema utilizado para crear esta figura se describe

Figura 2. Estadio Nacional de Pekín (China) (Herzog &amp; de Meuron, 2008). (a) Conceptualización, (b) simulación, (c) materialización





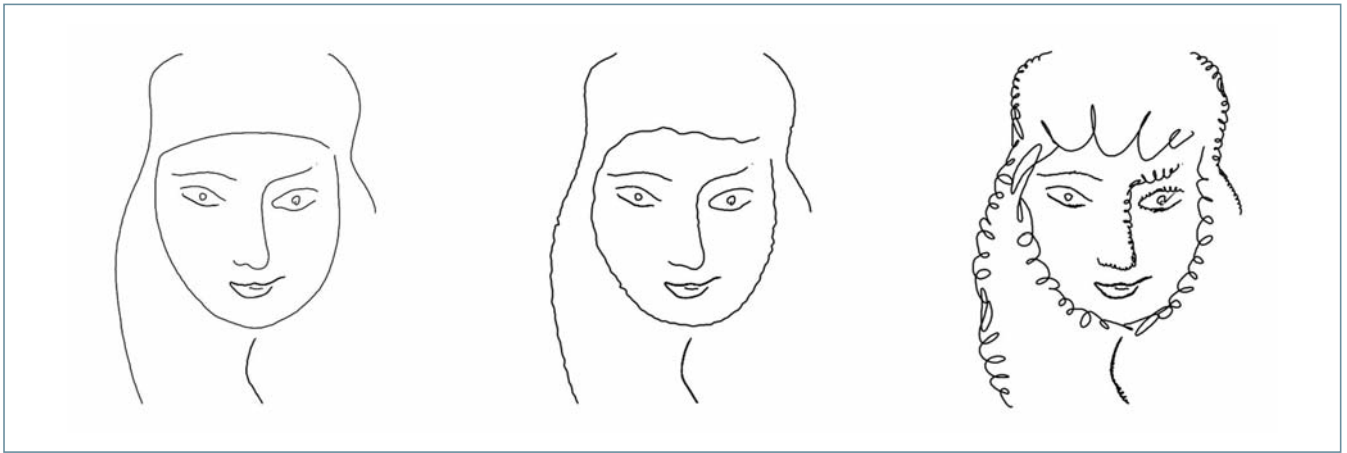


Figura 3. Cambio de los caracteres de una curva sin afectar a su forma.



Figura 4. Arquitectura para una computacional eficiencia del álgebra geométrica.

en la referencia (Salisbury, 1994).

Otro campo de las matemáticas que últimamente se utiliza con bastante éxito en la ingeniería del diseño y más concretamente en el área conocida como *computer graphic* es el álgebra geométrica (AG) (Castilla, 2010). La facilidad operacional del AG (Hestenes, 1986) mediante sus elementos básicos, vectores, bivectores y multivectores consigue que en el modelado de imágenes en 3D, por ejemplo, se aceleren los tiempos de procesamiento frente a los de otras metodologías, debido a un menor número de operaciones que realizar. Así, la implementación de algoritmos en AG mediante un *software* apropiado, librerías Gable, Geigen, etc. hace posible que su representación mediante ficheros pueda ser utilizada para la generación de diferentes formatos de salida, ya sea en plataformas secuenciales compatibles con distintos lenguajes de programación o en plataformas paralelas con posibilidad de programar un entorno inteligente (*hardware* programable). Un ejemplo de estos sistemas lo constituye una estructura como la representada en la figura 4, constituida por un núcleo procesador que ofrece un soporte de *hardware* para los operadores del álgebra geométrica: rotaciones, traslaciones, inversiones etc. (Gentile, 2005). Esta arquitectura utiliza un *software* específico de Matlab (Gable) cuya primera etapa procesa los datos de

entrada mediante un algoritmo en álgebra geométrica. Una vez implementado, es transformado en un conjunto de ficheros localizados en la etapa de representación intermedia. Estos ficheros pueden ser utilizados para la generación de distintos formatos en algunas de las plataformas de salida. Las llamadas plataformas *secuenciales* generan automáticamente archivos en lenguajes C, Fortran, List, etcétera y las denominadas plataformas *paralelas* permiten programar un *hard-*

*ware* inteligente determinado.

En consecuencia, la finalidad de estas estructuras es la obtención de un modelo computacional en el que las operaciones ejecutadas en el álgebra geométrica puedan ser implementadas en la ALU (*arithmetic logic unit*) de un *hardware* programable.

#### Influencia de las TIC

La primera misión que tuvieron los ordenadores en el estudio de un diseñador fue realizar tareas puramente informativas. Sin embargo, a lo largo del tiempo su funcionalidad se ha ido extendiendo a otras muchas formas de trabajo entre las que cabe destacar su extraordinaria colaboración en aplicaciones de *software*, imprescindibles en el diseño creativo, aspectos técnicos durante la fase de materialización, y también en la gestión del proceso. Un ejemplo muy claro de lo expuesto es el caso de arquitectos diseñadores como Frank Gerhy, autor del Guggenheim Museum de Bilbao, y Norman Foster, autor de la Great Court en el Museo Británico de Londres (figura 5), que emplean avanzados modelos de *software* en 3D como instrumento imprescindible para la concepción de un proyecto determinado.

Sin embargo, el desarrollo del ordenador en campos como la propia tecnología del producto o materiales para su fabricación no ha sido tan completo

Figura 5. British Museum, Great Court (Norman Foster).





Cúpula del Reichstag en Berlín (Alemania), diseñada por Norman Foster. Foto: Pictelia.

como en las aplicaciones de *software*. En este sentido, las TIC desempeñan un papel fundamental en la consecución de estos objetivos, en los que las técnicas de CAD/CAM aparecen como herramientas importantes en la realización de grandes proyectos.

## Conclusiones

En este artículo se pone de manifiesto que la utilización de nuevas tecnologías, métodos y herramientas suministradas por las CETIC presentan cierta complejidad en el proceso evolutivo de la ingeniería del diseño y en el proceso creativo propiamente dicho. Sin embargo, el significativo impacto que produce en las tres fases expuestas, también tiene algunas ventajas, como el eficiente proceso del diseño, contribución a la industrialización de los objetos diseñados, flexibilidad, alta calidad, más rapidez de materialización, mejor comunicación entre diseñadores y globalización del pro-

ceso creativo. En este sentido, cada día más, el futuro del diseño creativo se confunde con un diseño *colaborativo*, basado en la filosofía de la Open Innovation (Chesbrough, 2003), donde el proceso creativo pasa de ser un desarrollo puramente local a una paradigmática evolución basada en la insustituible contribución de las CETIC.

## Bibliografía

- Castilla MV, Ordoñez M (2010). *Geometric Objects: Powerful Tool on 3D Images Modeling*. Proceedings of International Conference on Innovation Technologies. INTECH 2010.
- Chesbrough HW (2003). *Open Innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Boston: Harvard Business School Press. ISBN: 1578518377.
- Franchini S, Gentile A, Sorbello F, et al (2009). An embedded, FPGA-based computer graphics coprocessor with native Geometric Algebra support. *Integration, the VLSI Journal* 42. p. 346-355.
- Gentile A, Segredo S, Sorbello F et al. (2005). *CliffoSor: a Parallel Embedded Architecture for Geo-*

- metric Algebra and Computer Graphics*. Proc. of the Seven International Workshop on Computer Architecture for Machine Perception (CAMP'05).
- Hestenes D, Sobczyk G (1986). *Cliffors Algebra to Geometric Calculus: A Unified Language for Mathematics and Physics*. Kluwer Academic. ISBN: 9027725616.
- Mallat S (1989). A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: The Wavelet Representation. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 11. p. 674-693.
- Salisbury MP (1994). Interactive pen-and-ink illustration. *Proceeding of SIGGRAPH'94. Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, ACM SIGGRAPH, ACM Press*. p. 91-100.

## Manuel-Viggo Castilla

mviggo@us.es

Arquitecto y profesor del Departamento de Ingeniería del Diseño de la Universidad de Sevilla. Durante sus estancias en Estados Unidos y Japón adquirió una formación arquitectónica dirigida hacia el impacto de la luz en la arquitectura moderna. Ha proyectado y realizado numerosos trabajos. Sus líneas de investigación están relacionadas con la aplicación del Álgebra de Clifford (álgebra geométrica) y las nuevas tecnologías a la ingeniería del diseño e ingeniería gráfica.