

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

Coloco la conciencia en algún lugar de la mente
y parece que soy aquello que ocurre allí donde ilumino...

AGRADECIMIENTOS

Mi sincera gratitud para todas aquellas personas
que me han ayudado, enseñado y orientado.

A quien me ha esperado, cobijado y animado.
A quienes comparten el pan conmigo.

Jordi Font Andreu
Barcelona, marzo de 2007

PRESENTACIÓN.....	5
1. ESTRUCTURACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	9
1. LA ELECCIÓN DEL TEMA.....	9
2. EL OBJETO DE ESTUDIO.....	9
3. LA IMPORTANCIA DEL OBJETO DE ESTUDIO.....	10
4. OBJETIVOS DE LA TESIS.....	10
5. LÍMITES DEL ESTUDIO.....	11
6. HIPÓTESIS.....	11
7. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	11
PARTE I. ANTECEDENTES.....	15
1. EL CONTEXTO GENERAL.....	17
1.1. MARCO LEGAL.....	17
1.2. DECLARACIÓN DE BOLONIA.....	18
1.3. ACCESO A LA UNIVERSIDAD.....	21
1.4. DESCRIPTORES DEL BOE.....	23
1.5. PLANES DE ESTUDIO.....	24
1.6. EL EEES Y EL ÁREA DE INGENIERÍA GRÁFICA.....	25
1.7. ENCARGO DOCENTE.....	26
PARTE II. LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y SU INTEGRACIÓN EN LA INGENIERÍA GRÁFICA.....	27
2. EL CAD Y LAS TIC EN LA DOCENCIA DE LA INGENIERÍA GRÁFICA.....	29
2.1. PUBLICACIONES DE LA ASOCIACIÓN INGEGRAF.....	29
2.2. APLICACIONES DIDÁCTICAS INTERACTIVAS ADI.....	30
2.3. DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR CAD.....	67
2.4. APLICACIONES DOCENTES EN INTERNET.....	77
PARTE III. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	107
3. EL ÁREA DE CONOCIMIENTO DE INGENIERÍA GRÁFICA.....	109
3.1. ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE CONOCIMIENTO.....	111
3.2. OBJETIVOS GENERALES DEL ÁREA DE INGENIERÍA GRÁFICA.....	116
3.3. CONTENIDOS GENERALES DEL ÁREA DE INGENIERÍA GRÁFICA.....	118
4. PROGRAMACIONES DOCENTES Y GUÍAS ACADÉMICAS.....	125
4.1. OBJETIVOS GENERALES EN LAS GUÍAS ACADÉMICAS DE LAS UNIVERSIDADES.....	125
4.2. CONTENIDOS QUE SE ESTÁN IMPARTIENDO EN LOS CENTROS DE REFERENCIA.....	127
5. CONTENIDOS TEÓRICOS APLICADOS EN EL DISEÑO ASISTIDO.....	131
5.1. HERRAMIENTAS MANUALES Y DIGITALES.....	131
5.2. PRÁCTICAS CON EJERCICIOS PARA DOBLE PROYECCIÓN Y CAD 3D.....	135
5.3. EJEMPLOS DE EJERCICIOS Y MUESTRA DE PROCESOS.....	137
5.4. CONCEPTOS GEOMÉTRICOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO 3D.....	152
5.5. CARACTERÍSTICAS A TENER EN CUENTA DE LA HERRAMIENTA DE DISEÑO 3D.....	153
5.6. CONCEPTOS DE UTILIDAD EN LA PRÁCTICA DEL DISEÑO EN 3D.....	153
5.7. TABLA DE MODELOS DE PRÁCTICAS.....	175
CONCLUSIONES.....	183
6. CONCLUSIONES.....	185
BIBLIOGRAFÍA.....	193

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA	195
FICHAS DE PONENCIAS RELATIVAS AL OBJETO DE ESTUDIO PUBLICADAS EN LOS CONGRESOS DE INGENIERÍA GRÁFICA	195
BIBLIOGRAFÍA	217
ANEXOS	261
1. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	261
2. ACRÓNIMOS.....	277
3. PROGRAMACIONES DOCENTES DE LOS CENTROS DE REFERENCIA.....	279
4. UNIVERSIDADES Y DEPARTAMENTOS	375
5. DIRECCIONES DE INTERÉS.....	384

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa del Espacio Europeo Educación Superior. EEES.....	19
Ilustración 2. Esquema ADI.....	30
Ilustración 3. Pantalla del tutorial. Gutierrez-Rave.....	33
Ilustración 4. Pantalla aplicación de Arias Sánchez.....	34
Ilustración 5. ADI. Francisco Hernández Abad.....	36
Ilustración 6. Pantalla principal de Rojas Sola y Ramírez Crespo.....	38
Ilustración 7. Aplicación Rojas Sola.....	38
Ilustración 8. Oriozabala Brit.....	39
Ilustración 9. Módulo 3D del SAIGON. Carretero Díaz.....	40
Ilustración 10. Libro Electrónico. Carretero Díaz.....	41
Ilustración 11. Programa EAO Hipermedia Caro Rodríguez.....	42
Ilustración 12. Entorno multimedia López Membrilla.....	44
Ilustración 13. Herramienta EAO Francisco Hernández.....	45
Ilustración 14. Aplicación de Tangencias. Bermúdez Rodríguez.....	48
Ilustración 15. Libro electrónico DEMACI. Palomar Carnicero.....	49
Ilustración 16. Aplicación didáctica. Rojas Sola.....	50
Ilustración 17. Libro Electrónico. Gutiérrez de Ravé Agüera.....	51
Ilustración 18. Pantalla de OPTIMUM. Suárez González.....	52
Ilustración 19. Menú de descripción. San Martín Díaz.....	53
Ilustración 20. Aplicación Interactiva. Roperó Serrano.....	54
Ilustración 21. Aplicación didáctica. Sánchez Sola.....	54
Ilustración 22. Interactivo. Álvarez Peñín.....	55
Ilustración 23. Aplicación gráfica. Marín Granados.....	56
Ilustración 24. Aplicación Multimedia. Francisco Hernández.....	57
Ilustración 25. Recuperación Virtual del motor OTTO. Villar Ribera.....	58
Ilustración 26. TANGEN-CAD. Voltas Aguilar.....	58
Ilustración 27. Aplicación interactiva. Pérez Morales.....	59
Ilustración 28. Plataforma de aprendizaje interactiva Hernández Albaladejo.....	60
Ilustración 29. Conjunto Bomba Centrífuga. Hernández Albaladejo.....	61
Ilustración 30 Sistema de Apoyo al Dibujo (SAD). García Domínguez.....	62

Ilustración 31. Papel y lápiz virtuales. Company Calleja.....	63
Ilustración 32. Tratamiento informático de láminas de Monge. Villar Ribera 1.....	64
Ilustración 33. Tratamiento informático de láminas de Monge. Villar Ribera 2.....	65
Ilustración 34. Sistema Multimedia. Blanco Caballero.....	66
Ilustración 35. Video interactivo. García Mate.....	67
Ilustración 36 Julián Pérez. Técnicas de representación.....	70
Ilustración 37. Aplicación Gutiérrez de Ravé Agüera.....	71
Ilustración 38. Aplicación de reglas de diseño. Sanz Arranz.....	76
Ilustración 39. Aplicación para desarrollos. Morales Duarte.....	77
Ilustración 40. WEB Rojas Sola.....	78
Ilustración 41. VRML. Garmendia Mujika.....	80
Ilustración 42. HTLM. Cortizo Rodríguez.....	82
Ilustración 43. Proyecto WEBD. Martínez Muneta 1.....	83
Ilustración 44. Proyecto WEBD. Martínez Muneta 2.....	83
Ilustración 45 Taller virtual. Ramos Barbero.....	84
Ilustración 46. Geometría dinámica. Gómez Gabaldón.....	85
Ilustración 47. CabriJava.....	85
Ilustración 48. Formato VRML. Garmendia Mujika.....	86
Ilustración 49. Contenidos en WebCT. UNED.....	87
Ilustración 50. Universidad Oberta de Cataluña (UOC). Vicente Hernández.....	88
Ilustración 51. Martínez Muneta. WEBD.....	90
Ilustración 52. Martínez Muneta. WEB3D.....	90
Ilustración 53. Base de Datos Gráficos (BDG). Font Andreu; Rubén Carralero.....	94
Ilustración 54. Multiplataforma. Jiménez Macías.....	95
Ilustración 55. Interfaz de GICad-3D. PANDO CERRA.....	96
Ilustración 56. Álvarez Peñín. AIMECDT-3D.....	97
Ilustración 57. Álvarez Cuervo. PreSDV.....	97
Ilustración 58. Del Río Cidoncha.....	98
Ilustración 59. Martín Amundarain.....	100
Ilustración 60. Martín Amundarain.....	101
Ilustración 61. Torné Ribé. Asignación de relaciones geométricas.....	102
Ilustración 62. Prádanos Del Pico.....	103
Ilustración 63. Hernández Abad.....	104
Ilustración 64. Villar Ribera.....	104
Ilustración 65. Olmedo. Formación gestionada desde el LAM.....	105
Ilustración 66. Esquema de factores que inciden en la Ingeniería Gráfica.....	110
Ilustración 67. Esquema de la Ingeniería Gráfica según descriptores del BOE.....	118

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene por objeto analizar el impacto tecnológico del Diseño Asistido por Ordenador (CAD 3D) en la docencia de la Ingeniería Gráfica.

El trabajo se centra en los cambios metodológicos y en las más importantes consecuencias que ha comportado la aparición de una nueva herramienta de diseño respecto a la práctica y los contenidos del Área de conocimiento de Ingeniería Gráfica.

Se han tratado datos disponibles de los centros públicos del territorio español desde la implantación de los planes de estudios de 1993.

Para el presente estudio se han tenido en cuenta los cambios más importantes producidos en el entorno universitario nacional, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Elaboración y aplicación de los nuevos planes de estudios que fueron implementándose paulatinamente hasta el año 2000 en el que se extinguió el plan antiguo de 1964.
- Eliminación de asignaturas en el nuevo plan respecto al plan de estudios anterior.
- Reducción de las horas lectivas por asignatura (de veintiocho semanas por curso en el plan de 1964 a 15 semanas en los planes posteriores a 1993).
- Incorporación de la docencia del Dibujo Asistido por Ordenador en aplicación de los descriptores del Boletín Oficial del Estado¹ (BOE), a partir de 1993.
- Expansión del Diseño Asistido por Ordenador (CAD 3D) paramétrico, a raíz de la migración de estaciones de trabajo a ordenadores personales a mediados de 1995.
- Introducción paulatina de las nuevas Tecnologías de la Comunicación y de la Información (TIC) en las aulas.
- Instalación de aulas informáticas con acceso a Internet.
- Proliferación de Aplicaciones Didácticas Interactivas (ADI) como recurso metodológico en la docencia y el aprendizaje.
- Reformas realizadas de los planes de estudios vigentes para la adaptación al Proceso de Bolonia.

Dichas transformaciones en el marco de la enseñanza han propiciado que se revisen los objetivos, los contenidos y los métodos empleados en la docencia, para dar respuesta a las necesidades que se promueven desde las instituciones, la industria y el conjunto de la sociedad en general.

¹ BOE nº 206 de 27.08.92 para el plan de estudios de 1993

1. Estructuración del trabajo de investigación

La investigación se ha estructurado en tres partes:

- Antecedentes
- Las nuevas Tecnologías y su integración en la Ingeniería Gráfica
- Análisis y resultados

Los diferentes capítulos se han dispuesto como sigue:

Introducción

Parte I Antecedentes

Capítulo 1. El contexto general

Parte II Las nuevas Tecnologías y su integración en la Ingeniería Gráfica

Capítulo 2. El CAD y las TIC en la docencia de la Ingeniería Gráfica

Parte III Análisis y resultados

Capítulo 3. El Área de conocimiento de Ingeniería Gráfica

Capítulo 4. Programaciones docentes y guías académicas

Capítulo 5. Contenidos teóricos aplicados en el Diseño Asistido

Capítulo 6. Conclusiones

Referencias y bibliografía

Anexos

A continuación pasamos a detallar los contenidos de los capítulos en los que hemos dividido el texto:

INTRODUCCIÓN

En la introducción se explicita la motivación que originó el trabajo de investigación, se define el objeto de estudio que centra nuestra atención y se muestra cual es su importancia. También se determinan los objetivos del trabajo de investigación, sus límites y las hipótesis. Asimismo se ha descrito la metodología empleada para realizar la investigación.

PARTE I Antecedentes

Capítulo 1. Contexto general

En el primer capítulo se sitúa el marco legal que establece las condiciones que deberán seguir las Universidades como consecuencia de la evolución de la declaración de Bolonia y la consolidación el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Además, se contempla la situación sobre el acceso a la Universidad, los descriptores del BOE, los planes de estudio y el encargo docente, que son los factores que han promovido una reestructuración y un nuevo concepto de enseñanza.

PARTE II Las nuevas Tecnologías y su integración en la Ingeniería Gráfica

Capítulo 2. El CAD y las TIC en la docencia de la Ingeniería Gráfica

En el capítulo dos se ha seleccionado una parte significativa de la contribución del colectivo de profesores que hacen público su trabajo en los congresos de la Asociación de profesores de Ingeniería Gráfica² INGEGRAF.

Se ha organizado la información para que se pueda apreciar la evolución de las iniciativas en el ámbito de la docencia y la aplicación de las nuevas Tecnologías en el Área de la Ingeniería Gráfica, entre el año 1998 y el año 2006.

PARTE III Análisis y resultados

Capítulo 3. El Área de conocimiento de Ingeniería Gráfica

En este capítulo se aportan las intervenciones más destacadas de diferentes grupos de trabajo pertenecientes a la Asociación de profesores de Ingeniería Gráfica en las que se hace un repaso de la visión del colectivo respecto a temas de la docencia, organización del Área y orientación recomendada con relación al Espacio Europeo de Educación Superior.

Capítulo 4. Programaciones docentes y guías académicas

Se detalla la programación de las asignaturas de Ingeniería Gráfica a partir de la localización de las guías académicas disponibles de los centros donde se imparten

² La asociación INGEGRAF se constituyó en 1989 desde entonces realiza anualmente un congreso internacional, en el año 2006 se ha clausurado en Barcelona (Sitges) su dieciochoava edición. www.ingegraf.es

ingenierías. Se analizan los objetivos y los contenidos de dichas asignaturas en los centros docentes que se han tomado de referencia.

Capítulo 5. Contenidos teóricos aplicados en el Diseño Asistido

En este capítulo se muestran ejercicios de prácticas y se exponen los contenidos necesarios para resolverlos mediante herramientas manuales y digitales, con la finalidad de destacar los diferentes métodos empleados. Se describen los contenidos utilizados en el modelado geométrico 3D y se estudian los métodos empleados en el sistema diédrico en combinación con los propios del CAD 3D.

Por último, se muestran los cuerpos y superficies más habituales en el estudio de la geometría, así como los elementos constructivos y las operaciones más comunes en la generación de los modelos en 3D.

Capítulo 6. Conclusiones

En las conclusiones se recogen las consecuencias más relevantes del impacto del CAD en la docencia de la Ingeniería Gráfica. Se exponen los argumentos que se desprenden del análisis de los datos aportados y que corroboran los objetivos y las hipótesis formuladas. Se plantean y se apuntan posibles líneas de investigación.

Referencias y bibliografía

En el apartado de referencias se relacionan las comunicaciones tomadas de las actas de los congresos Internacionales de Ingeniería Gráfica INGEGRAF en las que se tratan temas afines a la docencia de la Ingeniería Gráfica, el Diseño Asistido por Ordenador, las Aplicaciones Didácticas Interactivas y los recursos didácticos, entre otros.

En el apartado correspondiente a la bibliografía se ha hecho una relación de las publicaciones más destacadas de la literatura relativa a los temas de estudio.

Anexos

- En el primer apartado de los anexos se recogen los términos y conceptos más recurrentes, acompañados de sus definiciones, con la finalidad de concretar la utilización de conceptos a lo largo del trabajo de investigación.
- En el apartado dos se incluye una tabla de acrónimos.
- En el apartado tres se relacionan las programaciones docentes de las asignaturas que se están impartiendo en la actualidad en los centros de referencia analizados.
- En el apartado cuatro se incorpora una lista de las Universidades y Departamentos.
- En el apartado cinco se indican algunas direcciones de interés disponibles en Internet.

INTRODUCCIÓN

1. La elección del tema

La motivación para llevar a cabo esta investigación surgió como resultado de la actividad académica universitaria que llevo realizando desde 1990 en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Industrial y Aeronáutica de Terrassa.

En dicha actividad, he participado en un proceso de adaptación que va desde la docencia de asignaturas de geometría descriptiva del plan 1964, a la docencia de asignaturas de CAD 3D, dibujo industrial y simulación en diseño mecánico de los planes de estudios 1993 y 2003.

Asimismo, he organizado y dirigido cuarenta y cinco ediciones de cursos de especialización de Diseño Asistido para Proyectos, utilizando las aplicaciones de CAD 3D paramétricas en las versiones más actualizadas de las firmas de mayor difusión en el entorno de la ingeniería.

Dichas experiencias me animaron a realizar el estudio de las implicaciones del CAD en el ámbito educativo.

2. El objeto de estudio

En primer lugar, observamos que en la industria los sistemas de representación para el dibujo sobre papel están siendo desplazados por el uso de herramientas digitales de modelado geométrico 3D paramétrico, integradas en aplicaciones de ciclo de vida del producto (PLM) y sistemas de gestión de datos y procesos de producto (PDM).

En segundo lugar, en la Universidad, y como consecuencia del modelo de enseñanza-aprendizaje promovido por la consolidación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se está remodelando el esquema formativo vigente, con la unificación de los nuevos títulos (de 4 años de duración), la supresión del primero y segundo ciclo y la generalización de los títulos de master, sin olvidar, que los objetivos y los contenidos deberán ser homogéneos entre titulaciones para permitir la movilidad de estudiantes.

Esta perspectiva nos lleva a la consideración de nuestro objeto de estudio, que es analizar el impacto tecnológico del Diseño Asistido por Ordenador (CAD 3D) en la docencia de la Ingeniería Gráfica, centrándose en los cambios metodológicos y en las consecuencias de la aparición del Diseño Asistido en el Área de conocimiento de Ingeniería Gráfica.

3. La importancia del objeto de estudio

Desde el punto de vista industrial, la incorporación de nuevas tecnologías fomenta la demanda de profesionales habituados en el uso de herramientas informáticas, entre ellas, el CAD 3D paramétrico 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 una constante pérdida de horas lectivas y encargo docente y ha requerido por parte del profesorado grandes esfuerzos de adaptación a las nuevas circunstancias.

Prueba de ello es la diversificación evidenciada en la realización de Aplicaciones Didácticas Interactivas (ADI) elaboradas para hacer frente a las limitaciones horarias y a la necesidad de dar respuesta a la incorporación de las TIC en el entorno universitario.

También la Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO), la formación del profesorado y la elaboración de material docente para la plena incorporación del CAD en las aulas son indicadores de la adaptación al nuevo entorno.

Desde el punto de vista institucional, el requisito de favorecer la movilidad de los estudiantes, resultado de la incorporación al EEES, fuerza a concretar unos contenidos homologables, esto 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 hacen patente la relevancia de la investigación propuesta pues 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 y los cambios en el contexto universitario.

4. Objetivos de la tesis

Una vez establecido el objeto de estudio en los términos que acabamos de ver, nuestra investigación se propone los siguientes objetivos:

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.

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

3. Ámbito de innovación. Identificar la utilización del CAD y de las nuevas Tecnologías en la docencia de la Ingeniería Gráfica.

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 resultado del estudio de estos cuatro objetivos nos permitirá ver algunas de las consecuencias más relevantes que, como hemos indicado, han afectado y están afectando al Área de Ingeniería Gráfica.

5. Límites del estudio

Para definir el ámbito de estudio hemos destacado los aspectos siguientes:

- La presente investigación se centra en el estudio de la incidencia del Diseño Asistido por Ordenador en la docencia de la Ingeniería Gráfica
- Nuestro análisis tiene como referencia centros de universidades públicas del territorio español donde se imparte Ingeniería Gráfica
- El periodo en el que se centra el estudio va desde el año 1993, cuando se inició la aplicación de los nuevos planes de estudios, hasta el año 2006
- Este estudio excluye las especialidades

6. Hipótesis

En relación con el objeto de estudio tal y como lo acabamos de definir nos planteamos las siguientes hipótesis, cuestiones que pretendemos corroborar a lo largo de este estudio con los análisis e información que aportamos.

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.

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).

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.

7. Metodología de trabajo

La investigación se ha realizado mediante una prospección, búsqueda y localización de los datos relacionados con las programaciones docentes del Área de Ingeniería Gráfica, disponibles en las Escuelas Técnicas de Ingenierías analizadas. Además, se ha estudiado las publicaciones realizadas por los docentes implicados en la incorporación del Diseño Asistido y de las nuevas Tecnologías en la enseñanza dentro del proceso de aplicación de los nuevos planes de estudio.

Asimismo se ha localizado, estudiado y seleccionado la bibliografía especializada, los artículos y las publicaciones presentadas en seminarios, grupos de trabajo así como las

comunicaciones del profesorado del Área de Ingeniería Gráfica, en concreto las que se presentan anualmente los Congresos Internacionales de Ingeniería Gráfica, organizado por la Asociación de profesores de Ingeniería Gráfica INGEGRAF. También se han seleccionado publicaciones de diversas instituciones sobre el proceso de Bolonia y el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

En el presente trabajo de investigación se han organizado las tareas en tres fases:

- Organización y estructuración de los datos seleccionados
- Estudio y análisis de la información obtenida
- Redacción de los análisis, de los resultados y de las conclusiones

Los pasos seguidos para el desarrollo de la investigación han sido los siguientes:

- Acotación del campo en el que se sitúa la cuestión a tratar
- Revisión de la documentación y bibliografía relacionada con el tema de estudio
- Definición de las hipótesis
- Planificación de la investigación
- Estudio del estado de la cuestión
- Realización de la investigación
- Verificación de las hipótesis

El estudio de la información obtenida se ha basado en el análisis de los siguientes aspectos:

- Legalidad aplicable a los contenidos a impartir
- Acceso a la Universidad, planes de estudio, EEES
- La información que se obtiene de los centros docentes donde se imparte Ingeniería Gráfica³: tipos de asignaturas y créditos, objetivos, contenidos, metodología, prácticas y bibliografía recomendada
- Utilización del CAD 2D y 3D en los centros de referencia estudiados
- La Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO)
- La incidencia de las Aplicaciones Didácticas Interactivas (ADI) en la metodología docente

El análisis descriptivo realizado hace referencia a las escuelas de ingeniería en las que se imparte Ingeniería Gráfica, los datos obtenidos de las programaciones docentes que se encuentran en las páginas WEB de los centros de referencia, se han clasificado como sigue:

- Universidad, centro docente,
- Titulación, dirección URL,
- Asignatura, curso, créditos,
- Objetivos, contenidos, metodología,
- Referencias bibliográficas.

Existen varios tipos de asignaturas ubicadas en diferentes cursos, a las que se les atribuyen créditos según el número de horas de duración. Las asignaturas están catalogadas como: Asignaturas obligatorias, establecidas desde el ministerio, asignaturas troncales, que las propone el centro y asignaturas optativas y de libre elección.

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

Como ya se ha indicado anteriormente se han resumido y ordenado, en el capítulo cuatro, los objetivos y los contenidos que aparecen en las programaciones docentes que se disponen de los centros estudiados. Se ha organizado la información obtenida de modo que se puedan ver los datos comunes entre los diferentes centros, con la finalidad de alcanzar una visión general de la tendencia del Área.

Los datos estudiados se refieren a la docencia reglada de centros de Ingenierías Técnicas e Industriales. La docencia relativa a cursos de especialización, postgrados y los masteres no aparece puesto que las actividades de tercer ciclo se canalizan a través de otras organizaciones, como pueden ser Departamentos, Fundaciones, Centros especializados independientes u organizaciones privadas entre otras.

La información obtenida en este apartado nos permite localizar las programaciones de cada asignatura. Consideramos que lo publicado en los centros puede diferir de lo que finalmente se acaba realizando, ya que es sabido que el número de grupos matriculados, las características de los grupos de estudiantes, las características de los horarios, la dificultad de los ejercicios prácticos propuestos y demás imponderables pueden alterar las expectativas.