



Congresso Internazionale Congiunto XVI ADM – XIX INGEGRAF

Congreso Internacional Conjunto XVI ADM – XIX INGEGRAF

Perugia, 6 – 8 Giugno 2007



## **Integración del Diseño Asistido y las TIC en la Ingeniería Gráfica**

Jordi Font Andreu, Francisco Hernández Abad, Manuel Ochoa Vives,  
Vicente Hernández Abad

ETSEIAT, Universidad Politécnica de Cataluña. UPC

[mochoa@ege.upc.edu](mailto:mochoa@ege.upc.edu)

### **Resumen**

Presentamos el resultado del estudio y el análisis que el impacto tecnológico del Diseño Asistido y del empleo de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han supuesto en la docencia de la Ingeniería Gráfica.

Se muestra la influencia de las tecnologías informáticas en la metodología docente y en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje del área de conocimiento. Así mismo, se describen nuevos contenidos y posibilidades en la actividad investigadora.

Se detallan los efectos, en la actividad académica, de la utilización de las herramientas de CAD, el desarrollo de las TIC y su integración en las Aplicaciones Didácticas Interactivas (ADI).

Para realizar el estudio se han consultado las programaciones docentes que están disponibles en las páginas WEB de las Escuelas de Ingeniería del territorio español.

Con la finalidad de determinar la utilización y las oportunidades que representan el CAD, las TIC y las ADI en el área de conocimiento, se han consultado las ponencias relacionadas con dichos temas extraídos de entre las presentadas en los anteriores congresos de INGEGRAF-ADM.

### **Abstract**

We presented the result of the study and the analysis that the technological impact of Computer Aided Design and of the employment of the new Technologies of the Information and the Communication (TIC) has been supposed by them in the teaching of the Graphical Engineering

There appears the influence of the computer technologies in the educational methodology and in the improvement of the education and the learning of the knowledge Area. Likewise, new contents and possibilities are described in the investigative activity.

The effects are detailed, in the academic activity, of the utilization of CAD's tools, the development of the TIC and its integration in the Didactic Interactive Applications (ADI).

To realize the study they have been consulting the educational programmings that are available in the web pages of the Schools of Engineering of the Spanish territory.

With the purpose of determining the utilization and the opportunities that present the CAD, the TIC and the ADI in the knowledge Area, there have consulted the papers related to the above mentioned topics among the presented ones in INGEGRAF-ADM's previous congresses.

### **1. Introducción**

Desde el punto de vista industrial, la incorporación de nuevas tecnologías en el ámbito industrial y tecnológico fomenta la demanda de profesionales habituados en el uso de herramientas informáticas, entre ellas, el CAD 3D paramétrico [6] y el resto de aplicaciones que están relacionadas y dependen del modelado geométrico.

Desde el punto de vista del entorno docente, la ingeniería gráfica ha sufrido en los últimos años una pérdida de horas lectivas y encargo docente, a raíz de la aplicación de los nuevos planes de estudios.

Para dar respuesta a estos hechos, el profesorado ha realizado acciones para adaptar los objetivos, los contenidos y la metodología docente a las nuevas circunstancias [1].

Prueba de ello es la evidente diversificación existente en la creación de Aplicaciones Didácticas Interactivas elaboradas para hacer frente a las limitaciones horarias y en la búsqueda de la máxima eficiencia, incorporando las TIC en la Universidad [5].

También son indicadores de la adaptación al nuevo entorno, la formación del profesorado en distintas especialidades de las tecnologías emergentes, la incorporación a los estudios de la Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) [7], así como la elaboración de material docente para la plena incorporación del CAD en las aulas [3].

Desde el punto de vista institucional, el requisito de favorecer la movilidad de los estudiantes, resultado de la incorporación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), fuerza a concretar unos contenidos homologables, lo que significa que la vigente programación docente debe actualizarse según las demandas legislativas e institucionales.

Todo ello modifica el modelo de enseñanza-aprendizaje, que comporta la disminución de la presencia en el aula, para aumentar la iniciativa del estudiante en la búsqueda del conocimiento. Esto implica un cambio docente y discente que requiere ser afrontado.

Estas tres perspectivas, la industrial, la docente y la institucional muestran la importancia de los cambios –y de la necesidad de adaptación– de los diferentes actores sociales implicados en las transformaciones producidas por la incorporación de las nuevas tecnologías en el contexto universitario.

## 2. Ámbitos del estudio

El estudio se ha centrado en tres aspectos determinantes, como son: el ámbito docente, el ámbito de la innovación y el ámbito de investigación, estos tres objetivos nos permitirán ver algunas de las consecuencias más relevantes que inciden en el área de Ingeniería Gráfica.

### 2.1. Ámbito docente

La asociación de profesores de Ingeniería Gráfica INGEGRAF constituyó, tras varios años necesarios para digerir los cambios que se avecinaban, un grupo de trabajo en el año 2003 que elaboró un documento<sup>1</sup> sobre la Ingeniería Gráfica y la incorporación de la Universidad Española al el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), de cuyas conclusiones destacamos lo siguiente:

- *Deben conocerse los principios básicos de los sistemas de representación.*
- *El conocimiento profundo de geometría, implementada con la algoritmia correspondiente, permiten rentabilizar el uso de los programas comerciales de propósito general.*
- *Equilibrio entre el necesario contenido científico que aportan las geometrías y la innegable utilidad práctica que proporciona el ordenador.*
- *Además, corresponde fundamentalmente a nuestra Área de conocimiento, parte importante de la formación que pudiera recibir un ingeniero titulado en Innovación y Desarrollo de Producto, o si se prefiere, Innovación, Diseño y Desarrollo de Producto.*

En las programaciones docentes, que se pueden consultar en las páginas WEB de los centros donde se imparten asignaturas de Ingeniería Gráfica, se puede constatar que, en cuanto a los objetivos del área se refiere, se han conservado las líneas generales como son: facilitar el desarrollo de la visión espacial, el razonamiento, la creatividad, el análisis, la síntesis y el perfeccionamiento de las destrezas y habilidades que favorezcan la adquisición de competencias, conocimientos y actitudes que ayuden al aprendizaje.

Cabe indicar que el empleo de programas informáticos de diseño asistido 3D cumple con los objetivos de desarrollo de la visión espacial, el razonamiento y el análisis de formas tridimensionales y demás objetivos históricos del área de ingeniería gráfica.

La implantación de los nuevos planes de estudio ha reducido el encargo docente del Área de Ingeniería Gráfica, reflejándose en el tiempo de exposición teórica y en la resolución de los ejercicios prácticos.

Estudiando las programaciones docentes disponibles de los centros consultados, se observa que los descriptores generales que aparecen en el Boletín Oficial del Estado se aplican en la proporción que determinan las titulaciones y especialidades, a continuación recordamos dichos contenidos:

- Técnicas de representación y de proyección.
- Superficies de aplicación técnica.
- Concepción espacial. Perspectivas.

- Volúmenes o cuerpos.
- Introducción a la normalización.
- Introducción al dibujo asistido por ordenador.
- Normalización.
- Determinación de la forma.
- Determinación de las dimensiones y control de los errores.
- Dibujo de conjunto y de elementos.
- Iniciación al diseño industrial.

Hay que destacar una disminución en la teoría y práctica de sistemas de representación. Dependiendo del centro se hace mayor hincapié en el empleo del sistema de representación más idóneo para cada titulación. Asimismo la implantación de los nuevos planes de estudio ha supuesto un aumento de asignaturas optativas, las cuales se han decantado mayoritariamente por el diseño asistido por ordenador.

De esta disminución hay que exceptuar el sistema diédrico, que es un denominador común en todos los centros. De hecho, una de las características de la consolidación del sistema diédrico sigue siendo la necesidad de saber interpretar representaciones. Aunque la tendencia es la de transferir la información en soporte digital, se sigue requiriendo los documentos en un formato bidimensional para poder visar y legalizar los proyectos.

En cuanto a la metodología se observa, a través de las publicaciones en los Congresos de Ingeniería Gráfica, como el auge del CAD [4] y su integración en las Aplicaciones Docentes Interactivas ha supuesto una mejora en las posibilidades docentes, puesto que facilitan la visualización de los modelos, ejercicios y procesos, así como la repetición de procesos para su mejor asimilación [1].

En las clases prácticas de las asignaturas de Ingeniería Gráfica se utilizan herramientas manuales clásicas y ordenadores con aplicaciones de CAD 2D y 3D. Sobre papel se realiza el croquizado de piezas, y también se aplican los contenidos de geometría y dibujo normalizado, empleando sistemas de representación.

En este contexto, no debemos olvidar, que el comportamiento discente también ha influido positivamente en la transformación de la docencia del área, dado el interés que despiertan las nuevas tecnologías en los estudiantes, la expansión de los ordenadores personales y la consolidación de Internet [8].

También hay que destacar que los libros de texto y los manuales de los programas de CAD, así como los tutoriales en línea y las ayudas de que disponen, implican una dedicación en su aprendizaje por parte del estudiante que quiere profundizar en el conocimiento de las herramientas. Además, hay que tener en cuenta que las actualizaciones de las versiones son frecuentes, y tiene que formar parte del interés del estudiante el ponerse al día de los avances de la herramienta para conocer sus nuevas prestaciones.

Pese a lo dicho, debemos tener en consideración que uno de los aspectos que ha retardado la introducción del CAD 3D en algunos centros ha sido el coste de dichos programas y la escasa infraestructura disponible. No obstante, casi todos los centros y secciones departamentales disponen de aplicaciones informáticas

diversas (en función de las facilidades de adquisición y las necesidades de las asignaturas) aunque no siempre sean suficientes.

Los factores más destacados que pueden incidir en los objetivos y contenidos del Área de Ingeniería Gráfica son:

- El marco legal relacionado con el Espacio Europeo de Educación Superior
- La demanda externa vinculada al perfil profesional requerido en la actualidad
- Las herramientas manuales y digitales, en especial el CAD 3D
- Las nuevas tecnologías, TIC y ADI
- Los planes de estudio y el encargo docente

## **2.2. Ámbito de innovación.**

Entre los factores relacionados con la demanda del perfil profesional cabe destacar que, en la industria, se ha producido un aumento de la demanda en formación de herramientas de diseño asistido por ordenador 3D, creación y desarrollo de prototipos virtuales, ingeniería asistida (CAE), fabricación asistida (CAM), control numérico (NC), análisis de elementos finitos (FEA), prototipado rápido (RP), realidad virtual (VR), etc. y su integración en sistemas de gestión de datos, procesado del producto (PDM) y ciclo de vida del mismo (PLM).

Todo ello, converge en la combinación de todos los procesos mediante la denominada Ingeniería Concurrente (CE) [9] y las herramientas de gestión del ciclo de vida del producto, lo cual ha redefinido el perfil profesional requerido por parte de la industria y ha provocado un aumento de la demanda en postgrados, masters y cursos de especialización vinculados a las aplicaciones de las nuevas tecnologías en la ingeniería.

Referente a la integración de las tecnologías en la Ingeniería Gráfica, debemos recordar que los profesores Álvarez Peñin y otros [3] ya presentaron en su día un estudio de los orígenes de la Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) en el área de conocimiento. Los autores reflejan el interés del colectivo de profesores y destacan el hecho de que las primeras aportaciones se remontan a 1987, año en el que ya aparecen los primeros desarrollos y su utilización en las aulas.

El empleo de las herramientas de Diseño Asistido CAD 3D en la docencia de la Ingeniería Gráfica ha comportado nuevas formas de concebir la práctica de la geometría, mediante métodos de generación de modelos geométricos y técnicas de representación digital.

Los programas de CAD 3D emplean métodos propios diferentes a los estudiados para la resolución de ejercicios planteados para ser resueltos mediante sistemas de representación clásicos.

De todos modos, la aparición del Diseño Asistido por Ordenador 3D ha incorporado una forma de concebir, construir, modelar y representar, que se complementa con la utilización tradicional de la doble proyección, puesto que dependiendo de los datos disponibles para realizar un ejercicio práctico, es obligado recurrir al empleo de diedros, así como de trazas y proyecciones de los elementos en el espacio para poder resolver ciertos problemas valiéndonos de herramientas de CAD 3D.

Antes de la aparición del CAD 3D, los objetos del espacio se representaban a través de sus proyecciones; en la actualidad, con los medios de Diseño Asistido 3D, primero se construye el modelo geométrico del objeto tridimensional y, posteriormente, se representan las proyecciones del modelo, de un modo semiautomático, según las vistas diédricas. En esta fase se aplican los contenidos teóricos del dibujo técnico normalizado.

### **2.3. Ámbito de investigación**

En las primeras Jornadas de Expresión Gráfica en la Ingeniería, celebradas en 1989 en Madrid<sup>2</sup> se establecieron las bases del Congreso Internacional de Ingeniería gráfica, y en las conclusiones de dichas jornadas ya se mencionan que *el Área tiene que estar presente y participar activamente en el desarrollo de los nuevos sistemas de trazados y gráficos por ordenador, así como en la creación y tratamiento de la imagen en la ingeniería.*

El diseño asistido 3D comporta nuevas oportunidades para el desarrollo del área de Ingeniería Gráfica. Este permite añadir a los contenidos de las materias clásicas (geometría del espacio, sistemas de representación y dibujo normalizado) nuevos contenidos más allá de los exclusivamente geométricos.

El modelo geométrico obtenido mediante el diseño asistido 3D puede aplicarse a procesos como la reutilización de los diseños, los patrones de los modelos para la creación de nuevas piezas o familias, el estudio de colisiones, el análisis de funciones, la ergonomía, las pruebas de prototipos, la simulación del comportamiento de los materiales, el desarrollo y la producción, el control de cambios, el control sobre el estado de proyectos, etc.

Estos procesos se están incorporando en la práctica de diferentes áreas de conocimiento, entre las cuales se encuentra, en determinados centros, el Área de Ingeniería Gráfica. En relación con el punto anterior, recordemos que la ingeniería concurrente, por ejemplo, incorpora las herramientas necesarias para hacer que la información relativa al producto esté a disposición del equipo de diseño, teniendo en cuenta todo el ciclo de vida del producto.

Se hace evidente que el personal que integra los equipos de diseño –que se nutrirán con los actuales estudiantes de ingenierías– deberá estar habituado al trabajo con herramientas de diseño asistido por ordenador y al intercambio de datos, lo cual implica tener dominio de las soluciones en modelado paramétrico 3D, así como de los módulos de CAE, del análisis del comportamiento, la simulación, el cálculo por elementos finitos, etc. Dichas aplicaciones se vinculan a los procesos de fabricación con herramientas de control numérico, montaje de las piezas y estudio de interferencias.

La utilización de sistemas de ciclo de vida del producto PLM y los sistemas de gestión de datos y procesos del producto PDM para el control de la información en la ingeniería comportan un aumento del diseño en la ingeniería puesto que el modelado geométrico es la base de los paquetes de CAD/CAM/CAE, etc., todo ello conduce a que el futuro ingeniero debería estar habituado al uso de dichas herramientas. La labor de coordinación de contenidos interdisciplinarios comporta una definición de las competencias de cada área de conocimiento.

Entre las posibilidades que ha comportado para el desarrollo del área de Ingeniería Gráfica el empleo del CAD 3D y el resto de aplicaciones que se derivan, queremos resaltar las siguientes líneas de investigación que se han podido destacar en las diferentes publicaciones estudiadas:

- Sistemas de CAD
- Tratamiento de imágenes
- Tecnologías de la visualización
- Animación
- Simulación de conjuntos mecánicos
- Simulación de procesos de fabricación
- Prototipos virtuales, DMU
- Aplicaciones multimedia
- Realidad Virtual, VRML
- Bases de datos gráficas y su aplicación
- Tecnologías de Diseño industrial
- Integración en aplicaciones PLM
- Ingeniería concurrente
- Moldes y diseño de inyección de plásticos
- Prototipado rápido
- Deformación de chapa
- Ingeniería inversa
- Sistemas de Información Geográfica GIS
- Trazado de carreteras
- Impacto ambiental
- Estructuras
- Profundizar en la elaboración de normas sobre diseño asistido por ordenador
- Integración documentos gráficos de proyectos.

### **3. Conclusiones**

- El uso del Diseño Asistido y las Tecnologías de la Información y la Comunicación han favorecido el nuevo concepto de enseñanza-aprendizaje propiciados por los cambios institucionales, sociales y tecnológicos.
- Una solución para aumentar la eficacia docente ha consistido en buscar nuevas metodologías para facilitar el aprendizaje y optimizar el tiempo necesario para impartir la docencia, ampliar y mejorar las posibilidades de estudio.
- El profesorado ha incorporando en la metodología docente la Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO), la utilización de Aplicaciones Didácticas Interactivas (ADI) y el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).
- El empleo de las ADI en la Enseñanza Asistida por Ordenador reduce el tiempo requerido para la exposición teórica, mejora la visualización de los modelos, de los enunciados y de las soluciones posibles y aumenta el interés y la comprensión del estudiante.

- El Diseño Asistido por ordenador 3D y las Tecnologías de la Información y la Comunicación aportan nuevas herramientas de modelado, construcción, visualización y localización de la información, que han favorecido la docencia y el aprendizaje.
- Se ha constatado una creciente incorporación de la Enseñanza Asistida por Ordenador, así como de la realización y empleo de Aplicaciones Didácticas Interactivas y creación de páginas WEB con la finalidad de disponer de mejores medios para exponer y facilitar el estudio de los contenidos.
- La incorporación en la enseñanza del movimiento, mediante las animaciones y las simulaciones generadas por los propios paquetes de CAD han mejorado el desarrollo de las ADI.
- Se observa en estos puntos la importancia, que cada vez más, se está dando a la innovación didáctica como vehículo para la mejora de la Calidad Docente. Asimismo, es de destacar cómo los recursos multimedia [2] ocupan un lugar preferente en los análisis propuestos por la Secretaría General del Consejo de Universidades españolas.
- Otro factor que incide en la definición del perfil de las distintas ramas de la Ingeniería es la necesidad de encuentro entre la universidad, los colegios profesionales y las asociaciones empresariales correspondientes, agentes sociales, sectores productivos y graduados.

#### **4. Referencias y Bibliografía**

- [1] Aliaga Maraver, J. J.; Jiménez Alonso, F.; Rúa Armesto, J. J. Análisis de la evolución de las metodologías docentes y de sus resultados en las experiencias piloto realizadas en la EUITA de la Universidad Politécnica de Madrid. Barcelona. 2006 Actas del XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- [2] Álvarez Peñín, P. I; Charro Hernández, M. E; García Díaz, R. P; Suárez Quirós, J. Implantación de las nuevas tecnologías en el aula, con especial incidencia en el uso de tecnología multimedia. Valladolid 2000. Actas del XII Congreso Internacional de Expresión Gráfica en la Ingeniería.
- [3] Alvarez Peñín, P. I.; López Brugos, J. A.; García Díaz, R. P.; Suárez Quirós, J. Reflexiones sobre la evolución de la enseñanza asistida por computador (EAC) a través de los congresos de EGI y sobre sus posibilidades futuras. 1998. Málaga. Actas del X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- [4] Arias Sánchez, P.; Martínez Gómez, R.; Rodríguez Pérez, J. R. Utilización de nuevas herramientas informáticas, aplicadas a la docencia en las materias del área, expresión gráfica en la ingeniería. 1998. Málaga. Actas del X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- [5] Bermúdez Rodríguez, F.; Lapaz Castillo, J. L.; Marqués Calvo, J.; Povill Cartoixà, D.; Morón Tarifa, Miquel; Voltas I Aguilar, J. Aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la enseñanza de la expresión gráfica. Logroño-Pamplona 1999. Actas del XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica en la Ingeniería.

- [6] López Soto, J.; Ramírez López-Para, P.; Caro Rodríguez, J. L. Aplicación del modelado paramétrico al diseño industrial. Zaragoza 2004. Actas del XVI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- [7] Martín Cabrera, J. J.; Rojas Sola, J. I. Estructuras de datos en la enseñanza asistida por ordenador de geometría descriptiva. Santander 2002. Actas del XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- [8] Monguet Fierro, J. M<sup>a</sup>. Expansión del área de expresión gráfica en internet. Santander 2002. Actas del XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- [9] Zabala Diez, E.; Fernandez Sora, A.; Agustín Hernández, L.; Manchado Perez, E. J.; Lopez Fournies, I. Gestión de equipos de diseño desde la ingeniería concurrente. Barcelona. 2006 Actas XVIII del Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- [10] Direcciones URL de Escuelas de Ingenierías.  
<http://www.mec.es/educa/ccuniv/html/interna/enlaces.html>

---

<sup>1</sup> Documento sobre la Ingeniería Gráfica y la incorporación de la Universidad Española al Espacio Europeo de Enseñanza Superior, elaborado por el grupo de trabajo formado por los profesores: Aliaga Maraver, José Juan; Alonso Arroyo, José Amadeo; Cobos Moyano, Alfonso; Corbella Barrios, David; Féliz Mindán, Jesús; González García, Victorino; Vicario López, José. <http://www.ingegraf.es>

<sup>2</sup> Primeras Jornadas de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros y Escuelas Universitarias de Ingenieros Técnicos: 8 y 9 de junio de 1989 celebradas en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid (ETSIIIM)