

Departament de Dibuix
Facultat de Belles Arts

UNIVERSITAT DE BARCELONA

Programa de doctorat 89-91
Estructura de la Imatge i de l'Entorn

Títol de la Tesi

Impacto tecnológico del CAD en la docencia de la Expresión Gráfica en la Ingeniería

Doctorand: Jordi Font Andreu

Director de la tesi: Dr. Jordi Gratacòs Roig

CONCLUSIONES

Capítulo VI

6. CONCLUSIONES

En consonancia con los objetivos propuestos en la presente investigación, vamos a detallar las siguientes consideraciones finales:

1. **Ámbito docente.**

Determinar los objetivos y los contenidos vigentes tomando como base las programaciones docentes de Ingeniería Gráfica disponibles en los centros de referencia estudiados

- El Área de conocimiento de Ingeniería Gráfica se encuentra integrada en Departamentos¹⁷⁰ con diversas áreas de interés, por lo que convive con materias heterogéneas lo cual implica diferentes asignaturas, dependiendo de los centros y sus titulaciones
- 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 el tiempo de resolución de los ejercicios prácticos.
- De las programaciones docentes estudiadas¹⁷¹ se desprende que en cuanto a los objetivos generales (Págs. 116, 125) del Área se refiere, se mantienen las líneas generales históricas: facilitar el desarrollo de la visión espacial, el razonamiento, la creatividad, el análisis, la síntesis y el perfeccionamiento de las destrezas y habilidades, así como favorecer la adquisición de competencias, conocimientos y actitudes que ayuden al aprendizaje
- En cuanto a los contenidos generales (Págs. 118, 127) se constata que se ha reducido el tiempo de exposición teórica de los temas relativos a sistemas de representación y métodos de trazado bidimensional y han aumentado las prácticas con herramientas digitales desde la paulatina introducción del CAD 3D
- Se aprecia en las programaciones docentes estudiadas, una disminución de la dedicación a la exposición de contenidos relacionados con los sistemas de representación, exceptuando el sistema diédrico, que prevalece como sistema de representación fundamental en todos los centros docentes.
Una de las razones de la consolidación del sistema diédrico sigue siendo la necesidad de interpretar representaciones. Aunque la tendencia es la de transferir la información en soporte digital, se siguen requiriendo los documentos en un formato bidimensional para poder visar y legalizar los proyectos
- La aparición del CAD 3D vino acompañada por la reducción del curso académico de veintiocho semanas a quince semanas lectivas, en aplicación de los nuevos planes

¹⁷⁰ Ver Anexo 4 Universidades y Departamentos

¹⁷¹ Ver Anexo 3. Programaciones docentes de los centros de referencia

de estudio, esto significó motivo suficiente para que el profesorado viera, desde el principio, la necesidad de reestructurar el proyecto docente y adaptarlo a las nuevas circunstancias

- El efecto de la incorporación del Diseño Asistido y de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en la docencia han motivado una respuesta generalizada a favor de un replanteamiento de los contenidos en su vertiente teórica y práctica
- La aparición de nuevos métodos y aplicaciones de la tecnología requiere una nueva definición de las competencias del Área de conocimiento de Ingeniería Gráfica y es una oportunidad para incluir nuevos contenidos

2. Ámbito técnico.

Delimitar los contenidos teóricos necesarios de geometría del espacio aplicados en el Diseño Asistido por Ordenador CAD 3D

- El Diseño Asistido por Ordenador 3D y las técnicas de representación basadas en tecnología digital aumentan el conjunto de métodos (Págs. 153,160) para el modelado geométrico, para la representación y para la restitución de elementos tridimensionales y son complementarios de los sistemas de representación empleados en soportes bidimensionales
- La incorporación de nuevos procedimientos de concepción, construcción y modelado geométrico de los sistemas CAD 3D ha incidido en la paulatina sustitución de los métodos de delineación bidimensional, aunque se observa la permanencia en las programaciones docentes (Pág. 281) del sistema diédrico como herramienta de razonamiento e instrumento de abstracción para el desarrollo de la visión espacial
- Con el ordenador se diseña en un espacio virtual tridimensional, la pantalla es un soporte bidimensional y las opciones de visualización los programas de CAD presentan los modelos en las posiciones *frontal, derecha, planta, etc.*. Una vez terminada la pieza o conjunto, se emplea el *módulo plano* mediante el cual se representan las vistas normalizadas del modelo. En esta fase se aplican los contenidos teóricos del dibujo técnico normalizado
- La reutilización de los modelos geométricos generados en CAD 3D depende de la metodología empleada en su construcción, para lo cual es necesario definir y comprobar las estrategias de modelado. El concepto de calidad en el modelado geométrico, entendido como la capacidad de un modelo para ser mejorado y reutilizado, es un aspecto esencial en la implantación de metodologías de trabajo basadas en la Ingeniería Concurrente (Pág. 273). Todo ello sugiere incluir en los contenidos teóricos conceptos vinculados a las estrategias de modelado
- Los contenidos necesarios de geometría del espacio para el modelado mediante herramientas de CAD 3D (Pág. 152, 162), no varían respecto a los que se requieren en la representación bidimensional
- La herramienta del CAD 3D empleada para el diseño en la ingeniería, ha comportado la reconsideración de parte de los contenidos clásicos de representación y sus métodos auxiliares para el tratamiento de medidas lineales y angulares

3. Ámbito de innovación.

Identificar la utilización del CAD y de las nuevas Tecnologías en la docencia de la Ingeniería Gráfica

- Las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación han favorecido un cambio en las metodologías de la enseñanza y el aprendizaje, en consonancia con el EEES que promueve el aprendizaje a lo largo de la vida y una dinámica social que requiere una eficacia en la gestión del conocimiento, una formación centrada en el aprendizaje, en los casos y problemas, en definitiva un aprendizaje basado en la práctica
- El comportamiento discente 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. Además hay que tener en cuenta que las actualizaciones de las nuevas versiones del software son frecuentes y forma parte del interés del estudiante ponerse al día de los avances de la herramienta
- 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 en la actualidad de aplicaciones informáticas diversas (en función de las facilidades de adquisición y las necesidades de las asignaturas), aunque no siempre sean suficientes
- Mientras que la industria reclama la utilización de herramientas digitales, y pese a la obligatoriedad del uso del CAD en la docencia del Área de Ingeniería Gráfica, la escasez de instalaciones y dotación de programas de CAD 3D en algunas Universidades dificultan el desarrollo homogéneo. Así, nos encontramos con un desfase entre el uso de métodos propios de la delineación sobre papel y el modelado geométrico Asistido por Ordenador requerido en el entorno industrial

4. Ámbito de investigación.

Concretar las oportunidades generadas por el empleo del CAD y de las nuevas Tecnologías en el Área de Ingeniería Gráfica

- El uso de programas informáticos en el mundo académico ha tenido un reflejo muy importante en el Área de conocimiento de Ingeniería Gráfica. La actualización de los objetivos, los contenidos, la metodología y la didáctica son algunas de sus consecuencias. En este proceso, hay que destacar el interés del profesorado en la definición de contenidos acordes con los cambios que se han ido originando (Parte II Las nuevas Tecnologías y su integración en la Ingeniería Gráfica)
- Se han desplegado nuevas oportunidades en temáticas surgidas del desarrollo de los programas de Diseño, Ingeniería y Fabricación Asistida CAD/CAM/CAE, de los módulos de análisis y simulación, el empleo del control numérico (CN) etc., con el consecuente impacto en el diseño y la representación, así como la integración de dichos contenidos y herramientas en sistemas de ciclo de vida del producto (PLM) y los sistemas de gestión de datos y procesos del producto (PDM)

-
- Las alternativas generadas a partir del empleo de las aplicaciones informáticas de Diseño Asistido por Ordenador 3D y su integración con el resto de módulos de CAE, CAM, PLM, etc., abren la posibilidad de nuevas líneas docentes y de investigación para el desarrollo del Área de Ingeniería Gráfica y su interrelación con diversas Áreas de conocimiento, de las que destacaríamos, las Áreas de Ingeniería Mecánica, Procesos de Fabricación, Proyectos en la Ingeniería, entre otras.
 - Las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación y los programas de Diseño Asistido por Ordenador 3D, combinadas con herramientas de programación, han dado como resultado el desarrollo de las Aplicaciones Didácticas Interactivas. La utilización de éstas últimas en la Enseñanza Asistida por Ordenador, ha comportado una mejora en la metodología docente y en el aprendizaje, así como la adaptación institucional a los requerimientos de la sociedad del conocimiento

HIPÓTESIS

A partir del análisis del impacto tecnológico del CAD en la docencia de la Ingeniería Gráfica que se ha llevado a cabo en la presente investigación, y en relación con las hipótesis inicialmente formuladas, se pueden resaltar las siguientes conclusiones:

Hipótesis 1: 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 nuevos métodos de generación de modelos geométricos y nuevas técnicas de representación digital

Como se ha visto en la Parte III análisis y resultados, los programas de CAD 3D emplean métodos propios, basados en la generación de modelos geométricos de representación digital, dichos métodos son diferentes a los utilizados para la resolución de ejercicios con enunciados pensados para ser resueltos mediante sistemas de representación clásicos.

- La aparición del Diseño Asistido por Ordenador 3D ha incorporado una forma de concebir, construir, modelar y representar. Esta herramienta se complementa con la utilización tradicional de la doble proyección, puesto que, dependiendo de los datos disponibles para realizar un ejercicio práctico, empleando herramientas de CAD 3D, es obligado recurrir al uso de diedros, así como de trazas y proyecciones de los elementos en el espacio para poder resolver ciertos problemas
- En las prácticas de las asignaturas de Ingeniería Gráfica se utilizan herramientas manuales clásicas, así como ordenadores con aplicaciones de CAD 3D. Sobre papel se realiza el croquizado de piezas y también se aplican los contenidos de geometría y dibujo normalizado empleando sistemas de representación
- Antes de la aparición del CAD 3D, los objetos del espacio se representaban a través de sus proyecciones sobre un soporte bidimensional; en la actualidad, con los medios de diseño asistido 3D, también se visualizan proyecciones sobre un soporte bidimensional, la pantalla, aunque en este caso, primero se construye el modelo geométrico del objeto tridimensional y, posteriormente, se representa de un modo semiautomático, según las vistas diédricas normalizadas

Hipótesis 2: El Diseño Asistido 3D comporta nuevas oportunidades para el desarrollo del Área de Ingeniería Gráfica y permite incluir nuevos contenidos más allá de los exclusivamente geométricos, característicos de las materias clásicas (geometría del espacio, sistemas de representación y dibujo normalizado)

- El empleo de herramientas de modelado 3D paramétricas comporta un cambio en el proceso de diseño tradicional, dado que se trabaja sobre prototipos virtuales en lugar de emplear herramientas de soporte bidimensional.

Este cambio permite que el modelo geométrico generado se emplee en procesos de análisis estéticos o técnicos, de fabricación, rediseño, reutilización e intercambio de información.

Asimismo, los patrones de los modelos posibilitan 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 y el control sobre el estado de proyectos.

-
- Se hace evidente que los equipos de diseño –que se nutren de los estudiantes de ingenierías– deberán de estar habituados 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.
 - 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 líneas de investigación¹⁷² siguientes:
 - 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
 - Integración de documentos gráficos de proyectos

Hipótesis 3: El uso del Diseño Asistido y las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación han favorecido el nuevo concepto de enseñanza-aprendizaje propiciado por los cambios institucionales, sociales y tecnológicos

- Los proyectos de mejora e innovación docente han evolucionado desde la presencialidad de los modelos clásicos hacia la organización de espacios de aprendizaje virtuales promovidos por el uso de las TIC, donde el estudiante, mediante el empleo de Aplicaciones Didácticas Interactivas, determina el ritmo de aprendizaje y establece vínculos a diferentes fuentes de información ajenas al Área de interés
- El empleo de las Aplicaciones Didácticas Interactivas 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. La incorporación en la enseñanza

¹⁷² Véanse las comunicaciones a congresos destacadas en la Parte II. Las Nuevas Tecnologías y su integración en la Ingeniería Gráfica.

el movimiento, mediante las animaciones y las simulaciones generados por los propios paquetes de CAD han mejorado el desarrollo de las ADI

- La actividad en el ámbito de la metodología docente se ha centrado en la propia formación del profesorado, para desarrollar la Enseñanza Asistida por Ordenador y el aprendizaje semipresencial, prueba de todo ello son las numerosas publicaciones sobre Aplicaciones Didácticas Interactivas realizadas en los últimos años por miembros del colectivo del Área de Ingeniería Gráfica
- Se ha constatado la incorporación de nuevos contenidos relacionados con la aparición de aplicaciones informáticas, como son los programas de CAD 3D, las Aplicaciones Didácticas Interactivas o la implantación de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Enseñanza Asistida por Ordenador destinada a optimizar el rendimiento docente y discente
- La utilización de Aplicaciones Didácticas Interactivas, su implicación en la Enseñanza Asistida por Ordenador y en el aprendizaje de la Ingeniería Gráfica, son muestra de la respuesta del colectivo de profesores del Área de conocimiento ante la oportunidad de actualización ofrecida por las nuevas tecnologías en el ámbito de los lenguajes de programación, los programas de Diseño Asistido y las aplicaciones multimedia